

Gestaltung von stabilen Forschungs- und Entwicklungsnetzwerken

**Dissertation
zur Erlangung eines Doktorgrades**

im
**Fachbereich D – Architektur, Bauingenieurwesen, Maschinenbau,
Sicherheitstechnik**
der
Bergischen Universität Wuppertal

- Abteilung Maschinenbau -

vorgelegt von
Nils Altfeld
aus München (Kiel)

Wuppertal 2014

Die Dissertation kann wie folgt zitiert werden:

urn:nbn:de:hbz:468-20150319-102754-7

[<http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=urn%3Anbn%3Ade%3Ahbz%3A468-20150319-102754-7>]

Für Lia.

Vorwort

Die vorliegende Arbeit ist während meiner Zeit als externer Doktorand am Lehrstuhl für Konstruktion an der Bergischen Universität Wuppertal entstanden.

Bedanken möchte ich mich besonders bei meinem Doktorvater Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Gust für seine Unterstützung und stete Gesprächsbereitschaft in den vier Jahren, in denen diese Arbeit entstanden ist. Des Weiteren bedanke ich mich bei Prof. Dr.-Ing. Jochen Kreuzfeldt für seine konstruktiven Beiträge und die Übernahme des Ko-Referats.

Diese Arbeit wäre ohne die Teilnehmer an der Online-Umfrage und die Möglichkeit mit verschiedenen Experten Gespräche zu führen nicht entstanden. Mein Dank gilt daher allen anonymen Umfrageteilnehmern und Gesprächspartnern für ihr entgegengebrachtes Interesse, zeitliche Engagement und freundliche Unterstützung.

Ebenfalls möchte ich mich bei der Dr. Friedrich Jungheinrich Stiftung für ihre finanzielle Unterstützung und die Öffnung von Türen innerhalb der Jungheinrich AG bedanken.

Eine besondere Unterstützung während meiner Promotion war mein Arbeitsumfeld, meine Kolleginnen und Kollegen an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg. Hervorzuheben sind dabei vor allem Robert Fandl und Dr. Johannes Hinckeldeyn, die mir in unzähligen Gesprächen und Diskussionsrunden hilfreiche Anregungen gegeben haben. Dr. Patrick Diffo möchte ich für die kurzweiligen Abende, Nächte und Wochenenden im Büro danken. Nicht zu vergessen sind aber auch Thes, Manuel, Jeni, Tessa, Martin und Vera, die in den Pausen für ein kurzes Gespräch und kleinere Späße immer zu haben waren. Für ihre Promotionsvorhaben wünsche ich ihnen viel Erfolg.

Schließlich möchte ich mich ebenfalls bei meinem persönlichen Umfeld für die Unterstützung bedanken. Meinen Eltern und meinen Geschwistern danke ich für ihre Unterstützung und aufbauenden Worte während meiner Promotion. Vor allem aber danke ich meiner Frau Lia, die mich stets in meinem Vorhaben bestärkte und unterstützte, mich motivierte und mich auch in schwierigen Phasen aufbaute. Ihr ist diese Arbeit gewidmet.

Nils Altfeld

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	IX
1 Problemstellung und Zielsetzung	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung und methodisches Vorgehen	5
1.3 Aufbau der Arbeit	6
2 Kooperative Forschung und Entwicklung	9
2.1 Einführung	9
2.2 Charakteristika von Forschung und Entwicklung	10
2.3 Forschungs- und Entwicklungskooperationen	13
2.3.1 Charakteristika und ausgewählte Formen von Kooperationen . .	13
2.3.2 Formen vertikaler, horizontaler und multilateraler F&E- Kooperationen	18
2.4 Risiken in Forschungs- und Entwicklungskooperationen	27
2.5 Stabilität von Kooperationen	30
3 Modellierung und Stabilitätsanalysen von F&E-Netzwerken	36
3.1 Einführung	36
3.2 Modellierung und charakteristische Kenngrößen von F&E-Netzwerken .	36
3.3 Zentralitäten in Graphen und Netzwerken	38
3.4 Beschreibung des Simulationsmodells	42
3.5 Ergebnisse der Simulationsstudie	47
4 Stabilitätsbeeinflussende Faktoren von Forschungs- und Entwicklungs- netzwerken	51
4.1 Einführung	51
4.2 Projektspezifische stabilitätsbeeinflussende Faktoren	52
4.2.1 Art der Forschung und Entwicklung	52
4.2.2 Wahl des Partners	55
4.2.3 Organisationsform und Intensität der Zusammenarbeit	58
4.2.4 Spektrum und Zeitpunkt der Partnerintegration	61
4.2.5 Heterogenität der Kooperationspartner	63
4.2.6 Institutionalisierung der Kollaboration	65
4.3 Partnerspezifische stabilitätsbeeinflussende Faktoren	68
4.3.1 Interne, partnerspezifische F&E-Fähigkeit	68
4.3.2 Motivation der Zusammenarbeit	69
4.3.3 Partnerspezifische Verhaltensrisiken	72
4.4 Netzwerkspezifische stabilitätsbeeinflussende Faktoren	75

4.4.1	Struktur des F&E-Netzwerks	75
4.4.2	Modularisierung des F&E-Netzwerks	80
5	Empirische Untersuchung	82
5.1	Ziel der Untersuchung	82
5.2	Untersuchungsdesign	82
5.2.1	Entwicklung und Aufbau des Fragebogens	84
5.2.2	Umfang der Stichprobe	86
5.2.3	Durchführen des Pretests	86
5.2.4	Ablauf der Untersuchung	87
5.3	Auswertungsmethodik	88
5.3.1	Grundlegende Auswertungsmethoden	88
5.3.2	Einführung in explorative Faktorenanalyse	89
5.4	Ergebnisse der Untersuchung	97
5.4.1	Charakteristika der Befragungsteilnehmer	97
5.4.2	Zusammenarbeit mit Partnern in Forschung und Entwicklung	100
5.4.3	Deskriptive Beschreibung der Faktoren	103
5.4.4	Explorative Faktorenanalyse	121
5.5	Einschränkungen der empirischen Untersuchung	129
5.6	Schlussfolgerungen	130
6	Implikationen für die Gestaltung stabiler F&E-Netzwerke	132
6.1	Einführung	132
6.2	Experteninterviews: Methodisches Vorgehen und Auswertungsmethodik	132
6.3	Gestaltung von stabilen F&E-Netzwerken	133
6.3.1	Organisatorische und prozessuale Implikationen bei der Initialisierung von F&E-Netzwerken	135
6.3.2	Empfehlungen für die Erstellung einer Planungsleitlinie	137
6.3.3	Empfehlungen zur Erhöhung des Partner-Fits	144
6.3.4	Empfehlungen zum Umgang mit der relationalen Komplexität	149
7	Schlussbetrachtung	151
7.1	Zusammenfassung zentraler Ergebnisse	151
7.2	Ausblick	153
A	Anhang	155
	Literaturverzeichnis	169

Abbildungsverzeichnis

1	Veränderte Rahmenbedingungen in der Automobilindustrie	2
2	Ablaufschema der Dissertation	8
3	Gliederung der Forschung und Entwicklung	11
4	Kooperationsausprägungen im Überblick	14
5	Eine Typologie interorganisationaler Netzwerke	17
6	Mögliche Zeitpunkt der Partnerintegration	19
7	Beispielhafte Darstellung von netzwerk-pyramidenförmigen F&E-Kooperationen in der Automobilindustrie	26
8	Risikokategorien in F&E-Kooperationen	28
9	Verdeutlichung der Bestimmung der Adjazenzmatrixelemente	37
10	Beispielhafte Darstellung eines kollaborativen F&E-Netzwerks	42
11	Schematische Darstellung des Simulationsmodells	43
12	Vorgehen zur Durchführung der Simulationsstudie	46
13	Transformation der charakteristischen Pfadlänge in die binäre Variable I_b	47
14	Zuordnung der einzelnen stabilitätsbeeinflussenden Faktoren zu den Gruppen projekt-, partner- und netzwerkspezifischen Faktoren	52
15	Operationalisierung des Faktors <i>Art der Forschung und Entwicklung</i>	55
16	Operationalisierung des Faktors <i>Wahl des Partners</i>	57
17	Organisationsformen der Entwicklungszusammenarbeit	58
18	Operationalisierung des Faktors <i>Organisationsform</i>	60
19	Operationalisierung des Faktors <i>Intensität der Zusammenarbeit</i>	61
20	Operationalisierung des Faktors <i>Spektrum der Integration</i>	62
21	Operationalisierung des Faktors <i>Zeitpunkt der Integration</i>	63
22	Operationalisierung des Faktors <i>Heterogenität der Kooperationspartner</i>	65
23	Formalrechtliche Institutionalisierung einer Kooperation	66
24	Operationalisierung des Faktors <i>Institutionalisierung der Kollaboration</i>	67
25	Operationalisierung des Faktors <i>Interne, partnerspezifische F&E-Fähigkeit</i>	69
26	Operationalisierung des Faktors <i>Motivation der Zusammenarbeit</i>	71
27	Operationalisierung des Faktors <i>Partnerspezifische Verhaltensrisiken</i>	76
28	Beispielhafte Darstellung von unterschiedlichen F&E-Netzwerkstrukturen des Baugewerbes	77
29	Veränderung der Struktur eines F&E-Netzwerks in Abhängigkeit der Dauer der Kooperation am Beispiel eines Projektes des Baugewerbes	79
30	Operationalisierung des Faktors <i>Struktur des F&E-Netzwerks</i>	80
31	Operationalisierung des Faktors <i>Modularisierung des F&E-Netzwerks</i>	81
32	Darstellung des kumulierten Rücklaufs über den Untersuchungszeitraum	88
33	Beispielhafte Darstellung eines Screen-Plots	94
34	Beispiel einer orthogonalen und obliquen Rotation	96
35	Charakteristika der Befragungsteilnehmer	99
36	Zusammenarbeit mit Partnern im Bereich Forschung und Entwicklung	102
37	Kumulierte relative Antworten für die Merkmalsausprägungen des Faktors <i>Art der Forschungs- und Entwicklung</i>	104

38	Kumulierte relative Antworten für die Merkmalsausprägungen des Faktors <i>Wahl des Partners</i>	105
39	Kumulierte relative Antworten für die Merkmalsausprägungen der Faktoren <i>Organisationsform</i> und <i>Kooperationsintensität</i>	106
40	Kumulierte relative Antworten für die Merkmalsausprägungen des Faktors <i>Zeitpunkt der Integration</i>	107
41	Kumulierte relative Antworten für die Merkmalsausprägungen des Faktors <i>Spektrum der Partnerintegration</i>	107
42	Kumulierte relative Antworten für die Merkmalsausprägungen des Faktors <i>Heterogenität der Partner</i>	108
43	Bedeutung der Adoleszenz und Umsatzstärke	109
44	Kumulierte relative Antworten für die Merkmalsausprägungen des Faktors <i>Formalrechtliche Institutionalisierung der Kollaboration</i>	110
45	Kumulierte relative Antworten für die Merkmalsausprägungen des Faktors <i>Interne F&E-Fähigkeit</i>	111
46	Kumulierte relative Antworten für die Merkmalsausprägungen des Faktors <i>Motivation der Zusammenarbeit</i>	112
47	Kumulierte relative Antworten für die Merkmalsausprägungen des Faktors <i>Partnerspezifische Verhaltensrisiken</i>	116
48	Kumulierte relative Antworten für die Merkmalsausprägungen der Faktoren <i>Struktur und Modularisierung des F&E-Netzwerks</i>	117
49	Kumulierte relative Antworten der stabilitätsbeeinflussenden Faktoren .	120
50	Screeplot der Komponentenlösung	125
51	Interdependenzen zwischen den Komponenten Planungsleitlinie, Partner-Fit und relationale Komplexität	134
52	Organisationsmodell für vernetzte Zusammenarbeit	135

Abkürzungsverzeichnis

A	Adjazenzmatrix
A_k[*]	Adjazenzmatrix zum Zeitpunkt k
R	F&E-Aufgabenmatrix
R_k[*]	F&E-Aufgabenmatrix zum Zeitpunkt k
BC	Betweenness-Zentralität
C	Clusterkoeffizient
C_m	Anzahl der manuell definierten Cluster der Adjazenzmatrix A
D	Nicht-Erreichbarkeit von Unternehmen
DC	Degree-Zentralität
e_i	Kante i
G	Graph
l	charakteristische Pfadlänge
l_b	Binäre charakteristische Pfadlänge
N	Anzahl der Knoten innerhalb eines Graphen bzw. Netzwerks
N_v	Anzahl der Unternehmen im Netzwerk
ND	Netzwerkdichte
p	Teilnahmewahrscheinlichkeit
R	Anzahl der F&E-Aufgaben
r_i	F&E-Aufgabe i
T	Anzahl nicht erreichbarer Knotenpunkte im Netzwerk
v	Unternehmen
v_i	Konten i
EFA	Explorative Faktorenanalyse
F&E	Forschung und Entwicklung

FEMA	Failure Mode and Effects Analysis
FF	Forschungsfrage
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
IT	Informationstechnik
KMO	Kaiser-Meyer-Olkin-Kriterium
MSA	Measure of sampling adequacy
NPD	New Product Development
NUMMI	New United Motor Manufacturing, Inc.
OEM	Original Equipment Manufacturer
PEP	Produktentwicklungsprozess
QFD	Quality functional development
R&D	Research and Development

Tabellenverzeichnis

1	Eingesetzte Methoden zur Beantwortung der Forschungsfragen	6
2	Forschungsfelder der kooperativen Forschung und Entwicklung	10
3	Aufgabenausprägungen unterschiedlicher Lieferantentypen	20
4	Einordnung von Einzelrisiken in die Risikokategorien	29
5	Scheiterungsraten von Kooperationen	31
6	Definition von Stabilität von Kooperationen	31
7	Vergleich der unterschiedlichen Zentralitätsmaße	41
8	Verwendete Parameter der Simulationsstudie und ihre Bandbreite	45
9	Grenzwerte für die Nicht-Erreichbarkeit von Unternehmen <i>D</i>	47
10	Korrelation der Ein- und Ausgangsgrößen aufgeteilt in die unterschiedlichen Zentralitätsmaße und das Zufallsszenario	49
11	Anzahl stabiler und instabiler Netzwerke für 38.400 Simulationen in Abhängigkeit der Variable <i>Nicht-Erreichbarkeit von Unternehmen D</i>	50
12	Anzahl stabiler und instabiler Netzwerke für 38.400 Simulationen in Abhängigkeit der Variable <i>charakteristische Pfadlänge I</i>	50
13	Qualitative Differenzierung von Exploitation / Market-Pull und Exploration / Technology-Push	54
14	Unterschiedliche Partner-Misfits	56
15	Spektrum der Partnerintegration	61
16	Häufigkeit von Rechtsformen bei Unternehmensnetzwerken	67
17	Interpretation der Höhe von Korrelationen	89
18	Zusammensetzung der Stichprobe nach Funktionsbereich und Position im Unternehmen	98
19	Relative Häufigkeitsverteilung der Zusammenarbeit mit Partnern nach Branche	101
20	Relative Häufigkeitsverteilung der Tendenz der Partneranzahlentwicklung nach Branche	103
21	Mittelwerte, Standardabweichungen und Korrelationen der Merkmale Unternehmensgröße und Alter	109
22	Mittelwerte, Standardabweichungen und Korrelationen der Merkmalsausprägungen für den Faktor interne, partnerspezifische F&E-Fähigkeit	112
23	Mittelwerte, Standardabweichungen und Korrelationen der Merkmalsausprägungen für den Faktor Motivation der Teilnahme	114
24	Mittelwerte, Standardabweichungen und Korrelationen der Merkmalsausprägungen für den Faktor partnerspezifisches Verhalten	115
25	Mittelwerte, Standardabweichungen und Korrelationen zwischen den stabilitätsbeeinflussenden Faktoren	122
26	Anti-Image-Kovarianz-Matrix der einbezogenen Faktoren	124
27	Kommunalitäten	127
28	Mustermatrix	127
29	Strukturmatrix	127
30	Komponentenkorrelationen	128

31	Ergebnisse der Reliabilitätsanalyse	128
32	Extrahierte Komponenten, ihre zugehörigen Faktoren sowie deren Bedeutung	129
33	Experten für die Detaillierung der Empfehlungen	133

1 Problemstellung und Zielsetzung

1.1 Problemstellung

Technologieunternehmen stehen in einem Spannungsfeld sich stetig verändernder technologischer, ökonomischer und politischer Rahmenbedingungen. Sowohl die anhaltende Globalisierung, die Zunahme der Marktsegmente und -nischen, die Verkürzung der Technologie- und Produktlebenszyklen als auch die erleichterte Substituierbarkeit von Produkten führen zu einer Verschärfung der Wettbewerbssituation (Boutellier et al. 2000, S. 11ff; Wheelwright und Clark 1994, S. 19f; Becker 2006, S. 170). Insbesondere die Verkürzung der Technologie- und Produktlebenszyklen hat zu einer gesunkenen Profitabilität bei Technologieunternehmen geführt, da mit den entwickelten Produkten und Technologien weniger Gewinne erwirtschaftet werden können (Holman et al. 2003, S. 28f; Clark et al. 1987, S. 731).

Für Technologieunternehmen ist es daher umso wichtiger in kurzer Zeit Technologien und Produkte erfolgreich und effizient zu entwickeln (Holman et al. 2003, S. 28f; Specht et al. 2002, S. 3; Wheelwright und Clark 1994, S. 19). Zahlreiche Veränderungen haben in den letzten Jahren zur Steigerung der Herausforderungen bei der Erforschung und Entwicklung neuer Technologien und Produkte beigetragen: Zunehmender Kostendruck, gestiegene Produktkomplexität, die Proliferation von Kundenanforderung sowie das Zusammenschmelzen von Technologien sind an dieser Stelle exemplarisch als Treiber zu nennen (Becker 2006, S. 170; Träm 2010, S. 60; Dombrowski und Schulze 2008, S. 441; Radtke et al. 2004, S. 22).

Diese Veränderungen können am Beispiel der Automobilindustrie beeindruckend gezeigt werden, siehe Bild 1: Die Proliferation von Kundenforderungen und der stetige Wunsch nach Individualisierung führte innerhalb von 10 Jahren zu einer signifikanten Zunahme in der Programmbreite und -tiefe. So stieg beispielsweise die Modellpalette der Audi AG von 7 (1996) auf 21 (2007) Modelle an (Krog und Statkevich 2008, S. 187). Ähnliches kann auch bei der BMW Group festgestellt werden. Dort werden mit den drei Marken BMW, Mini und Rolls Royce ca. 350 Modellvarianten angeboten, die unter Berücksichtigung der ca. 500 Sonderausstattungen zu einer möglichen Variantenzahl von 10^{31} führen (Mößmer und Schedlbauer 2007, S. 4). Trotz der Zunahme der Programmbreite und -tiefe hat sich der Produktlebenszyklus der Fahrzeugmodelle stark verkürzt. Betrug die Produktlebenszeit im Jahr 1970 noch 7,5 Jahre, so wird

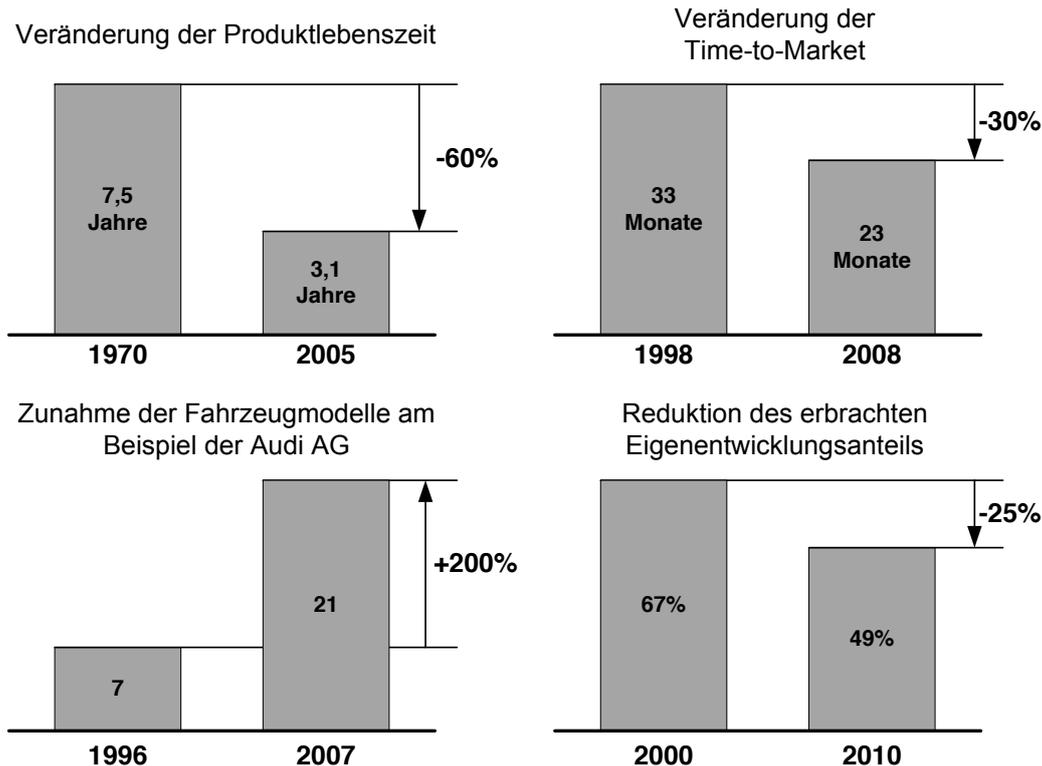


Bild 1: Veränderte Rahmenbedingungen in der Automobilindustrie

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Holweg und Greenwood (2001, S. 5), Dombrowski und Schulze (2008, S. 441), Krog und Statkevich (2008, S. 187) und Verband der Automobilindustrie (2000, S. 52)

seit dem Jahr 2005 alle 3,1 Jahre ein neues Modell entwickelt oder grundlegend überarbeitet (Holweg und Greenwood 2001, S. 5). Nach Berechnungen von Radtke et al. (2004, S. 22) wird das durchschnittliche Entwicklungsalter aller am Markt angebotenen Neuwagen zukünftig nur noch 2,5 Jahre betragen. Durch die Verkürzung des Produktlebenszyklus vermindert sich die Zeit, in der mit den entwickelten Fahrzeugen Gewinne erzielt werden können (Specht et al. 2002, S. 3f). Gleichzeitig intensiviert sich der Kostendruck (Radtke et al. 2004, S. 17f). Die veränderte Produktprogrammpolitik der Automobilhersteller (OEM) und der verkürzte Produktlebenszyklus konnten nur durch eine Verringerung der Entwicklungszeit und einer Verlagerung von Entwicklungsleistungen bewerkstelligt werden. Die Time-to-Market¹ reduzierte sich im Zeitraum von 1998 bis 2008 von 33 auf 23 Monate (Dombrowski und Schulze 2008, S. 441). Zeitgleich sank der erbrachte Eigenentwicklungsanteil bei den OEMs von 67% auf 49% (2010) bzw. 37% (2015) und der Fremdentwicklungsanteil stieg von 33% auf 51% (2010) respektive 63% (2015) (Verband der Automobilindustrie 2000, S. 52; Radtke et al. 2004, S. 116; Bechmann und Scherk 2010, S. 182).

¹Unter der Time-to-Market verstehen Dombrowski und Schulze (2008) die Zeitspanne zwischen Konzeptverabschiedung und Markteinführung.

Der aus dem Profitabilitäts- und Kostendruck entstehende Zwang in kürzeren Abständen Innovationen zu realisieren, hat zu einer Veränderung der Produktentwicklung geführt (Schuh 2012, S. 25). Innovationen werden häufig von Entwicklungspartnern, vorrangig von Lieferanten, generiert (Radtke et al. 2004, S. 97). Es ist eine stetige Zunahme von Entwicklungspartnern in Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten bei Technologieunternehmen festzustellen (Roy et al. 2004, S. 61f). Die zunehmenden technologischen Fähigkeiten der aufkommenden Märkte führen zu einer hohen Partnerwahlmöglichkeit (Boutellier et al. 2000, S. 10f). Technologieunternehmen sind folglich nicht mehr auf regional vorhandene Partner angewiesen, sondern können aus einem breiten Spektrum internationaler Partner wählen. Ferner führte die durch Konzentration auf Kernkompetenzen eingetretene Spezialisierung von Unternehmen zu Veränderungen in Forschung und Entwicklung (F&E) (Prahalad und Hamel 2006, S. 276ff; Quelin 2000, S. 480; Sharpe 1997, S. 541; Leonard-Barton 1992, S. 112). Um alle für die Entwicklung einer Technologie oder eines Produktes notwendigen Kompetenzen bereitzuhalten, sind oftmals eine Vielzahl an Entwicklungspartnern in ein Vorhaben zu integrieren (Radtke et al. 2004, S. 156f). Als Konsequenz hieraus entstehen Unternehmensgeflechte (Zahn und Hülsmann 2007, S. 109; Gausemeier et al. 2001, S. 162), die den Übergang von strategischen Partnerschaften in Forschung und Entwicklung zu Forschungs- und Entwicklungsnetzwerken markieren (Hab und Wagner 2006, S. 8).

Ein F&E-Netzwerk besteht aus einer definierten Menge von Handelnden, die durch spezifische Ausprägungen von Verbindungen untereinander und Einfluss auf das Verhalten der anderen Handelnden beschrieben werden können (Specht et al. 2002, S. 390). F&E-Netzwerke gibt es sowohl in Form vertikaler Wertschöpfungspartnerschaften als auch horizontaler, strategischer Allianzen (Zahn und Hülsmann, 2007, S. 109). F&E-Netzwerke sind nach Sydow (2010, S. 381ff) eine Hybridform zwischen strategischen Netzwerken und Projektnetzwerken einzuordnen. Während Forschungsnetzwerke eher Projektnetzwerke darstellen, die durch eine zeitliche Befristung sowie eine erhöhte Fluktuation der Mitglieder charakterisiert werden können (Sydow 2010, S. 384f), handelt es sich bei Produktentwicklungsnetzwerken häufig um strategische Netzwerke bei denen ein fokales Unternehmen das Management des Netzwerks übernimmt sowie die Auswahl der Netzwerkunternehmen bestimmt (Sydow 2001, S. 382f). Projektnetzwerke weisen im Vergleich zu strategischen Netzwerken eine geringere Stabilität auf und scheitern häufiger als strategische Netzwerke (Sydow 2010, S. 382).

Unabhängig von ihrer Art unterliegen F&E-Netzwerke einer ständigen Dynamik (Specht et al. 2002, S. 389). Die Dynamik von F&E-Netzwerken wird einerseits durch die bereits genannten unternehmensexternen Veränderungen beeinflusst, andererseits unterliegen F&E-Netzwerke einer Eigendynamik (Specht et al. 2002, S. 389; Zahn und Hüls-

mann 2007, S. 117; Jahns und Hartmann 2007, S. 130f). Die Eigendynamik wird durch eine Reihe struktureller und kultureller Variablen, wie z.B. räumliche Distanz, Kommunikation, Machtstruktur oder Vertrauen, beeinflusst (Sydow 2010, S. 380; Jahns und Hartmann 2007, S. 130f; Specht et al. 2002, S. 391). Änderungen dieser Variablen können wiederum zum Scheitern von F&E-Netzwerken führen. F&E-Netzwerke sind nur dann ausbalanciert und stabil, wenn gegenseitige Abhängigkeiten zwischen den Handelnden bestehen und keine starke Eigendynamik vorliegt (Specht et al. 2002, S. 389; Sydow 2001, S. 279f).

Häufig werden mit der Integration von Partnern in Forschung und Entwicklung eine höhere F&E-Rendite, verkürzte Produktentwicklungszeiten, reduzierte Entwicklungskosten als auch Zugang zu F&E-Fähigkeiten von Partner assoziiert (Luo et al. 2010, S. 244f). In einer Analyse von 100 F&E-Projekten bei *Fortune 1000*-Firmen², in denen Partner Entwicklungsaufgaben wahrgenommen haben, wurde festgestellt, dass lediglich ein Drittel der Projekte erfolgreich abgeschlossen wurde (Amaral und Parker 2008, S. 30). Bei zwei Dritteln der Projekte wurden die gewünschten Ergebnisse nicht erreicht oder die Projekte sind fehlgeschlagen. Ähnliche Sachverhalte stellte auch die *Standish Group* in ihrem Chaos Report fest (Standish Group 2009, S. 1). In 44% der untersuchten Fälle wurden die gesteckten Ziele nicht erreicht und 24% der Projekte scheiterten. In einer Umfrage von 100 Unternehmen aus Großbritannien wurden die Gründe für das Fehlschlagen von kooperativen Produktentwicklungsprojekten untersucht (Bruce et al. 1995a). Die Unternehmen nannten fehlendes Vertrauen, falsche Wahl der Projektpartner, mangelhafte Kommunikation zwischen den Partnern, unzureichende Partizipation am Projekt sowie das Ausscheiden von Partnern als Hauptursache für das Scheitern von F&E-Projekten. Es ist daher fraglich, ob die mit der Integration von Partnern in F&E-Vorhaben assoziierten Vorteile realisiert werden können.

Für das Scheitern von F&E-Vorhaben ist eine Vielzahl an Faktoren verantwortlich. In einer Unternehmensbefragung im deutschsprachigen Raum im Jahr 2009 zum Thema „*Risiken in vertikalen Entwicklungskooperationen*“ wurden die fehlende Stabilität in der Zusammenarbeit sowie Schnittstellenprobleme als Faktoren mit höchster Bedeutung identifiziert (John 2010, S. 242f). Insbesondere bei Unternehmen der zweiten und dritten Wertschöpfungsstufe wird die fehlende Stabilität in F&E-Kooperation als Problem angesehen (John 2010, S. 298). Da in der Umfrage 82,3% der befragten Unternehmen mit zwei oder mehr Lieferanten zusammenarbeiten, kann von vertikalen Entwicklungspartnerschaften ausgegangen werden. Es ist somit festzuhalten, dass die Stabilität von Forschungs- und Entwicklungsnetzwerke gefährdet ist.

²Die *Fortune 1000*-Firmen stellen die 1000 umsatzstärksten agierenden Unternehmen in den Vereinigten Staaten von Amerika dar.

1.2 Zielsetzung und methodisches Vorgehen

Das grundlegende Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, einen Beitrag zur Klärung der Fragestellungen zu leisten, durch welche Faktoren die Stabilität von F&E-Netzwerken beeinflusst wird und durch welche Maßnahmen die Stabilität von F&E Netzwerken gewährleistet werden kann. Um den Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit einzugrenzen, erfolgt eine Fokussierung auf Forschungs- und Entwicklungsvorhaben für Produkte und Technologien des verarbeitenden Gewerbes³.

In der vorliegenden Arbeit wird Stabilität als Fähigkeit des F&E-Netzwerkes trotz Veränderungen in der Zusammensetzung als auch der Beziehungen untereinander die gesteckten Ziele zu erreichen definiert. In der Literatur sind häufig drei Kategorien von Stabilität zu finden: Beständigkeit, Robustheit und Resilienz (Hansson und Helgesson 2003, S. 220). Beständigkeit bedeutet, dass Variablen eines Systems keine oder nur geringe Veränderungen erfahren. Robustheit bezieht sich auf das Verhalten eines Systems gegenüber Veränderungen nicht oder nur im begrenzten Maße zu reagieren (Hansson und Helgesson 2003, S. 221), während Resilienz die Fähigkeit eines Systems beschreibt nach Veränderungen in seinen Ursprungszustand zurückzukehren oder einen alternativen, funktionierenden Zustand erreichen zu können (Walker et al. 2006, S. 14). In Bezug auf die drei Stabilitätskategorien ist die hier gewählte Stabilitätsdefinition folglich in die Kategorie Resilienz einzuordnen.

Aus den eingangs beschriebenen Veränderungen und den damit verbundenen aktuellen Herausforderungen in Forschung und Entwicklung sollen in der vorliegenden Arbeit folgende drei Forschungsfragen (FF) inhaltlich beantwortet werden:

FF 1: Wie gravierend sind Ausfälle bestimmter Knotenpunkte, d.h. Unternehmen, im F&E-Netzwerken auf dessen Stabilität? Welche Auswirkungen haben Veränderungen in der Zusammensetzung auf den Kommunikations- und Informationsfluss?

FF 2: Welche Faktoren beeinflussen die Stabilität von F&E-Netzwerken? Wie werden diese Faktoren von Experten aus Wirtschaft und Industrie bewertet?

FF 3: Wie können stabile F&E-Netzwerke gestaltet werden?

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wird eine Kombination von qualitativen und quantitativen Methoden verwendet (Mixed-Method-Forschungsdesign; Foscht et al. 2009, S. 250f; Schreier und Odag 2010, S. 271), die besonders gut für explorative und

³Das Statistische Bundesamt zählt zum verarbeitenden Gewerbe auch Unternehmen, die Vorleistungsgüter sowie Erzeugnisse chemischer und pharmazeutischer Herstellung produzieren (Hennchen 2006, S. 740). Diese Industrien und Branchen werden im Rahmen der Arbeit nicht betrachtet.

konfirmatorische Fragestellungen geeignet ist (Foscht et al. 2009, S. 256). In der vorliegenden Arbeit ist ein sequentielles, aufeinander aufbauendes Vorgehen gewählt worden (Foscht et al. 2009, S. 257; Hussy et al. 2010, S. 287). Es wird zuerst mittels qualitativer Methoden ein grundlegendes Verständnis aufgebaut (Foscht et al. 2009, S. 257; Hussy et al. 2010, S. 292). Im Gegensatz zur quantitativen Forschungsmethodik steht bei der qualitativen Forschungsmethodik nicht die Überprüfung vorab festgelegter Hypothesen im Vordergrund, sondern es wird von offenen Fragen ausgegangen, die im Laufe des Forschungsprozesses gegebenenfalls konkretisiert und detailliert werden (Reinders und Ditton 2011, S. 49f; Kelle und Reith 2008, S. 60). Die durch die Nutzung der qualitativen Forschungsmethodik gewonnenen Erkenntnisse werden durch den Einsatz von quantitativen Methoden überprüft (Foscht et al. 2009, S. 257). Der Tabelle 1 können die jeweiligen Forschungsmethoden zur Beantwortung der einzelnen Forschungsfragen entnommen werden.

Tabelle 1: Eingesetzte Methoden zur Beantwortung der Forschungsfragen

Forschungsfrage	Eingesetzte Forschungsmethoden
FF 1	Stochastische Simulation
FF 2	Unternehmensbefragung und multivariate Analysemethoden
FF 3	Detaillierung durch Experteninterviews

1.3 Aufbau der Arbeit

Die vorher genannten Forschungsfragen weisen auf die Untersuchungsschwerpunkte im Verlauf der Arbeit hin. Bild 2 zeigt das Vorgehen und den Aufbau der Arbeit im Überblick.

Nach der Einleitung im ersten Kapitel beschäftigt sich Kapitel 2 mit den Grundlagen der Forschung und Entwicklung sowie der Zusammenarbeit bei F&E-Projekten. Hierbei wird einerseits auf die unterschiedlichen Gestaltungsmöglichkeiten der Zusammenarbeit als auch auf die daraus resultierenden Risiken eingegangen. Zudem werden Einflussgrößen untersucht, die die Stabilität von Kooperationen bestimmen.

In Kapitel 3 erfolgt die mathematische Modellierung von Forschungs- und Entwicklungsnetzwerken. Hierfür wird auf die Graphentheorie sowie der Theorie „Sozialer Netzwerke“ zurückgegriffen. Nach der mathematischen Modellierung erfolgt eine Simulationsstudie mit der die Stabilität von F&E-Netzwerken überprüft wird. Fokus der Simulationsstudie ist einerseits die Ermittlung der Auswirkungen der Topologie von F&E-

Netzwerken auf die Stabilität, andererseits untersucht sie, welchen Einfluss die Elimination bestimmter Knotenpunkte, d.h. Partner, im F&E-Netzwerk auf den Informations- und Kommunikationsfluss hat.

Im darauf folgenden Kapitel 4 werden durch eine Literaturrecherche die stabilitätsbeeinflussenden Faktoren von Forschungs- und Entwicklungsnetzwerken identifiziert und analysiert. Hierzu werden Publikationen herangezogen, in denen ex- oder implizit F&E-Netzwerke oder Risiken in F&E-Kooperationen behandelt werden. Diese Publikationen werden auf ihren Aussagegehalt hinsichtlich der Nennung von stabilitätsbeeinflussenden Faktoren untersucht. Ferner liegt der Schwerpunkt auf der Identifikation unterschiedlicher Merkmalsausprägungen der Faktoren.

Die Ermittlung der industriellen und wirtschaftlichen Relevanz und die Bedeutung der identifizierten Faktoren mittels einer Unternehmensbefragung ist Gegenstand des Kapitels 5. Nach einer Erläuterung der Forschungsmethodik und des Fragebogendesigns werden die Ergebnisse der Erhebung aufgezeigt. Hierbei erfolgt zuerst die Charakterisierung der Stichprobe. Anschließend werden die Befragungsergebnisse in Bezug auf die in Kapitel 4 identifizierten stabilitätsbeeinflussenden Faktoren und deren Einschätzung durch die Praxis dargestellt. Das Kapitel schließt mit Einschränkungen, mit der die Befragung konfrontiert ist.

Auf Basis der ermittelten Relevanz und Bedeutung der stabilitätsbeeinflussenden Faktoren werden in Kapitel 6 Maßnahmen und Empfehlungen zur Gestaltung von stabilen Forschungs- und Entwicklungsnetzwerken ausgesprochen. Die Maßnahmen und Empfehlungen werden mit Ergebnissen aus Experteninterviews ergänzt.

Die Arbeit endet mit einer Schlussbetrachtung, in der die wesentlichen Ergebnisse der vorangegangenen Kapitel zusammengefasst und kritisch reflektiert werden. Abgeleitet daraus werden mögliche Forschungsfelder identifiziert, die für eine weitere Untersuchung in zukünftigen Forschungsarbeiten in Betracht kommen.

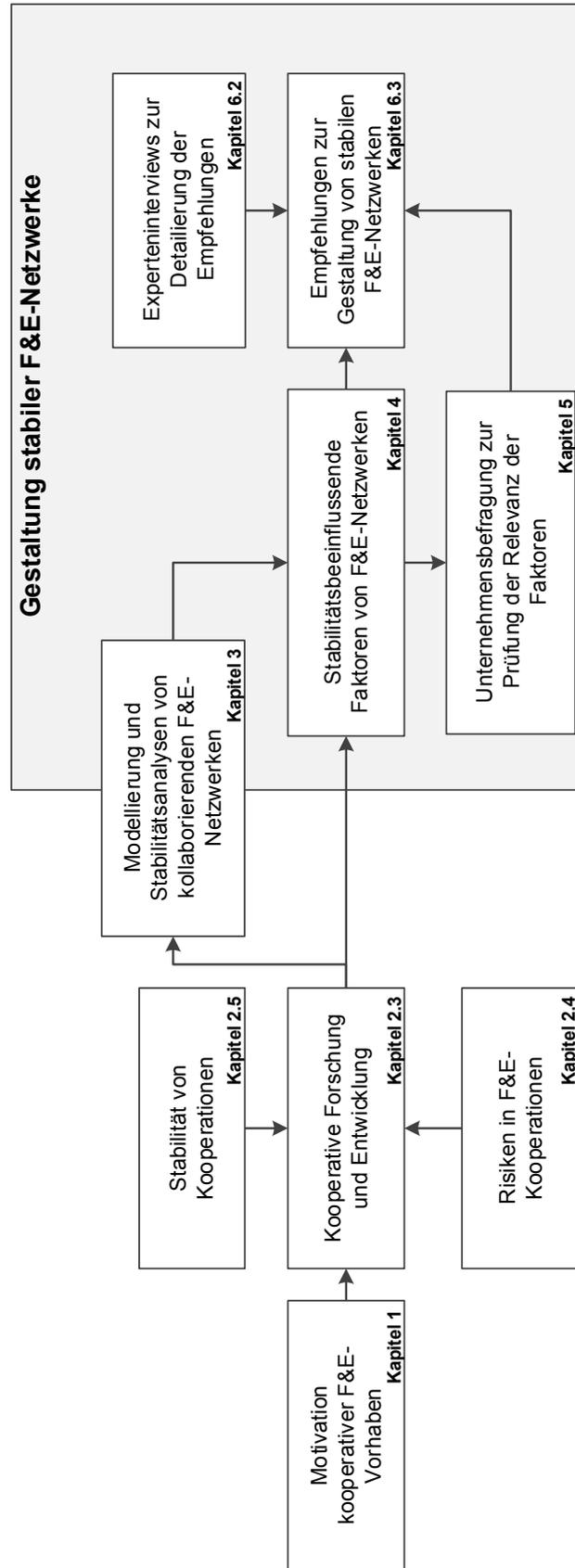


Bild 2: Ablaufschema der Dissertation
Quelle: Eigene Darstellung

2 Kooperative Forschung und Entwicklung

2.1 Einführung

Die zunehmende Komplexität von Forschungs- und Entwicklungsaufgaben sowie die eingangs in Kapitel 1.1 genannten Herausforderungen führen dazu, dass Unternehmen vermehrt F&E-Vorhaben kooperativ durchführen (Noori und Lee 2004, 3041). Kooperative F&E-Projekte beschreiben Vorhaben, in denen zwei oder mehr Unternehmen gemeinsam F&E-Aktivitäten ausführen um neue Produkte oder Dienstleistungen zu entwickeln (Büyüközkan und Arsenyan 2012, S. 49). Die Gründe für das Eingehen solcher F&E-Kooperation variieren, wobei häufig die Risikodiversifizierung, die Reduktion der Entwicklungskosten, der Zugang zu neuen Technologien oder Märkten sowie die Erhöhung der eigenen Innovationskraft im Vordergrund stehen (Büyüközkan und Arsenyan 2012, S. 50; Luo et al. 2010, S. 244f; Hagedoorn 1993, S. 372f). Kooperative F&E-Vorhaben weisen jedoch im Vergleich zu allein durchgeführten Vorhaben eine höhere Abbruchquote auf (Marxt und Popovic 2002, S. 471; Amaral und Parker 2008, S. 30; Lhuillery und Pfister 2009, S. 45f), da sie unter anderem aufgrund des erhöhten Koordinations- und Kommunikationsaufwands schwieriger zu beherrschen sind (Håkanson 1993, S. 283).

Innerhalb der Literatur gibt es eine Vielzahl an Forschungsbereichen, die sich mit kooperativen F&E-Vorhaben oder der Integration von Partnern - vorrangig Lieferanten - in F&E-Vorhaben beschäftigt haben. Hierbei werden die Themenbereiche Erfolgsfaktoren, Auswahl der Partner und Zeitpunkt der Integration, die organisatorische Gestaltung, die Risiken als auch die Kooperations- und Netzwerkforschung behandelt. Tabelle 2 fasst die unterschiedlichen Forschungsfelder zusammen. Während die Auflistung der Autoren zu den einzelnen Forschungsbereichen nicht die Forderung der Vollständigkeit in Anspruch nimmt, so ist dennoch deutlich zu erkennen, dass innerhalb der letzten Jahre die Kooperations- und Netzwerkforschung im Rahmen der kooperativen Forschung und Entwicklung von vielen Autoren behandelt wurde und an Bedeutung gewonnen hat.

In den nachfolgenden Abschnitten wird die für die Beantwortung der Forschungsfragen relevante Literatur für den aktuellen Stand der Technik zusammengefasst. Hierfür werden vorab die Begriffe *Forschung und Entwicklung* erläutert. Anschließend werden zuerst die Charakteristika von Kooperationen und nachfolgend die unterschiedli-

chen Gestaltungsmöglichkeiten von F&E-Kooperationen vorgestellt. Hierbei erfolgt insbesondere eine Fokussierung auf Kooperationen mit hohem Integrationsgrad. Zudem werden Risiken von F&E-Kooperationen aufgeführt, die den erfolgreichen Ausgang von F&E-Kooperationen beeinflussen können. Das Kapitel endet mit einer Analyse von Beiträgen zum Thema Stabilität von Kooperationen.

Tabelle 2: Forschungsfelder der kooperativen Forschung und Entwicklung

Forschungsfelder	Autoren
Erfolgsfaktoren	Bruce et al. (1995b), Chin et al. (2008), Cullen et al. (2000), Emden et al. (2006), Fraser et al. (2003), Hou et al. (2006, 2007), Johnsen (2009), Lam und Chin (2005), McGinnis und Vallopra (1999), Monczka et al. (1998), Nummela (2003), Ragatz et al. (1997, 2002), Shah und Swaminathan (2008), van Echtelt et al. (2008)
Zeitpunkt der Integration	Håkanson (1993), Parker et al. (2008), Schiele (2010), Wynstra und Pierick (2000)
Partnerselektion	de Boer et al. (2001), Emden et al. (2006), Fischer et al. (2004), Hacklin et al. (2006), Håkanson (1993), Hammami et al. (2012), Hayashi (2003), Hou et al. (2006), Krishnan und Bhattacharya (2002), Schiele (2010), Shah und Swaminathan (2008), Thanh et al. (2008), Wu et al. (2013), Yoshimura (2005)
Organisatorische Gestaltung	Cassiman und Veugelers (2002), Inoue et al. (2010), Koufteros et al. (2007, 2002, 2005), Patzelt et al. (2011), Petersen et al. (2005), Snow et al. (2011), Wagner (2003)
Risiken	Andersen und Drejer (2009), Boutellier et al. (1998), Coppendale (1995), Ebertz (2006), Hartley (1997), John (2010), Kayis et al. (2007), Keizer et al. (2005), Knudsen (2007), Littler et al. (1995), Lührig (2006), McCutcheon et al. (1997), Mu et al. (2009), Parker (2000), Wynstra et al. (2001)
Kooperations- und Netzwerkforschung	Agranoff (2006), Ahuja (2000a,b), Bensaou (1997), Braha und Bar-Yam (2007), Cantner et al. (2010), Carr (1999), Cloudt et al. (2010), Das und Teng (1996, 2000), Doney und Cannon (1997), Ebertz (2006), Enkel (2010), Freel und de Jong (2009), Goetze (2010), Hallikas et al. (2004), Heikkinen und Tähtinen (2006), Holmström et al. (2002), Kyoung-Joo (2011), Lee et al. (2008), Mathee (2007), Monczka et al. (1998), Noran (2009), Patzelt et al. (2011), Ramasco et al. (2004), Sala et al. (2011), Scherrer-Rathje et al. (2009), Soh (2003), Zeng et al. (2010)

2.2 Charakteristika von Forschung und Entwicklung

Unternehmen sind gefordert zur Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit neue Technologien und Produkte zu erforschen und zu entwickeln bzw. vorhandene Produkte weiter zu

entwickeln (Klappert et al. 2011, S. 223; Specht et al. 2002, S. 3). Forschung und Entwicklung kann „... als geplante, systematische und schöpferische Tätigkeit mit dem Ziel der Gewinnung neuer bzw. der Erweiterung bestehender wissenschaftlicher und technischer Wissensbestände“ definiert werden (John 2010, S. 39).

In der Literatur wird zwischen vier Typen von Forschung und Entwicklung unterschieden: (1) Grundlagenforschung, (2) Technologieentwicklung, (3) Vorentwicklung und (4) Produkt- und Prozessentwicklung (Lindemann 2009, S. 8f; Specht et al. 2002, S. 14). Teilweise wird die Technologieentwicklung auch als angewandte Forschung bezeichnet und die Vor- und Produkt- sowie Prozessentwicklung unter dem Begriff „Entwicklung“ zusammengefasst (Specht et al. 2002, S. 15). Das Bild 3 zeigt den integrativen und überlappenden Ablauf der einzelnen Aktivitäten.

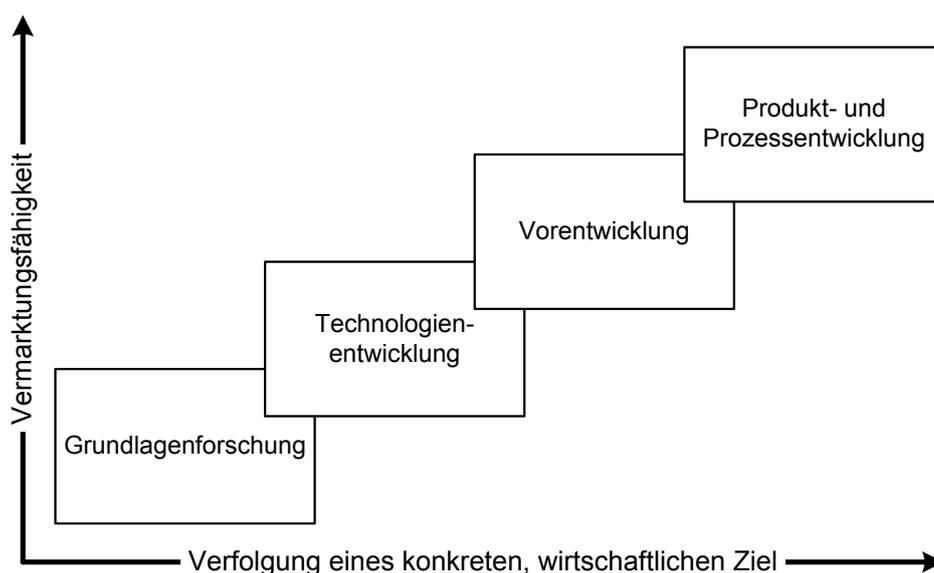


Bild 3: Gliederung der Forschung und Entwicklung
Quelle: in Anlehnung Specht et al. (2002, S. 15)

Ziel der Grundlagenforschung ist primär die Gewinnung neuer wissenschaftlicher und technischer Erkenntnisse. Sie ist nicht auf ein konkretes wirtschaftliches Ziel ausgerichtet (Klappert et al. 2011, S. 223; Specht et al. 2002, S. 15; Schömann 2012, S. 58). Daher wird Grundlagenforschung in der Regel nicht bei Unternehmen durchgeführt (Specht et al. 2002, S. 15). Dem gegenüber steht die Technologieentwicklung, die den Aufbau von wissenschaftlichen und technischer Zusammenhänge außerhalb der bereits eingesetzten Technologien fokussiert (Klappert et al. 2011, S. 224f). Weiterhin befasst sie sich mit der Gewinnung neuer Erkenntnisse zur Weiterentwicklung von bisher eingesetzten aber auch zukünftigen Produkt-, Produktions- und Materialtechnologien (Klappert et al. 2011, S. 224f). Sie ist häufig auf spezifische praktische Ziele gerichtet (Wheelwright und Clark 1994, S. 60). Nach der Technologieentwicklung folgt die Vor-

entwicklung, die die technischer Umsetzbarkeit neuer Technologien in Produkte und Produktionsprozesse überprüft (Specht et al. 2002, S. 16). Sie wird häufig nur für besonders technisch anspruchsvolle, risikoreiche Bauteile, Baugruppen oder Produkte, die als nächstes in den Markt eingeführt werden sollen, durchgeführt (Specht et al. 2002, S. 16). Im Anschluss an die Vorentwicklung folgt die Produkt- und Prozessentwicklung. Sie verfolgt das Ziel der Realisierung neuer marktfähiger Produkte, Produktionsprozesse oder weiterer technischer Neuerungen (Specht et al. 2002, S. 16). Hierfür werden das gewonnene Wissen und die gewonnenen Erkenntnisse aus den vorherigen Phasen Grundlagenforschung, Technologie- und Vorentwicklung genutzt. Bei der Produkt- und Prozessentwicklung handelt es sich um eine zielgerichtete Transformation von Ideen zu Produkten und Dienstleistungen (Lührig 2006, S. 26; Krishnan und Ulrich 2001, S. 1).

In der englischsprachigen Literatur wird häufig der Begriff *Research and Development* (R&D) als Äquivalent zu Forschung und Entwicklung genutzt. Research beschäftigt sich dabei hauptsächlich mit der Erweiterung des wissenschaftlichen Wissens und dem Bewerten der Machbarkeit (Leifer und Triscari 1987, S. 71) und kann damit dem deutschen Begriff der Grundlagenforschung gleichgesetzt werden.

[Research is] „... *primarily concerned with expanding scientific knowledge and assessing its feasibility.*“ (Leifer und Triscari 1987, S. 71)

Development fokussiert hingegen auf die Applikation von Technologien zur Schaffung neuer oder angepasster Produkte (Leifer und Triscari 1987, S. 71). Unter diesen Begriff fallen sowohl die Technologie-, Vor- und Produkt- und Prozessentwicklung, wobei häufig die Produkt- und Prozessentwicklung gemeint sind.

[Development is focused] „... *on the application of the technology base to operational requirements with the intent of bringing a new (or modified) product into existence.*“ (Leifer und Triscari 1987, S. 71)

Die vorliegende Arbeit konzentriert sich vorrangig auf die Technologie-, Vor-, Produkt- und Prozessentwicklung, da dort über 80% der F&E-Aufwendungen eingesetzt werden (Rosenberg 1995, S. 174). Es wird somit der Definition des englischsprachigen Begriffs *Development* gefolgt. Da jedoch in vielen Publikationen F&E respektive R&D als Begriff für Technologie-, Vor-, Produkt- und Prozessentwicklung genutzt wird, ist eine klare Abgrenzung in vielen Fällen nicht möglich. Im weiteren Verlauf der Arbeit werden daher die Begriffe Technologie-, Vor-, Produkt- und Prozessentwicklung unter dem Begriff „Forschung und Entwicklung“ zusammengefasst. Im Rahmen der nachfolgenden Ausführungen steht die Produktentwicklung im Mittelpunkt der Betrachtung. Sie stellt den größten Anteil aller Entwicklungsprojekte dar (John 2010, S. 263; Brockhoff et al. 1991, S. 223).

2.3 Forschungs- und Entwicklungskooperationen

2.3.1 Charakteristika und ausgewählte Formen von Kooperationen

Unternehmenskooperationen bezeichnen im Allgemeinen die „*freiwillige Zusammenarbeit von rechtlich und wirtschaftlich selbstständigen Unternehmen in einzelnen oder mehreren betrieblichen Teilbereichen, um individuelle Ziele besser zu erreichen als alternative Organisationsformen*“ (Ebertz 2006, S. 12). Hierbei bedeutet die Selbstständigkeit der Partner die Möglichkeit auf Basis eigener ökonomischer Verantwortung heraus individuell Entscheidungen über das Eingehen von oder den Austritt aus Kooperationen treffen zu können (Ebertz 2006, S. 12f; Killich 2011, S. 13). Im Rahmen der Transaktionskostentheorie können Kooperationen als hybride oder intermediäre Strukturen bezeichnet werden, die zwischen den Endpunkten Markt und Hierarchie angesiedelt sind (Picot et al. 2003, S. 71f; Ebertz 2006, S. 14ff). Die Besonderheit von Kooperationen ergibt sich dabei aus ihrem Steuerungsmechanismus. Der Steuerungsmechanismus versucht die Vorteile von unternehmerischen Abwicklungen mit den Vorteilen von marktlichen Steuerungen zu verbinden (Arnold 1998, S. 5). Innerhalb von Unternehmenskooperationen erfolgt die Leitung über „*die Struktur der Eigentumsverhältnisse, die Mechanismen zur Entscheidungsfindung, die Regeln zur Konfliktlösung und Anpassung, die Kommunikationsstrukturen sowie die Steuerungs- und Kontrollstrukturen*“ (Ebertz 2006, S. 16). Zur Reduktion der ausnutzbaren Abhängigkeiten in Unternehmenskooperationen sind Anreize zum kooperationskonformen Verhalten zu entwickeln. Diese tragen zur Stabilisierung der Kooperation bei (Ebertz 2006, S. 16).

Unternehmenskooperationen können hinsichtlich zahlreicher Eigenschaften charakterisiert werden. Zu den Eigenschaften gehören die formalrechtliche Institutionalisierung, der Funktionsbereich, die Kooperationsrichtung, das Ressourcenprofil, die Input/Output-Verteilung, die Anzahl der Partner und die Grundformen der kooperativen Zusammenarbeit (Holtbrügge und Welge 2010, S. 112f; Hagenhoff 2004, S. 13). Die unterschiedlichen Ausprägungen der Eigenschaften können dem Bild 4 entnommen werden. Die einzelnen Eigenschaften werden nachfolgend kurz erläutert.

Unternehmen stehen verschiedene Optionen zur formalrechtlichen Institutionalisierung von Unternehmenskooperationen zur Verfügung (Ebertz 2006, S. 17; Holtbrügge und Welge 2010, S. 114). Die Institutionalisierung mit der geringsten formellen Ausprägung stellen Vereinbarungen dar, die nicht auf Verträgen beruhen. Die vertragliche Institutionalisierung stellt eine formal eindeutige und rechtlich bindende Grundlage von Kooperation dar. Sie ermöglicht zudem die Regelung der Rechte und Pflichten. Vertragliche Kooperationen werden häufig durch Kapitalbeteiligungen einer oder mehrerer Partner

Kooperations-eigenschaft	Kooperationsausprägung			
	Formalrechtliche Institutionalisierung	Vereinbarungen	Verträge	Kapital- beteiligungen
Funktionsbereich	Beschaffung	Produktion	Marketing und Vertrieb	Querschnitts- bereiche
Kooperationsrichtung	vertikal	horizontal	diagonal	
Ressourcenprofil	additiv		komplementär	
Input- / Output- Verteilung	gemeinsam \longleftrightarrow getrennt			
Zeithorizont	kurzfristig	mittelfristig	langfristig	
Anzahl der Partner	bilateral (zwei Partner)		multilateral (mehrere Partner)	
Grundformen	Strategische Allianz	Joint Venture	Unternehmens- netzwerk	

Bild 4: Kooperationsausprägungen im Überblick

Quelle: in Anlehnung [John \(2010, S. 66\)](#) und [Hagenhoff \(2004, S. 13\)](#)

ergänzt. Bei Kapitalbeteiligungen erwerben Kooperationspartner Unternehmensanteile anderer Kooperationspartner. Die Gründung eines von den Partnern gemeinsam geführtes und geleitetes Gemeinschaftsunternehmen stellt die engste und verbindlichste Form von Unternehmenskooperationen dar.

In Abhängigkeit des Kooperationsziels sind unterschiedliche Funktionsbereiche von der Kooperation betroffen. Neben direkt am Wertschöpfungsprozess beteiligte Funktionsbereichen können Kooperationen auch die Querschnittsbereiche IT, Forschung- und Entwicklung als auch Verwaltung betreffen ([Ebertz 2006, S. 21-25](#)).

Ein weiteres Differenzierungsmerkmal stellt die Kooperationsrichtung dar. Kooperationen können vertikal, horizontal oder diagonal ausgerichtet sein ([Bauer 2003, S. 113](#); [Holtbrügge und Welge 2010, S. 114](#); [Ebertz 2006, S. 30f](#); [Nass und Anderl 2011, S. 273](#)). Vertikale Kooperationen bezeichnen die Zusammenarbeit von Unternehmen, die unterschiedlichen Wertschöpfungsstufen angehören. Hierzu zählen beispielsweise Hersteller-Zulieferkooperationen. Unter horizontalen Kooperationen wird die Zusammenarbeit von Unternehmen der gleichen Wertschöpfungsstufe oder der gleichen Branche verstanden. Diagonale Kooperationen beschreiben die Zusammenarbeit von Unternehmen aus unterschiedlichen Wirtschaftszweigen. Ein wesentliches Merkmal

von diagonalen Kooperationen ist die Komplementarität der Ressourcen sowie die Schaffung von Mehrwerten für das eigentliche Kerngeschäft der beteiligten Partner (Ebertz 2006, S. 31).

Die Ressourcenprofile der Kooperationspartner können nach Art der in die Kooperation eingebrachten Ressourcen differenziert werden, die in additive und komplementäre Kooperationsmuster unterschieden werden können (Holtbrügge und Welge 2010, S. 114). Bei additiven Kooperationsmustern verfügen die Kooperationspartner über gleichartige Ressourcen und führen Handlungen synchron aus (John 2010, S. 64). Häufig sind dabei die Zielsetzungen gleichgerichtet und es wird versucht Synergieeffekte zu erzielen. Komplementäre Kooperationsmuster hingegen sind durch ergänzende Ressourcen gekennzeichnet. Hierbei tragen die Unternehmen durch ihre jeweilige Spezialisierung und dem Erreichen individueller Ziele zum Erreichen des Kooperationsziel bei.

Die Input-/ Output-Verteilung bezieht sich auf die Vereinbarung der in die Kooperation eingebrachten Ressourcen (Input) und die Verteilung sowie Verwertung der Kooperationsergebnisse (Output) (Ebertz 2006, S. 32f). Grundsätzlich kann hierbei unter einer getrennten und gemeinsamen Merkmalsausprägung unterschieden werden. In Bezug auf die Input-Verteilung bedeutet dies, dass die in die Kooperation eingebrachten Ressourcen als gemeinsames Eigentum oder als Eigentum eines individuellen Kooperationspartners betrachtet werden. Analog hierzu ist die Verteilung und Verwertung der Kooperationsergebnisse zu betrachten und es kann zwischen einer individuellen oder gemeinsame Verteilung und Verwertung unterschieden werden.

Die Anzahl der Partner sowie der Zeithorizont stellen weitere Differenzierungsmerkmale von Kooperationen dar (Hagenhoff 2004, S. 12f). Kooperationen zwischen zwei Partnern werden hierbei als bilateral und Kooperationen mit drei oder mehr Partnern als multilateral bezeichnet. Der Zeithorizont kann zwischen kurz-, mittel- und langfristig unterschieden werden. Langfristig kann hierbei eine Dauer von mehreren Jahren oder eine unbefristete Dauer annehmen, mittelfristige Kooperationen besitzen eine Dauern von mehreren Monaten bis zu einem Jahr und kurzfristige Kooperationen weisen eine Dauern von weniger als sechs Monate auf (Hagenhoff 2004, S. 11).

Hinsichtlich der Grundformen können Kooperationen in Kollusionen, Kartelle, Verbundgruppen, Verbände, Lizenzierung, Franchising, strategische Allianzen, Joint Ventures und Netzwerke unterteilt werden (Sydow und Duschek 2011, S. 81-111; Ebertz 2006, S. 35-42; Holtbrügge und Welge 2010, S. 114; Hagenhoff 2004, S. 13ff). Für F&E-Kooperationen sind vorrangig die Formen strategische Allianz, Joint-Ventures und Unternehmensnetzwerke von Relevanz (Hagedoorn 2002, S. 478).

2.3.1.1 Strategische Allianz

Wegen der unterschiedlichen Verwendung des Begriffs *strategische Allianz* kann in der Literatur keine einheitlich anerkannte Definition gefunden werden (Dacin et al. 2007, S. 170; Sydow und Duschek 2011, S. 104). Sydow (1992, S. 63) definiert strategische Allianzen als „... formalisierte längerfristige Beziehung zu anderen Unternehmen, die mit dem Ziel aufgenommen wird, eigene Schwächen durch Stärkenpotentiale anderer Organisationen zu kompensieren, und auf diese Weise die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens oder einer Gruppe von Unternehmen zu sichern und langfristig zu verbessern“. Strategische Allianzen werden vorrangig durch Kooperationsverträge formalisiert, die teilweise durch Kapitalbeteiligungen unterstützt werden (Ebertz 2006, S. 36; Sydow und Duschek 2011, S. 106). Obwohl strategische Allianzen alle drei Kooperationsrichtungen aufweisen können (Sydow und Duschek 2011, S. 104), finden sie hauptsächlich auf horizontaler Ebene statt (Ebertz 2006, S. 36).

2.3.1.2 Joint Venture

Joint-Ventures beschreiben in der Regel Gemeinschaftsunternehmen, bei der mindestens zwei Partner sich die Führung, die Kontrolle sowie das finanzielle Risiko für das Gemeinschaftsunternehmen teilen (Ebertz 2006, S. 37; Mellewigt 2003, S. 15; Sydow und Duschek 2011, S. 108). Die Eigentums- und Kontrollrechte sowie der Verteilungsschlüssel der Kooperationsergebnisse sind in der Regel von dem Eigenkapitalanteil der Kooperationspartner abhängig (Ebertz 2006, S. 37), wobei die tatsächliche Steuerung häufig nicht an die Eigenkapitalanteile der Kooperationspartner gekoppelt ist (Sydow und Duschek 2011, S. 110). Joint-Ventures bestehen häufig nur aus einer geringen Anzahl beteiligter Unternehmen (Ebertz 2006, S. 37).

2.3.1.3 Unternehmensnetzwerke

Unternehmensnetzwerke stellen - im Vergleich mit Joint Ventures und Strategischen Allianzen - eine junge Form der Unternehmenskooperationen dar, bei welcher es sich um eine „interorganisationale Form der Wertschöpfung, die durch eine polyzentrisch geführte Organisationsform charakterisiert ist und die sich durch komplexe kooperative und [relativ] stabile Beziehung zwischen rechtlich selbstständigen, wirtschaftlich jedoch - meistens partiell - abhängigen Unternehmen auszeichnet“ (Zentes und Swoboda 2002, S. 130). Unternehmensnetzwerke schließen vertikale und horizontale Kooperationsbeziehungen ein und verfügen mindestens über drei Teilnehmer (Ebertz 2006, S. 39f; Sydow 2010, S. 379f; Glückler 2012, S. 8). Hieraus ergibt sich ein breites Spektrum an unterschiedlichen Netzwerkformen, deren Möglichkeiten der Typologisierung

von Netzwerken „grenzenlos“ ist (Sydow 2010, S. 379). Eine Differenzierung in Bezug auf die Steuerungsform (hierarchisch oder heterarchisch) und zeitliche Stabilität (stabil oder dynamisch) von Unternehmensnetzwerken ermöglicht die Identifikation von vier verschiedenen Typen: (1) strategische Netzwerke, (2) regionale Netzwerke, (3) Projekt-netzwerke und (4) die virtuelle Unternehmung (Sydow 2010, S. 382). Die Einordnung der vier Netzwerktypen in Bezug auf deren Steuerungsform und zeitliche Stabilität ist im Bild 5 dargestellt. Die nachfolgende Erläuterung der vier Netzwerktypen basiert auf Sydow (2010, S. 382-387) und der dort aufgeführten Literatur.

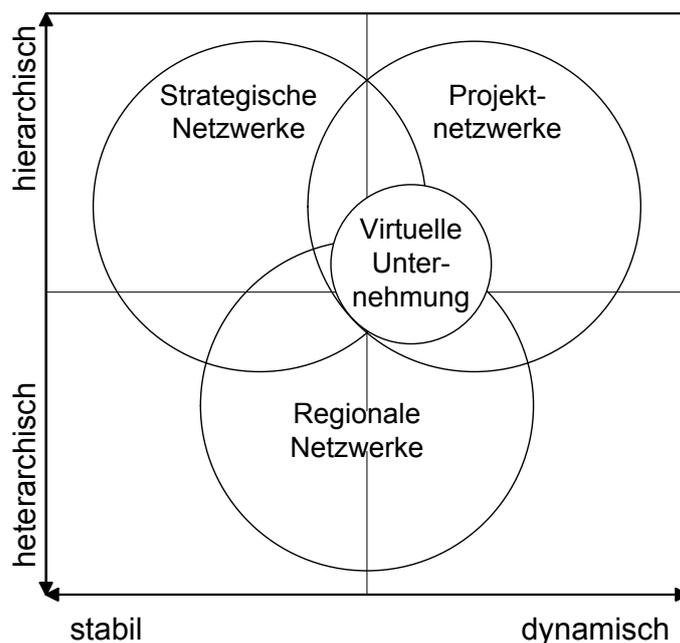


Bild 5: Eine Typologie interorganisationaler Netzwerke
Quelle: in Anlehnung Sydow (2010, S. 382)

Strategische Netzwerke werden von einem oder mehreren fokalen (dominierenden) Unternehmen geführt, die den zu bearbeitenden Markt, die zu nutzenden Strategien und Technologien sowie die Gestaltung der Netzwerke definieren. An strategischen Netzwerken sind Unternehmen unterschiedlicher Größe beteiligt, deren Netzwerkführerschaft in der Regel von den endverbrauchernahen Unternehmen übernommen wird. Bei regionalen Netzwerken handelt es sich um heterarchische Netzwerke, die aus kleinen und mittelständischen Unternehmen bestehen und sich in der Regel durch eine räumliche Agglomeration auszeichnen. Häufig werden regionale Netzwerke mit der Motivation des Erreichens von Skalen- und Verbundeffekten eingegangen. Die fehlende strategische Netzwerkführerschaft erschwert das Management regionaler Netzwerke. Die zeitliche Befristung unterscheidet Projektnetzwerke von strategischen und regionalen Netzwerken. Projektnetzwerke werden häufig für ein bestimmtes Vorhaben gegründet und verfügen im Vergleich zu strategischen und regionalen Netzwerken durch

eine erhöhte Fluktuation. Die Geschäftsbeziehungen zwischen den Mitgliedern von Projektnetzwerken bestehen jedoch häufig über den Zeitraum des Projektes hinaus. Ähnlich wie die strategischen Netzwerke werden Projektnetzwerke von einem oder mehreren fokalen Unternehmen geführt. Dies ermöglicht die Nutzung von Erfahrungen der Netzwerkmitglieder. Der verstärkte Einsatz interorganisationaler Informationssysteme bewirkt eine Organisationsform ökonomischer Aktivitäten, die als virtuelle Unternehmung bezeichnet wird. Hierbei handelt es sich eigentlich um Projektnetzwerke oder dynamische Netzwerke, die nur der Wirkung nach eine Unternehmung darstellen. Die vermehrt auftretenden Koordinations- und Integrationsprobleme dieser Organisationsform führten in den letzten Jahren zu einer Abkehr von dieser Organisationsform.

2.3.2 Formen vertikaler, horizontaler und multilateraler F&E-Kooperationen

In diesem Abschnitt soll auf die unterschiedlichen Formen vertikaler, horizontaler und multilateraler F&E-Kooperationen eingegangen werden. Die einzelnen Formen werden primär am Beispiel der Automobilindustrie erklärt, die im Rahmen der organisationsübergreifenden Zusammenarbeit in Forschung und Entwicklung eine Vorreiterrolle einnimmt (Zahn und Hülsmann 2007, S. 109f; Sydow 2010, S. 382f).

2.3.2.1 Vertikale Kooperation zwischen Hersteller und Zulieferer

Die Kooperation zwischen Herstellern und Zulieferern stellt den höchsten Anteil aller Kooperationen in Forschung und Entwicklung dar und findet primär im Rahmen von Entwicklungsprojekten statt. Die Einbindung von Partnern in die Produktentwicklung kann in jeder Phase des Produktentwicklungsprozess (PEP) stattfinden, siehe Bild 6. Der Zeitpunkt der Integration ist jedoch von der Rolle des Partners, seinen Fähigkeiten, dem Aufgabenspektrum und seiner Verantwortung in der Entwicklung abhängig (Petersen et al. 2005, S. 373; Kirst 2008, S. 95).

Kamath und Liker (1994, S. 158) identifizierten vier verschiedene Typen von Lieferanten in Abhängigkeit des Reifegrades: (1) Partner, (2) Mature, (3) Child und (4) Contract. Partner-Lieferanten stellen nur eine geringe Anzahl an Lieferanten dar, die als Full-Service-Provider betrachtet werden können (Kamath und Liker 1994, S. 158). Sie sind für komplette Subsysteme verantwortlich und partizipieren häufig bereits an Vorstudien des Endproduktes. Partner-Lieferanten besitzen technologische Fähigkeiten und Know-How, welche die des Abnehmers übersteigen. Die Spezifikationen werden vom Partner aus den Anforderungen des Endproduktes und dem Konzept des Herstellers

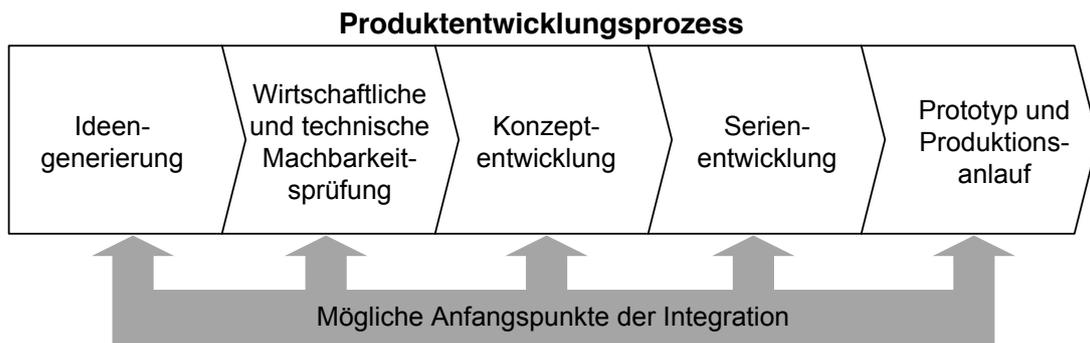


Bild 6: Mögliche Zeitpunkt der Partnerintegration
 Quelle: in Anlehnung an Handfield et al. (1999, S. 62)

abgeleitet. Partner-Lieferanten verantworten die Entwicklung und Konstruktion selbstständig ohne Einwirken des Abnehmers (Kirst 2008, S. 99). Diese Integrationsform wird als „Black Box“ bezeichnet, da die Entwicklungstransparenz für den Abnehmer nicht gegeben ist (Petersen et al. 2005, S. 378).

Mature-Lieferanten unterscheiden sich hauptsächlich durch ihre geringeren technologischen Fähigkeiten von den Partner-Lieferanten (Kamath und Liker 1994, S. 158). Sie besitzen weniger Möglichkeiten der Einflussnahme auf die Entwicklung und bekommen vom Abnehmer kritische Spezifikationen, Schnittstellenanforderungen und Bauraumrestriktionen mitgeteilt. Die Integration von Mature-Lieferanten findet vorrangig in der Phase „Konzeptentwicklung“ statt und kann als „Gray Box Integration“ bezeichnet werden (Petersen et al. 2005, S. 378). Die Verantwortung für das Modul oder Bauteil liegt primär beim Mature-Lieferanten; system-kritische Tests werden allerdings vom Abnehmer durchgeführt.

Child-Lieferanten werden zum Zeitpunkt der Serienentwicklung in das Vorhaben integriert (Kamath und Liker 1994, S. 164). Sie entwickeln auf Basis von detaillierten Vorgaben des Abnehmers einfache Module oder Bauteile. Diese Integrationsform wird als „White Box“ bezeichnet (Petersen et al. 2005, S. 378). Sie besitzen keinen Einfluss auf die Spezifikation und werden häufig aus kapazitiven Gründen in das Entwicklungsvorhaben integriert.

Contract-Lieferanten übernehmen keine Entwicklungsaufgaben im Rahmen des Entwicklungsvorhabens, sondern fertigen Bauteile und Komponenten auf Basis der Vorgaben des Abnehmers (Kamath und Liker 1994, S. 164). Sie werden vorrangig zum Zeitpunkt der Phase „Prototyp und Produktionsanlauf“ in das Vorhaben integriert. Trotz des geringen produktspezifischen Know-Hows weisen sie häufig relevante produktionsprozessspezifische Fähigkeiten auf, wodurch sie für den Abnehmer erschwert zu substituieren sind. Tabelle 3 zeigt die Aufgabenausprägungen der vier unterschiedlicher Lieferantentypen.

Tabelle 3: Aufgabenausprägungen unterschiedlicher Lieferantentypen
 Quelle: in Anlehnung an [Kirst \(2008, S. 100f\)](#)

	Partner	Mature	Child	Contract
Entwicklungs- und Konstruktionsverantwortung	Lieferant	Großteil Lieferant	Abnehmer und Zulieferer gemeinsam	Abnehmer
Produktkomplexität	Komplettes Subsystem	Komplexes Modul / Bauteil	Einfaches Modul	Bauteil / Standardteil
Detaillierungsgrad der Spezifikationen vom Abnehmer	Konzept	Kritische Spezifikationen	Detaillierte Spezifikationen	Komplettes Design
Einfluss des Lieferanten auf die Spezifikationen	Gemeinsame Abstimmung	Einfluss durch Verhandlung	Beratenden Einfluss	Keinen Einfluss
Zeitpunkt der Lieferantenintegration	Ideengenerierung	Konzeptentwicklung	Serienentwicklung	Prototyp
Produkt- und Prozessvalidierungsverantwortung des Lieferanten	Komplett z. T. mit Sublieferanten	Hauptverantwortung	Teilweise	Geringe
Technologische Fähigkeiten des Lieferanten	Autonom	Hoch	Mittel	Niedrig
Entwicklungstransparenz	Black Box	Gray Box	White Box	None
Integrationsintensität im PEP	Sehr hoch	Hoch	Mittel	Niedrig
Anzahl potenzieller Lieferanten	Sehr wenige	Beschränkte Auswahl	Viele	Sehr viele

In der Literatur sind ferner drei Kooperationsformen zwischen Hersteller und Lieferant zu finden, die über einen hohen Integrationsgrad verfügen und in Bezug auf die Klassifizierung nach [Kamath und Liker \(1994\)](#) die Integration von Partner- oder Mature-Lieferanten forcieren: (1) Systemlieferant, (2) Wertschöpfungspartner und (3) Systempartnerschaft. Die Kooperationsformen *Wertschöpfungspartner* und *Systempartnerschaft* werden häufig als vertikale Kooperationsform beschrieben ([Wildemann 1992, S. 400ff](#); [Steinhorst 2005, S. 68ff](#)), jedoch weisen sie Elemente von Unternehmensnetzwerken auf und können daher auch als multilaterale Kooperationsform betrachtet werden.

Bei Systemlieferanten handelt es sich um Partner mit großem Leistungsumfang, die über ein hohes Problemlösungspotential in Entwicklung und Produktion verfügen. Sie grenzen sich von den anderen Lieferantentypen insbesondere durch das hohe Maß an Komplexität und Spezifität der in das Endprodukt eingebrachten Leistungen ab (Steinhorst 2005, S. 67f). Systemlieferanten können in Systemspezialisten, Modullieferanten und Systemintegratoren unterteilt werden (Freudenberg und Klenk 1996, S. 54). Systemspezialisten erbringen komplexe Entwicklungsleistungen und unterstützen eine herstellerübergreifende Standardisierung, während Modullieferanten die Montage und Logistik komplexer Systeme während des Lebenszyklus übernehmen. Systemintegratoren fassen die Leistungen der Modullieferanten und Systemspezialisten zusammen und verfügen dabei über durchschnittliche technologie- und produktbezogene Integrationsfähigkeiten.

Eine weitere Form der Kooperation zwischen Hersteller und Lieferanten stellt die Wertschöpfungspartnerschaft dar. Wertschöpfungspartner sind „...eine kleine Gruppe selbstständiger Unternehmen, die den Güter- und Leistungsstrom gemeinsam organisieren“ (Johnston und Lawrence 1989, S. 81f). Wertschöpfungspartnerschaften zeichnen sich durch eine hohe Kommunikation aus (Steinhorst 2005, S. 68). Die hohe Kommunikation und die enge Kooperation zwischen den Partnern erlaubt die schnelle und kostengünstige Koordination innovativer Produkte und Prozesse (Wildemann 1992, S. 404). Wildemann (1992, S. 403f) beschreibt daher Wertschöpfungspartner als System- und Problemlöser, die über ein umfassende Produkt- und Produktionskompetenzen verfügen.

Bei der Systempartnerschaft handelt es sich um eine weitere Kooperationsform mit hohem Integrationsgrad. Systempartnerschaften stellen „einerseits ein ganzheitliches Modell im Sinne eines fokalen Netzwerks und andererseits ein bilaterales Modell für die Gestaltung einzelner Beziehungen“ dar (Steinhorst 2005, S. 72). Hierbei handelt es sich in Bezug auf die Lieferantenklassifizierung nach Kamath und Liker (1994) um Partner-Lieferanten. Die Eigenschaften der Systempartner entsprechen denen der Partner-Lieferanten in Tabelle 3. Folglich werden sie frühzeitig in F&E-Vorhaben eingebunden, übernehmen die eigenverantwortliche Entwicklung eines Systems und die Koordination sowie Kontrolle der beteiligten Sublieferanten (Steinhorst 2005, S. 72f). Hierdurch entstehen jedoch multilaterale Beziehungen (Arnold 2007, S. 218), weshalb die Einordnung der Systempartnerschaft als vertikale Kooperationsform irreführend sein kann. Nur in Bezug auf die Zusammenarbeit mit dem Abnehmer handelt es sich bei der Systempartnerschaft um eine bilaterale vertikale Kooperation.

2.3.2.2 Horizontale Kooperation - Strategische Allianz von Herstellern

Während vertikale F&E-Kooperationen häufig und in vielfältiger Form auftreten, sind horizontale F&E-Kooperationen seltener (Steinhorst 2005, S. 61). Strategische Allianzen in Forschung und Entwicklung werden in der Regel zum Zweck der langfristigen Wettbewerbssteigerung durch Technologieentwicklungen eingegangen, jedoch erschwert das Konkurrenzverhältnis der beteiligten Partner oftmals eine erfolgreiche Kooperation (Wallentowitz et al. 2009, S. 47). Die Kooperationspartner in strategischen F&E-Allianzen sind in der Regel homogen. Dies bedeutet, dass sie sich in Bezug auf ihre Kultur und Unternehmensgröße nicht oder nur begrenzt unterscheiden (Wallentowitz et al. 2009, S. 47).

Zwar treten horizontale strategische Allianzen in Forschung und Entwicklung weniger häufig als vertikale Kooperationen auf, dennoch können - insbesondere in der Automobilindustrie - strategische Allianzen in Forschung und Entwicklung als auch anderen Bereichen zwischen Herstellern gefunden werden. Hierzu zählen z.B. die Weiterentwicklung der Brennstoffzellentechnologie durch Ford und Daimler-Chrysler (Steinhorst 2005, S. 61), die Entwicklung der Hybridtechnologie durch BMW, Daimler-Chrysler und General Motors (Wallentowitz et al. 2009, S. 47f) als auch die Kooperation zwischen Toyota und General Motors im Rahmen der „*New United Motor Manufacturing, Inc. (NUMMI)*“ (Turner 1990, S. 78f; Inkpen 2008, S. 447f). Die strategische Allianz zwischen Toyota und General Motors erfolgte nicht im Bereich Forschung und Entwicklung, sondern verfolgte das Ziel des gegenseitigen Lernens. Die Kooperation wurde einerseits zum Erlernen und Übertragung des Toyota-Produktionssystems auf andere General Motors Standorte eingegangen, andererseits wollte Toyota den amerikanischen Automobilmarkt besser kennenlernen (Turner 1990, S. 78).

Die Erfolgsquote strategischer Allianzen ist im Vergleich zu vertikalen Kooperationen deutlich geringer. Von den oben genannten drei strategischen Allianzen wurde z.B. die Allianz zwischen Ford und Daimler-Chrysler bereits nach einem Jahr beendet, obwohl diese auf 20 Jahre angelegt war⁴ (Steinhorst 2005, S. 61). Auch die Kooperation zwischen Toyota und General Motors ist nicht in allen Bereichen erfolgreich gewesen. Während Toyota von der Kooperation erfolgreich profitierte, konnte General Motors seine Ziele nur bedingt erreichen. Dies war vor allem dem hohen Widerstand der US-Gewerkschaften und des Managements von General Motors gegenüber dem Toyota-Produktionssystem geschuldet (Turner 1990, S. 84f).

⁴Die strategische Allianz zwischen Ford und Daimler-Chrysler wurde 2001 geschlossen. Die Auflösung der strategischen Allianz resultierte aus internen Problemen und nicht aus der Auflösung der Fusion zwischen Daimler und Chrysler.

2.3.2.3 Multilaterale Kooperation - Forschung und Entwicklung in Netzwerken

Der Trend zur organisationsübergreifenden, multilateralen Zusammenarbeit in Forschung und Entwicklung ist besonders in der Automobilindustrie zu erkennen (Schlick und Killich 2006, S. 154). Die technologischen Entwicklungen der letzten Jahre hat diesen Effekt zudem verstärkt (Bullinger und Warschat 2007, S. 199). Multilaterale Kooperationen in Forschung und Entwicklung stellen häufig die einzige Möglichkeit dar, die komplexen Entwicklungsaufgaben zu bewältigen (Wildemann 2006, S. 235; Johnsen 2009, S. 193). Die OEMs vergeben aber auch Entwicklungsaufgaben an Zulieferer wegen deren ausgeprägten Technologiekompetenzen (Wildemann 2006, S. 245). Ein signifikanter Anteil von Innovationen wird daher auch von Zulieferunternehmen realisiert (Bullinger und Warschat 2007, S. 203). Hierdurch erhöht sich die organisatorische Verflechtung, die Unternehmen durch ihre Komplexität vor Herausforderungen stellen (Jahns und Hartmann 2007, S. 130). Die Misserfolgsquote von Unternehmensnetzwerken ist signifikant und wird über alle Branchen hinweg auf 50% geschätzt (Zahn und Hülsmann 2007, S. 110).

Auf Basis der japanischen Keiretsus⁵ haben sich in der europäischen Automobilindustrie Wertschöpfungsnetzwerke, zu denen im weiteren Sinne auch die in Kapitel 2.3.2.1 genannten Formen der Wertschöpfungs- und Systempartnerschaft gehören, als spezielle Form von Unternehmensnetzwerken zur Entwicklung von Produkten und anschließender Leistungserbringung etabliert (Norbert Gronau and Claudia Müller 2006, S. 110; Jahns und Hartmann 2007, S. 113; Kratzer et al. 2011, S. 303). Primäres Motiv multilateraler F&E-Kooperationen ist die Bündelung komplementärer Ressourcen bzw. Kompetenzen (Zahn et al. 2006, S. 141; Sala et al. 2011, S. 20). Die gemeinsame Nutzung der komplementären Ressourcen und Kompetenzen ermöglicht die Entstehung von Know-How-Vorsprüngen, die als Markteintrittsbarriere für Wettbewerber gesehen werden können (Schlick und Killich 2006, S. 130; Freel und de Jong 2009, S. 881). Hierdurch bekommt die intensive Zusammenarbeit mit leistungsfähigen Partnern eine strategisch relevante Bedeutung für den Unternehmenserfolg (Arnold 2007, S. 216; Ojasalo 2008, S. 75).

Die Besonderheit multilateraler F&E-Kooperationen liegt in der Unsicherheit der gemeinsam zu erstellenden Leistung (Koller et al. 2006, S. 31; Arranz und Fernandez de Arroyabe 2006, S. 864). Daraus ergibt sich auch die Problematik der Partnerwahl, da häufig keine konkrete Idee über das Ergebnis der Kooperation vorhanden ist (Koller et al. 2006, S. 35; Ojasalo 2008, S. 71). Die Auswahl der Partner erfolgt daher oft-

⁵Bei Keiretsus handelt es sich um branchenübergreifenden Verbände japanischer Konzerne, denen neben Banken und Handelshäusern auch Industrieunternehmen angehören. Diese Verbände zeichnen sich durch ihrer traditionelle wechselseitige Kapitalverflechtungen aus (Tung 2002, S. 96; Steinhorst 2005, S. 6).

mals „proaktiv“ (Koller et al. 2006, S. 36). Das fokale Unternehmen bespricht in den frühen Phasen nur die groben Zielvorstellungen mit potentiellen Partnern; erst im späteren Verlauf findet eine problembezogene Erweiterung der Partner statt (Koller et al. 2006, S. 36). Jedoch stammen nicht selten Ideen aus bereits vorher gemeinsam absolvierten Projekten, daher sind dem Initiator die Partner bekannt (Koller et al. 2006, S. 36).

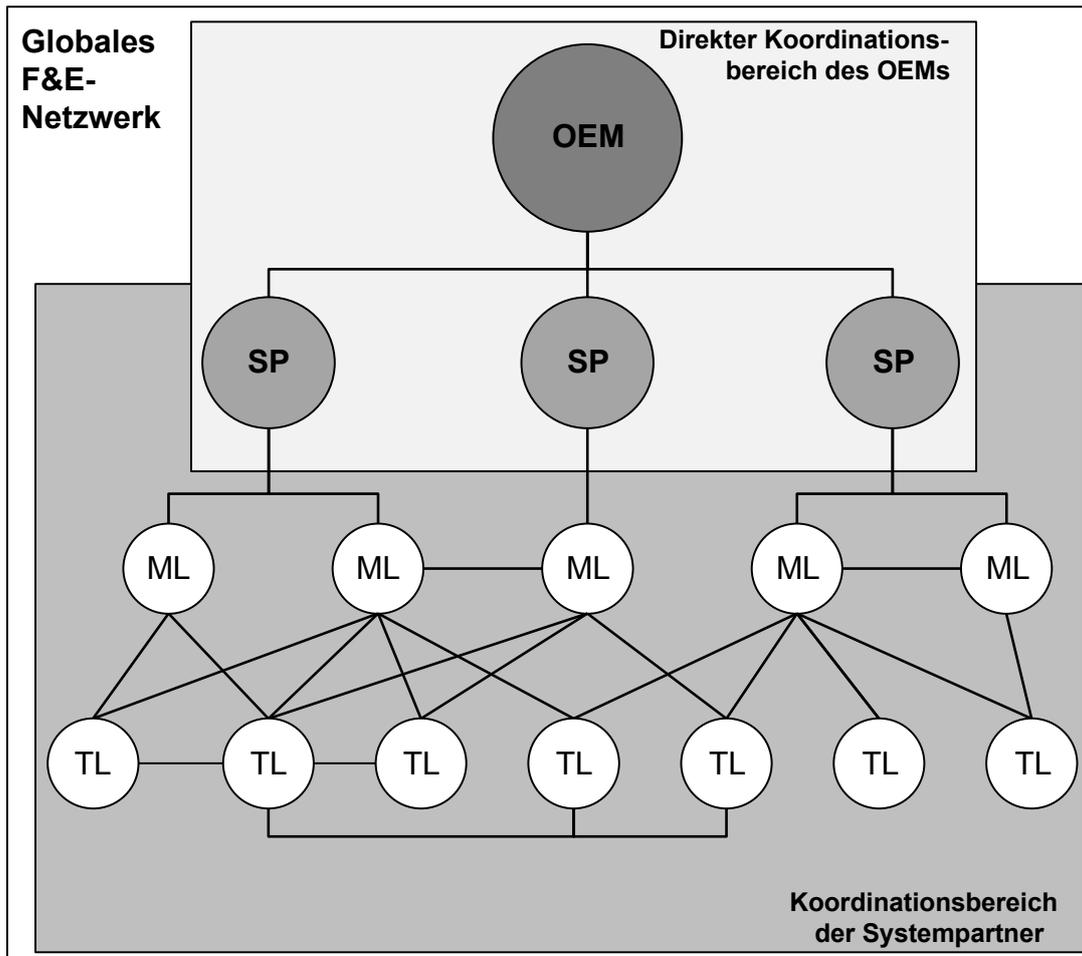
Die Vervollständigung des Ressourcenportfolios dient als Grundlage der Partnerwahl, die multilaterale Kooperation kann daher als Bündel von Ressourcen verstanden werden (Koller et al. 2006, S. 37; Sala et al. 2011, S. 27; Enkel et al. 2009, S. 313). Die Partner sollten über die Bereitschaft zum Wissensaustausch und zur Wissensnutzung verfügen. Insbesondere in frühen Phasen des F&E-Vorhabens erfordert die Abstimmung zwischen den beteiligten Unternehmen die Herausgabe von strategischen Informationen und Know-How (Kersten et al. 2006, S. 253). Hierfür ist das Vertrauen in die Partner Voraussetzung (Koller et al. 2006, S. 37ff; Das und Teng 2001, S. 255f; Hurmelinna-Laukkanen et al. 2012, S. 555). Wissensverlust kann in Netzwerken jedoch nicht vermieden werden (Jahns und Hartmann 2007, S. 134). Dies bedeutet, dass Unternehmen die Möglichkeit nutzen Kompetenzen bei Partnern zu identifizieren, zu evaluieren und im eigenen Unternehmen zu implementieren (Zahn et al. 2006, S. 135) und damit opportunistisches Verhalten aufzeigen (Jahns und Hartmann 2007, S. 134; Hamel 1991, S. 86).

Die vertragliche Gestaltung multilateraler Kooperationen ist schwierig, da einerseits in den frühen Phasen nicht alle Partner bekannt sind und andererseits die Ziele der Kooperation nur grob beschrieben werden können (Koller et al. 2006, S. 44). Je konkreter die Ziele der Kooperation definiert werden können, umso besser kann eine vertragliche Gestaltung der multilateralen Kooperation stattfinden. Problematisch ist auch die Regelung der Aufwands- und Ertragsverteilung (Koller et al. 2006, S. 57f). Bei multilateralen F&E-Vorhaben besteht daher die Herausforderung, dass Aufwände und Erträge ungleich auf die Kooperationsmitglieder verteilt sein (Böhmman und Krcmar 2006, S. 97) und somit zu asymmetrischen Machtverteilungen innerhalb der Kooperation führen können (Zahn und Hülsmann 2007, S. 122; Hanaki et al. 2010, S. 396f).

Während in der Vergangenheit die eigene Entwicklungsfähigkeit ausreichte, ist heute die Fähigkeit multilaterale F&E-Kooperationen zu managen, zum Erfolgsfaktor geworden (Bullinger und Warschat 2007, S. 205f). Jedoch gestaltet sich das Management multilateraler F&E-Kooperationen schwierig. In Bezug auf die Klassifizierung nach Sydow (2010, S. 382) können sie sowohl als strategisches Netzwerk als auch als Projekt Netzwerk bezeichnet werden, da nicht alle beteiligten Partner über den Gesamtzeitraum des F&E-Vorhabens oder über den gesamten Produktlebenszyklus beteiligt

sind. Dies betrifft vor allem Ingenieurbüros oder Beratungsunternehmen, die in F&E-Vorhaben integriert werden. In der Automobilindustrie führen die komplexen Bauteile, die eine intensive Kooperation zwischen den beteiligten Unternehmen erfordern, zu eher langfristig angelegten Netzwerken (Kersten et al. 2006, S. 252; Oxley und Sampson 2004, S. 727f), die häufig als strategische Netzwerke aufgefasst werden (Sydow 2010, S. 382f).

Das Management netzwerk-pyramidenförmiger F&E-Kooperationen, wie sie in der Automobilindustrie anzufinden sind, gestaltet sich noch schwieriger. Die OEMs bestimmen die Auswahl der Systempartner und übertragen ihnen zum Teil die Koordinationsfunktion, welche wiederum ihre Komponenten- bzw. Teilelieferanten netzwerkförmig organisieren (Sydow 2010, S. 383). Hierdurch entsteht ein globales F&E-Netzwerk, siehe Bild 7, das sich aus verschiedenen Sub-Netzwerken zusammensetzt und je nach Betrachtungsperspektive von unterschiedlichen Organisationen geführt wird. Der OEM übernimmt die Koordination der Systempartner, die wiederum die Koordination der Modul- und Teilelieferanten übernehmen. In Abhängigkeit der Komplexität des zu entwickelnden Systems erfolgt eine weitere Koordinationsverlagerung von Entwicklungsaufgaben durch einen Systempartner an die Modullieferanten. Der OEM als fokales Unternehmen muss, wenn er auch die Gestaltung der indirekten Beziehungen zwischen ihm und den Komponentenlieferanten im Rahmen des Netzwerkmanagements koordinieren will, besondere Fähigkeiten aufweisen (Sydow 2010, S. 383). Für die Systempartner und Modullieferanten bedeutet dies, dass sie einerseits nur in begrenztem Umfang eigenständig ihr eigenes Netzwerk gestalten können, da die anzulegenden Auswahlkriterien durch die OEMs vorgeben sind, andererseits von den OEMs respektive den Systempartnern strategisch geführt werden (Sydow 2010, S. 383). Die Komplexität des Managements von F&E-Netzwerken wird durch die Verflechtung von Modul- oder Komponentenlieferanten noch verstärkt. So können beispielsweise Modullieferanten, die von unterschiedlichen Systempartnern geführt werden, gemeinsam F&E-Kooperationen zur Erreichung der Zielsetzung der übergeordneten F&E-Kooperation eingehen. Ferner ist auch die Kooperation zwischen OEMs innerhalb eines Vorhabens denkbar, die gemeinsam eine Plattform entwickeln, Systeme und Module von gemeinsamen Lieferanten beziehen, jedoch zur Differenzierung des Endproduktes zusätzliche Partner in das Vorhaben aufnehmen bzw. sich von vorhandenen Partnern unterschiedliche Systeme oder Module entwickeln lassen. Ein Beispiel hierfür ist die Entwicklung des Mercedes Benz Citan, der auf Basis des Renault Kangoo im Rahmen einer Kooperation entworfen wurde (Maltzan 2012, S. 54). Im Rahmen dieser Kooperation haben Renault und Mercedes Benz gemeinsam eine Plattform entwickelt, die anschließend zur Differenzierung unterschiedlicher Automobile genutzt wurde.



TL= Teilelieferant | ML= Modullieferant | SP=Systempartner

Bild 7: Beispielhafte Darstellung von netzwerk-pyramidenförmigen F&E-Kooperationen in der Automobilindustrie
Quelle: Eigene Darstellung

Eine weitere Herausforderung stellt die Dynamik von F&E-Netzwerken dar. Aus der system-evolutionären Sicht sind multilaterale F&E-Kooperationen „komplexe, evolutive Systeme, die sich laufend an Veränderungen nicht nur ihrer internen, sondern vor allem ihrer externen Kontexte adaptieren“ (Zahn et al. 2006, S. 139). Die Dynamik multilateraler F&E-Kooperationen wird durch das geplante als auch ungeplante Ein- und Austreten von Partnern in das F&E-Vorhaben, durch Veränderungen der Art der Beziehung (z.B. vertrauensvoll oder opportunistisch) zwischen einzelnen Partnern als auch durch die Topologie des F&E-Netzwerkes beeinflusst (Hanaki et al. 2010, S. 396f; Gill und Butler 2003, S. 547). Insbesondere bei langjährigen, komplexen F&E-Vorhaben, wie z.B. der Entwicklung eines Passagierflugzeuges, deren Entwicklungszeit bis zu zehn Jahre betragen kann (Holzmann und Shenhar 2010, S. 4), können Veränderungen des F&E-Netzwerkes nicht ausgeschlossen bzw. vermieden werden. Unternehmensnetzwerke sind daher so zu gestalten, dass sie Veränderungen der Umwelt ermöglichen und die dafür erforderliche „absorptive capacity“ bzw. „dynamic ca-

pabilities“ aufweisen (Koller et al. 2006, S. 69). Ferner ist regelmäßig im Laufe der Kooperation spätestens jedoch nach Beendigung des F&E-Vorhabens zu prüfen, ob die Kooperation beendet werden soll oder gegebenenfalls mit geänderter oder neuer Zielsetzung weitergeführt werden kann (Koller et al. 2006, S. 68; Das und Kumar 2011, S. 688).

Die Durchführung von F&E-Aktivitäten in Netzwerken führt zu Chancen und Risiken für die beteiligten Unternehmen (Sydow 2010, S. 387f). Während die Chancen der Netzwerkorganisation wie z.B. die Steigerung der strategischen Flexibilität, die Verteilung des unternehmerischen Risikos, das interorganisationale Lernen oder das Erlangen neuen Prozesswissens als Motivationsgrund für das Eingehen multilateraler F&E-Vorhaben gesehen werden, sind die Risiken der nur partiellen Systembeherrschung, des potentiellen Verlusts von Kernkompetenzen sowie der Abhängigkeit bei der Teilnahme an multilateralen F&E-Vorhaben zu berücksichtigen (Sydow 2010, S. 388).

2.4 Risiken in Forschungs- und Entwicklungskooperationen

Die Charakteristika von Forschung und Entwicklung, insbesondere der Umgang mit der ex anten Unsicherheit der Ergebnisse, führen zu einem erhöhten Risiko bei F&E-Vorhaben (Specht et al. 2002, S. 25). Keizer et al. (2005, S. 300) bezeichnet ein F&E-Vorhaben als risikobehaftet, „... if (1) the likelihood of a bad result is considerable, (2) the impact on the success of the NPD [new product development] project is great and (3) the ability of the team to influence it within the time and resource limits of the project is small“. Durch die Natur von F&E-Vorhaben sind die Rahmenbedingungen von Keizer et al. (2005, S. 300) bei der Mehrzahl aller Entwicklungsvorhaben erfüllt. Daher weisen F&E-Vorhaben stets ein erhöhtes Risiko auf.

Bei ausschließlich intern durchgeführten Entwicklungsvorhaben werden klassischerweise das technische Risiko sowie die Zeit-, Kosten-, Qualitäts- und Vermarktungsrisiken betrachtet (Specht et al. 2002, S. 26; Lührig 2006, S. 86). Das technische Risiko bezeichnet hierbei die Unsicherheit des Findens einer für die Problemstellung geeigneten technischen Lösung, während die Zeit-, Kosten- und Qualitätsrisiken negative Abweichungen in Bezug auf die geplante Dauer, das veranschlagte Budget bzw. den vereinbarten oder erwarteten Merkmalen beschreiben. Das Vermarktungsrisiko hingegen subsumiert alle Unsicherheiten, die aus der Markteinführung, dem erwarteten Preis und der Akzeptanz des Produktes durch Kunden am Markt resultieren.

Bei Forschungs- und Entwicklungskooperationen ist die Beschränkung auf die oben genannten Risiken jedoch nicht zielführend, da durch die Kooperation selbst Risiken

entstehen, die in relationale Risiken und Leistungsrisiken unterteilt werden können (Das und Teng 1996, S. 830; Ebertz 2006, S. 51). Die relationalen Risiken betreffen die eigentliche kooperative Zusammenarbeit, während die Leistungsrisiken aus der Interaktion der Unternehmen mit ihrer Umwelt resultieren (Das und Teng 1996, S. 830; Das und Teng 1998b, S. 25). Die Ursache für die Leistungsrisiken können sowohl externer als auch interner Natur sein (Ebertz 2006, S. 51).

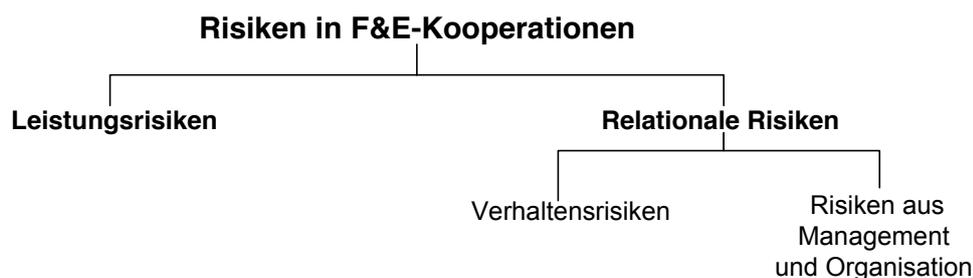


Bild 8: Risikokategorien in F&E-Kooperationen
Quelle: in Anlehnung an John (2010, S. 108)

In einer Weiterentwicklung der Risikosystematisierungsansatzes von Das und Teng (1996), unterteilt John (2010, S. 107), mit Fokus auf vertikale Entwicklungsoperationen, die relationalen Risiken zudem in Verhaltensrisiken und Risiken aus Management und Organisation, siehe Bild 8. Die Verhaltensrisiken beziehen sich auf Ursachen innerhalb der Kooperation und resultieren aus dem Verhalten und/oder der Einstellung der einzelnen Partner (John 2010, S. 109). Risiken aus Management und Organisation inkludieren Gefahren, die durch die Kooperation begründet werden, jedoch nicht zu den Verhaltensrisiken gehören (John 2010, S. 125). Hierzu zählen beispielsweise Risiken der Informationstechnik, Risiken aus Haftungsfolgen oder Schnittstellenprobleme. Die Leistungsrisiken beinhalten alle Gefahren, die mit der aus dem unmittelbaren Tätigkeitsbereich Entwicklung hervorgerufen werden (John 2010, S. 135). Die von John (2010, S. 109-144) unter den Risikokategorien eingeordneten Einzelrisiken können Tabelle 4 entnommen werden. In einer empirischen Untersuchung der Einzelrisiken wurden die Risiken *Hoher Koordinationsaufwand*, *Mangelnde Kommunikation*, *Schnittstellenprobleme* sowie *Ungewollter Know-How-Abfluss* als Risiken mit der höchsten Schadensersparnis identifiziert (John 2010, S. 292).

In einer Literaturanalyse zum Thema kollaborative Produktentwicklung identifizierten Büyükoçkan und Arsenyan (2012, S. 51f) den Abfluss von Know-How, zusätzlichen Kosten- und Zeitaufwand für das Management der Kooperation, den Verlust der Kontrolle über das F&E-Vorhaben, mangelnde Kommunikation sowie fehlendes Vertrauen als Hauptrisiken kooperativer Produktentwicklungen. Die Ergebnisse der Literaturre-

Tabelle 4: Einordnung von Einzelrisiken in die Risikokategorien
 Quelle: in Anlehnung an John (2010)

Risikokategorie	Einzelrisiko
Verhaltensrisiken	Opportunistisches Verhalten Mangelndes Vertrauen Fehlendes Commitment Mangelnde Kommunikation Negative Einstellung gegenüber der Partnerschaft Ausnutzung von Machtasymmetrien Ungewollter Know-How-Abfluss Strategischer Misfit Kultureller Misfit
Risiken aus Management und Organisation	Wahl des falschen Partners Schnittstellenprobleme Hoher Koordinationsaufwand Risiken aus fehlender Balance zwischen Stabilität und Flexibilität Risiken aus der Informationstechnik Risiken aus Haftungsfolgen Fehlender Schutz geistigen Eigentums Finanzwirtschaftliche Risiken
Leistungsrisiken	Mangelnde Leistungsfähigkeit Entwicklungsrisiko Vermarktungsrisiko Abhängigkeit vom Partnerunternehmen Hoher Änderungsaufwand

cherche decken sich mit den Ergebnissen der empirischen Untersuchung von John (2010).

Während eine Vielzahl an Autoren Risiken von kooperativen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben untersucht haben (siehe Tabelle 2), existieren für kooperative F&E-Vorhaben wenige Ansätze zum Management dieser Risiken. John (2010, S.207) schlägt ein Scoring-Modell für Risiken in vertikalen Entwicklungskooperationen vor, indem die Einzelrisiken auf Basis einer 5er-Skala bewertet und anschließend auf durch Gewichtung der Risikokategorien in einen Punktwert überführt werden. Empfehlungen zur Bedeutung der Punktwerte werden nicht ausgesprochen, ebenso fehlt eine konzeptionelle oder empirische Validierung des Scoring-Modells. Als weitere Handlungsalternative wird eine Risikomatrix bestehend aus den zwei Dimensionen Risikoausmaß und Eintrittswahrscheinlichkeit vorgestellt (John 2010, S. 239). Innerhalb der Risikomatrix wird der Handlungsbedarf in Abhängigkeit des Risikoausmaß und der Eintrittswahrscheinlichkeit festgelegt. Sofern das Risikoausmaß und die Eintrittswahrscheinlichkeit auf einer linearen 5er-Skala bewertet werden, wird ein direkter Handlungsbedarf bei Risiken, die wahlweise ein Risikoausmaß oder eine Eintrittswahrschein-

lichkeit größer vier aufweisen, empfohlen. Dieser Ansatz ist jedoch kritisch zu bewerten, da die Einordnung eines Einzelrisikos in die Dimensionen Risikoausmaß und Eintrittswahrscheinlichkeit von unterschiedlichen Personen verschieden aufgefasst werden kann.

Ein weiterer Ansatz wurde von Lührig (2006, S. 111-125) entworfen. Für die Produktentwicklung in der Automobilindustrie wurde ein Risikokurzdiagnoseverfahren mit 96 Dimensionen von Risiko- und Erfolgsfaktoren entwickelt. Innerhalb des Risikokurzdiagnoseverfahrens folgt durch einen Fragenkatalog zu den fünf Themengebieten (1) Vorentwicklung und F&E, (2) Produktkonzeptentwicklung, (3) Serienentwicklung, (4) Produktionsanlauf und (5) Querschnittsthemen eine Bewertung der Gesamtsituation. Bei der Beantwortung der einzelnen Fragen kann der Nutzer zwischen den „Best Practice“, „Industriestandard“ und „Erhöhtes Risiko“ wählen. Bei näherer Betrachtung des Fragenkatalogs ist festzustellen, dass der Anteil der Fragen zu kooperationspezifischen Risiken sehr gering ist. Das Risikokurzdiagnoseverfahren sollte daher nach Meinung des Autors nicht bei F&E-Vorhaben mit hohem Kooperationsanteil angewandt werden.

2.5 Stabilität von Kooperationen

Mit dem vermehrten Auftreten von Kooperationen in der Unternehmenswelt, haben verschiedene Autoren sich mit der Erfolgsquote und der Stabilität von Kooperationen beschäftigt. Unabhängig von der Kooperationsrichtung, der Kooperationsform und dem Kooperationsbereich konnte in zahlreichen empirischen Studien die geringe Stabilität von Kooperationen festgestellt werden (Das und Teng 2000, S. 78), siehe auch Tabelle 5 mit Fokus auf Kooperationen in Forschung und Entwicklung. Insbesondere mit der erhöhten Leistungserstellung und dem erhöhten Leistungsaustausch in Unternehmensnetzwerken gewinnt die Stabilität von Unternehmensnetzwerken zunehmend an Bedeutung (Arnold 2007, S. 221; Bogenstahl 2012, S. 179), da das Scheitern von Netzwerken und dessen Gründe „*bislang nur sehr unzureichend untersucht*“ ist (Möller 2006, S. 98).

Obwohl die Stabilität von Kooperationen Gegenstand zahlreicher Publikationen war, steht sie immer noch im Fokus der Kooperationsforschung (Teusler 2008, S. 4f). Bei der Analyse der zahlreichen Publikationen zum Thema „Stabilität von Kooperationen“ wird deutlich, dass keine allgemeingültige Definition der *Stabilität von Kooperationen* vorliegt und viele der Autoren keine eigene Definition angeben. Eine Übersicht der unterschiedlichen Definitionsformen von Stabilität kann Tabelle 6 entnommen werden.

Tabelle 5: Scheiterungsraten von Kooperationen

Autor	Scheiterungsrate	Art der Untersuchung	Kooperationsbereich	Definition gemäß Tabelle 6
Kogut (1989)	46,3%	empirisch, n=140	diverse, u.a. F&E	2.
Brockhoff et al. (1991)	1,4%	empirisch, n=135	F&E	1.
Forrest und Martin (1992)	21,3%	empirisch, n=42	F&E	n/a
Dacin et al. (1997)	50-60%	empirisch, keine Angabe	diverse, u.a. F&E	n/a
Sivadas (2000)	70%	empirisch, n=95	F&E	2
Larimo (2006)	67,7%	empirisch, n=726	diverse, u.a. F&E	4.
Lhuillery und Pfister (2009)	18-26%	empirisch, n=2.354	F&E	5.

Tabelle 6: Definition von Stabilität von Kooperationen

Definition von Stabilität	Autoren
1. in Abhängigkeit des Kooperations- erfolgs	Bidault und Salgado (2001), Brockhoff et al. (1991), Das und Teng (2000), Teusler (2008)
2. Beständigkeit von Kooperationen nach einen bestimmten Zeitpunkt	Dhanaraj und Parkhe (2006), Gill und Butler (2003), Hurmelinna-Laukkanen et al. (2012), Kogut (1989), Koza und Lewin (2000), Lee und Cavusgil (2006), Park und Ungson (2001), Rhoades und Lush (1997), Sheu et al. (2006), Sivadas (2000)
3. Erreichen eines Gleichgewichtszustandes (vorrangig spieltheoretische Untersuchungen)	Amir und Wooders (1998), Atallah (2003), Axelrod und Dion (1988), Axelrod und Hamilton (1981), Cellini und Lambertini (2009), Parkhe (1993b), Skaperdas (1998), Witt (1986)
4. in Abhängigkeit anderer Einflussvariablen	Cabon-Dhersin und Ramani (2004), Cassiman und Veugelers (2002), Frassetto et al. (2012), Hamel (1991), Jiang et al. (2008), Kesteloot und Veugelers (1995), Khanna (1998), Koza und Lewin (1998), Larimo (2006), Sandler (1977), Yang et al. (2008)
5. keine explizite Definition vorhanden	Batt und Purchase (2004), Bierly III und Coombs (2004), Das und Teng (2002), Grant und Baden-Fuller (2004), Lhuillery und Pfister (2009), Milward et al. (2009), Nueno und Oosterveld (1988), Parkhe (1993a), Riccaboni und Moliterni (2009), Wright und Lockett (2003)

In Bezug auf die im Rahmen der vorliegenden Arbeit gewählte Form von Stabilität⁶ sind nur begrenzte Übereinstimmungen mit den gefundenen Definitionsformen zu finden; vorrangig bei den Stabilitätsdefinitionen in Abhängigkeit des Kooperationserfolgs. Ein möglicher Erklärungsansatz ist in den unterschiedlichen Betrachtungsperspektiven zu finden. Die meisten der in Tabelle 6 aufgelisteten Publikationen analysieren die Stabilität strategischer Allianzen oder Joint-Ventures. Bei diesen Kooperationsformen variieren sowohl die Teilnehmerzahl als auch die Kooperationszielsetzung nur begrenzt. Forschungs- und Entwicklungsnetzwerke hingegen zeichnen sich durch eine höhere Dynamik in der Teilnehmerzahl als auch bedingt durch die Natur von Forschung und Entwicklung in der Kooperationszielsetzung aus. Die problembezogene Erweiterung des F&E-Netzwerkes als auch die Eliminierung von nicht mehr benötigten Partnern aus dem F&E-Netzwerk erfordert eine Stabilitätsdefinition, die dies berücksichtigt. Die Anwendung der Stabilitätsdefinitionen von Kogut (1989, S. S. 184) oder Hurmelinna-Laukkanen et al. (2012, S. 557), die die Beständigkeit der Kooperation und dessen Zusammensetzung betrachten, würde im Falle einer geplanten Eliminierung eines obsolet gewordenen Partners das F&E-Netzwerk - unzulässigerweise - als instabil bezeichnen.

Die Stabilität von Kooperationen wird durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst. Frühere Publikationen untersuchten meist den Einfluss einzelner Faktoren auf die Stabilität, während Publikationen ab 2000 vermehrt komplexere Erklärungsmodelle aufweisen. Ferner können die untersuchten Faktoren in harte und weiche Faktoren unterschieden werden. Harte Faktoren können direkt durch Größen oder betriebswirtschaftliche Kennzahlen gemessen werden, während weiche Faktoren schwieriger zu erfassen sind (Teusler 2008, S. 42). Zu den weichen Faktoren gehören z.B. Vertrauen oder Commitment. Eine weitere Differenzierungsmöglichkeit stellt die Unterteilung in interne sowie externe Stabilitätsfaktoren dar (Teusler 2008, S. 53). Die internen Stabilitätsfaktoren können wiederum in partnerspezifische und kooperationspezifische Faktoren unterteilt werden. Zu den partnerspezifischen Faktoren gehören die Erfahrung, die Unternehmenskultur sowie die Ähnlichkeit der Partner. Die kooperationspezifischen Faktoren werden weiterhin in die Abstimmungskriterien der Kooperation (Intensität, Abhängigkeit, Kooperationsform) und die Prozessfaktoren (Kommunikation, Vertrauen, Lernen und Commitment) unterteilt. Im Folgenden werden die einzelnen Beiträge, welche die Stabilität von Kooperationen untersucht haben, zusammengefasst.

Die formalrechtliche Institutionalisierung beeinflusst die Stabilität von Kooperationen (Parkhe 1993a, S. 318). Bei F&E-Kooperationen, die durch ein Gemeinschaftsunter-

⁶Die Stabilität wurde definiert als Fähigkeit des F&E-Netzwerkes trotz Veränderungen in der Zusammensetzung als auch der Beziehungen untereinander die gesteckten Ziele zu erreichen; siehe S. 5

nehmen mit gleichmäßiger Machtverteilung institutionalisiert sind, treten vermehrt Probleme von Instabilitäten auf (Bierly III und Coombs 2004, S. 207). Ferner wird die Stabilität durch den Zeitpunkt der Institutionalisierung in Abhängigkeit der F&E-Phase (Bierly III und Coombs 2004, S. 198) sowie durch die finanzielle Flexibilität der Unternehmen beeinflusst (Bierly III und Coombs 2004, S. 210). Kogut (1989, S. 184-197) stellte fest, dass die Stabilität von Joint-Ventures von der Langfristigkeit der Beziehung zwischen den Unternehmen abhängt und sich erhöht, wenn Unternehmen Joint-Ventures für das Durchführen von Forschung und Entwicklung gründen. Sofern die Kooperation jedoch für Vorhaben im der Grundlagenforschung oder Technologieentwicklung geschlossen werden, ist mit erhöhten Instabilitäten zu rechnen (Nueno und Oosterveld 1988, S. 16). Insbesondere bei F&E-Vorhaben stellt der ungewollte Know-How Abfluss ein Risiko dar (Cassiman und Veugelers 2002, S. 1172; Kesteloot und Veugelers 1995, S. 661). Khanna (1998, S. 340) untersuchte die Stabilität von Allianzen, die Unternehmen mit dem Ziel des gegenseitigen Lernens geschlossen haben und kam zu dem Ergebnis, dass die Stabilität der Allianz nur gewährleistet ist, wenn alle Unternehmen durch das Lernen von der Kooperation profitieren. Ähnliche Sachverhalte wurden auch von Grant und Baden-Fuller (2004, S. 78) festgestellt. Sofern Unternehmen unterschiedliche Wissensstände besitzen und im Rahmen der Kooperation ihr eigenes Wissen erweitern wollen ohne dabei das Wissen der beteiligten Unternehmen zu internalisieren, können stabile Kooperationen bestehen (Grant und Baden-Fuller 2004, S. 78). Das Auftreten von Learning Races, in denen einige Kooperationsteilnehmer versuchen schneller als die anderen Kooperationsteilnehmer ihre eigene Wissensbasis zu erweitern, stellt hierbei ein besonders großes Problem dar (Hamel 1991, S. 84) und wirkt sich negativ auf die Stabilität von Kooperationen aus. Das Vorhandensein unterschiedlicher Wissensständen ist in der Regel bei F&E-Kooperationen anzutreffen und kann z.B. wenn Kooperationsteilnehmer versuchen das externe Wissen zu internalisieren zu inneren Spannungen in der Kooperation führen.

Die Stabilität von Kooperationen wird maßgeblich von der inneren Spannung zwischen den Partnern beeinflusst (Das und Teng 2000, S. 77). Zum Messen der inneren Spannungen haben Das und Teng (2000, S. 84ff) ein Konstrukt bestehend aus den Dimensionen kooperatives vs. konkurrierendes Verhalten, Rigidität vs. Flexibilität der Beziehung und der zeitlichen Ausrichtung (kurz- vs. langfristig) entworfen, durch das die Stabilität als auch das Auflösen von strategischen Allianzen erklärt werden kann. Die Auswirkungen innerer Spannungen auf die Stabilität wurde ebenfalls von Gill und Butler (2003, S. 557) registriert. Durch Vertrauen und das Aufrechterhalten von Beziehungen können die inneren Spannungen reduziert werden und tragen somit zum Erfolg von Joint-Ventures bei (Gill und Butler 2003, S. 557). Gegenseitiges Vertrauen und Commitment wurde auch von Yang et al. (2008, S. 605), Parkhe (1993b, S. 821), Cabon-Dhersin und Ramani (2004, S. 171) und Ahuja (2000a, S. 452) als Größen mit positiven

Einfluss auf die Stabilität identifiziert. [Deitz et al. \(2010, S. 869f\)](#) stellte zudem fest, dass die Adoleszenz der Kooperation sowie die Ressourcenkomplementarität der Partner die Stabilität von Kooperationen erhöht. Bei jungen Kooperationen steht das Vertrauen im Vordergrund, während bei länger bestehenden Kooperationen die Ressourcenkomplementarität einen größeren Einflussfaktor darstellt. Der Einfluss der Ressourcenkomplementarität wurde ebenfalls von [Rhoades und Lush \(1997, S. 113\)](#) festgestellt. Laut [Rhoades und Lush \(1997, S. 113\)](#) soll zudem vermieden werden komplexe Beziehungen zueinander aufzubauen.

Die Stabilität wird weiterhin bestimmt durch die Charakteristika der beteiligten Firmen, die Konditionen unter denen die Allianz geschlossen wird, sowie vom erfolgreichen Ausgang der Kooperation ([Das und Teng 2002, S. 731](#); [Bidault und Salgado 2001, S. 625ff](#)). Ferner ist die Stabilität von Kooperationen von der Motivation der Teilnehmer abhängig ([Das und Kumar 2011, S. 703](#)). Unternehmen, die der Kooperation positiv gegenüberstehen, tragen zur Stabilität bei. [Oxley und Sampson \(2004, S. 745\)](#) fanden heraus, dass der Erfolg und die Stabilität von Allianzen durch das Vorhandensein konkurrierender Unternehmen negativ beeinflusst werden. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch [Park und Ungson \(2001, S. 51\)](#), die zudem den Aspekt der Komplexität der Führungsaufgabe in ihr Modell mit aufnahmen. Insbesondere Veränderungen in einem Unternehmen, wie z.B. Restrukturierungen, führen zu einer erhöhten Komplexität der Führungsaufgaben, die sich wiederum negativ auf die Stabilität und die Erfolgswahrscheinlichkeit der Allianz auswirkt ([Park und Ungson 2001, S. 50](#)). [Powell et al. \(1996, S. 142f\)](#) stellten ferner fest, dass Erfahrungen des Führens und Leitens von kooperativen F&E-Allianzen sich positiv auf die Stabilität und die Erfolgswahrscheinlichkeit auswirkt. Die Auswirkungen unterschiedlicher Führungsformen (vertragsbasiert oder verhaltensbasiert) war Gegenstand der Untersuchung von [Lee und Cavusgil \(2006\)](#). Anhand einer empirischen Untersuchung wurde festgestellt, dass der Einfluss der verhaltensbasierten-inoffiziellen Führungsformen sich positiv auf die Stabilität und den Erfolg von Kooperationen auswirken ([Lee und Cavusgil 2006, S. 903](#)).

[Jiang et al. \(2008\)](#) haben ein komplexeres Konzept zur Bewertung der Stabilität von strategischen Allianzen entworfen. Das Konzept enthält insgesamt elf Faktoren, die die Stabilität strategischer Allianzen über die fünf Phasen der Allianz Partnerwahl, Verhandlung, Implementierung und Evaluation erklären sollen ([Jiang et al. 2008, S. 179-185](#)). Eine empirische Verifikation oder Validierung des Konzeptes wurde nicht durchgeführt. Ein weiteres Konzept zur Reduktion des Scheiterns von Allianzen wurde von [Koza und Lewin \(2000\)](#) vorgestellt. In dem Konzept tragen die Faktoren Loyalität, Kontrolle, „absorptive capacity“, Zeithorizont und Erfolgsfaktoren zur Stabilität von Allianzen bei ([Koza und Lewin 2000, S. 149](#)).

Die genannten Publikationen untersuchen verschiedene Kooperationsformen; die Stabilität von Unternehmensnetzwerken wurde jedoch nicht behandelt. Häufiger Fokus der Publikationen sind strategische Allianzen und Joint-Ventures. Die einzige Publikation, die theoretisch alle Kooperationsformen berücksichtigt, ist [Jiang et al. \(2008\)](#), jedoch geben die Autoren an, dass die Anwendbarkeit des Konzepts bei den unterschiedlichen Kooperationsformen zu überprüfen ist. Andere Publikationen wie z.B. [Teusler \(2008\)](#) schließen Unternehmensnetzwerke direkt aus. Weiterhin behandelten die wenigsten Untersuchungen unmittelbar F&E-Kooperationen. Das Fehlen der Betrachtung der Netzwerkperspektive sowie die nur vereinzelt Betrachtung von F&E-Kooperationen stellen folglich einen Forschungsbedarf dar, der im Rahmen dieser Arbeit behandelt werden soll.

3 Modellierung und Stabilitätsanalysen von F&E-Netzwerken

3.1 Einführung

Nachdem in Kapitel 2 die unterschiedlichen Gestaltungsmöglichkeiten von F&E-Kooperationen und die Stabilität von Kooperationen im Allgemeinen erläutert worden sind, werden in diesem Kapitel die Auswirkungen des Ausfalls einzelner Netzwerkakteure auf die Stabilität des F&E-Netzwerkes sowie den Informations- und Kommunikationsfluss innerhalb des F&E-Netzwerkes durch ein stochastisches Simulationsmodell untersucht. Grundlage der Modellierung des F&E-Netzwerkes bildet die Theorie sozialer Netzwerke, die von verschiedenen Autoren auf die Anwendbarkeit im Kontext von F&E-Netzwerken untersucht und bestätigt wurde (Ahuja 2000a; Rowley et al. 2000; Gallie und Roux 2010; Lhuillery und Pfister 2011; Arranz und Arroyabe 2011). Das Kapitel 3 dient zur Beantwortung der Forschungsfrage 1⁷.

3.2 Modellierung und charakteristische Kenngrößen von F&E-Netzwerken

Ein F&E-Netzwerk kann definiert werden als ein Graph $G = (V, E)$ der Größen $n \in \mathbb{N}$ bestehend aus einer Menge von Knoten $V = \{1, 2, \dots, N\}$ und einer Menge von Kanten $E = \{e_1, e_2, \dots, e_L\} \subseteq V \times V$ (Albert und Barabási 2002, S. 54; Braha und Bar-Yam 2007, S. 1129). Die Beziehung zwischen zwei Knoten (v_i, v_j) wird durch die Kante $e_k = (v_i, v_j)$ dargestellt, die in der Adjazenzmatrix \mathbf{A} gespeichert werden. Die Adjazenzmatrix \mathbf{A} ist vom Typ $N \times N$. Ein ungewichteter Graph G wird dargestellt durch seine Adjazenzmatrix $\mathbf{A} = (a_{ij})$, wobei gilt:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{falls } (v_i, v_j) \in E, \\ 0, & \text{sonst} \end{cases} \quad (1)$$

⁷Die Forschungsfrage 1 untersucht, wie gravierend Ausfälle bestimmter Knotenpunkte im F&E-Netzwerken auf dessen Stabilität sind und welche Auswirkungen Veränderungen in der Zusammensetzung auf den Kommunikations- und Informationsfluss haben, siehe 6.

Innerhalb eines F&E-Netzwerks handelt es sich bei einem Knoten um eine Organisation oder eine Person und bei einer Kante um die Beziehung zwischen zwei Organisationen oder Personen. Da die Beziehung von beiden Organisationen eingegangen ist, handelt es sich um eine bilaterale Beziehung, die in Form von ungewichteten Graphen dargestellt wird. Für ungewichtete Graphen ist die Adjazenzmatrix \mathbf{A} symmetrisch, so dass gilt:

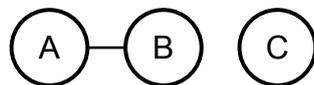
$$\mathbf{A} = \mathbf{A}^T \quad (2)$$

Die Beziehung zwischen zwei Knotenpunkten kann entweder direkt oder indirekt sein. Um eine direkte Beziehung handelt es sich, wenn die Knoten (v_i, v_j) durch Kante $e_k = (v_i, v_j)$ verbunden sind und um eine indirekte Beziehung, wenn die Knoten (v_i, v_l) durch die Kante $e_k = (v_i, v_j)$ zwischen den Knoten (v_i, v_j) und durch die Kante $e_n = (v_j, v_l)$ zwischen den Knoten (v_j, v_l) verbunden sind. Besteht ein Netzwerk z.B. aus den drei Knoten A, B and C und einer direkten Verbindung zwischen A und B sowie B und C , dann hat A eine indirekte Verbindung zu C . Bild 9 dient zur Verdeutlichung des Beispiels.



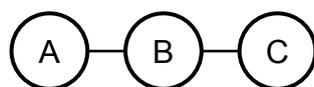
$$A_0 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad (3)$$

- (a) Fall 1: Es bestehen keine Verbindungen zwischen den Knoten. Daher sind alle Elemente der Adjazenzmatrix A_0 Null.



$$A_1 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad (4)$$

- (b) Fall 2: Es besteht eine Verbindungen zwischen den Knoten A und B . Daher weisen die Elemente a_{12} und a_{21} der Adjazenzmatrix A_1 den Wert 1 auf.



$$A_2 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad (5)$$

- (c) Fall 3: Es besteht eine Verbindungen zwischen den Knoten A und B sowie eine Verbindung zwischen B und C . Daher weisen die Elemente a_{12} , a_{21} , a_{23} und a_{32} der Adjazenzmatrix A_2 den Wert 1 auf.

Bild 9: Verdeutlichung der Bestimmung der Adjazenzmatrixelemente
Quelle: Eigene Darstellung

Für die Charakterisierung von Netzwerken werden die drei Kenngrößen charakteristische Pfadlänge l , Clusterkoeffizient C und Ein- und Ausgangsgrad eines Knotens genutzt (Newman 2003, S. 181ff). Die charakteristische Pfadlänge l beschreibt die gemittelte Distanz zwischen allen Knoten, siehe Gleichung 6. In der Gleichung 6 ist d_{ij} die kürzeste Verbindung zwischen den Knoten (v_i, v_j) . Die charakteristische Pfadlänge be-

schreibt die Fähigkeit zweier Knoten innerhalb des Netzwerkes zu kommunizieren und Informationen auszutauschen (Albert et al. 2000, S. 379). Sie stellt damit ein Maß für die Informationstransformationsrate innerhalb des Netzwerkes dar.

$$I = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i \neq j} d_{ij}. \quad (6)$$

Bei dem Clusterkoeffizient handelt es sich um eine Kenngröße, die die Anhäufung von Knoten in eng miteinander verbundenen Gruppen beschreibt (Braha und Bar-Yam 2007, S. 1129). Der Clusterkoeffizient eines Knotens v_i wird nach Gleichung 7 berechnet. Innerhalb der Gleichung stellt $k_i(k_i - 1)$ die maximal mögliche Anzahl an Kanten zwischen den Knoten v_i und seinen Nachbarn k_i sowie n_i die tatsächlich vorhandene Anzahl an Kanten dar. Für die Berechnung des Netzwerksclusterkoeffizienten werden die Clusterkoeffizienten aller Knoten gemittelt, siehe Gleichung 8.

$$C_i = \frac{2n_i}{k_i(k_i - 1)}. \quad (7)$$

$$C = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N C_i. \quad (8)$$

Der Ein- und Ausgangsgrad eines Knotens charakterisiert die Anzahl der ein- bzw. ausgehenden Beziehungen die ein Knoten besitzt (Braha und Bar-Yam 2007, S. 1129). Für ungewichtete Graphen sind auf Grund der Symmetrie der Adjazenzmatrix der Ein- und Ausgangsgrad gleich. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ist durch die Fokussierung auf die Struktur des Netzwerkes die Netzwerkdicke ND als Parameter für die mittlere Anzahl der Beziehungen aller Knoten im Netzwerk jedoch von höherer Bedeutung. Die Netzwerkdicke wird mittels der Gleichung 9 berechnet und kann als Maß für das Auftreten von direkten Beziehungen zwischen zwei Knoten aufgefasst werden. Sie stellt zudem ein Indikator für die strukturelle Kohäsion des Netzwerkes dar (Friedkin 1981, S. 41f; Rowley et al. 2000, S. 378).

$$ND = \sum_{i=1}^N \frac{\sum_{j=i-1}^N a_{ij}}{N(N-1)} \quad (9)$$

3.3 Zentralitäten in Graphen und Netzwerken

Die bisherigen Kennzahlen ermöglichen die allgemeine Beschreibung von Netzwerken und der Informationstransformationsrate. Die Identifikation bedeutsamer Knoten im Netzwerk ist jedoch nur im begrenzten Umfang möglich. Prinzipiell bietet der Clus-

terkoeffizient die Möglichkeit Knoten innerhalb des Netzwerks zu identifizieren, die eng miteinander vernetzt sind, jedoch können keine Aussagen in Bezug auf ihre globale Bedeutung der Position innerhalb des Netzwerks getätigt werden.

Für die Beantwortung der Forschungsfrage 1 ist die Identifikation bedeutsamer Knotenpunkten wichtig. Zentrale Knoten bzw. Organisationen sind für F&E-Netzwerke von hoher Bedeutung, da sie über viele Verbindungen zu anderen Unternehmen verfügen und somit den Kommunikation- und Informationsfluss beeinflussen können (Contractor et al. 2006, S. 695ff). Die Position eines Knotens innerhalb eines Netzwerkes stellt somit eine wichtige Größe für die Analyse von Netzwerken dar (Lhuillery und Pfister 2011, S. 107f). Kenngrößen zur Identifikation bedeutsamer, zentraler Knoten innerhalb von Netzwerken werden unter dem Begriff *Zentralitäten*⁸ summiert und sind bereits seit den 1950er Gegenstand der Netzwerkforschung (Bavelas 1948; Bavelas 1950).

Zahlreiche Kennzahlen zur Identifikation zentraler Knoten wurden in den vergangenen sechzig Jahren entwickelt, hierzu gehören Closeness-Zentralität (Batallas und Yassine 2006), Betweenness-Zentralität (Freeman 1977), Eigenvektor-Zentralität (Bonacich 2007) und Degree-Zentralität (Freeman 1979). Eine Übersicht über die wichtigsten Zentralitätsmaße kann in Mutschke (2010, S. 367ff) gefunden werden.

Für die Identifikation bedeutsamer Knotenpunkten innerhalb des F&E-Netzwerkes werden die Betweenness-Zentralität, die Eigenvektor-Zentralität und die Degree-Zentralität verwendet. Diese Zentralitätsmaße werden in einer Vielzahl von Untersuchungen genutzt (Braha und Bar-Yam 2007, S. 1144). Häufig wird zudem die Closeness-Zentralität genutzt, die jedoch innerhalb des Simulationsmodells nicht genutzt werden kann, da für die Berechnung ein in sich geschlossener Graph vorhanden sein muss (Batallas und Yassine 2006, S. 572). Durch das Entfernen von Knoten aus den Netzwerken zur Bestimmung der Stabilität von F&E-Netzwerken ist diese Voraussetzung jedoch nicht gegeben.

Degree-Zentralität stellt die einfachste aller Zentralitätsmaße dar und misst die Zahl der direkten Nachbarn eines Knotens (v_i) anhand der Zahl der Kanten e_{ij} , die i mit anderen Knoten (v_j) verbinden (Freeman 1979, S. 226f), siehe Gleichung 10. Die Degree-Zentralität weist eine hohe Ähnlichkeit zum Ein- und Ausgangsgrad auf, wobei die Degree-Zentralität nicht über die Richtung der Interaktion differenziert. Knotenpunkte mit einer hohen Degree-Zentralität sind Knotenpunkte, die über eine hohe Anzahl an

⁸Im Englischen werden diese Kenngrößen als *Centrality* bezeichnet. Innerhalb der Arbeit wird anstelle des englischen Begriffs der deutsche Begriff *Zentralität* genutzt.

direkten Verbindungen verfügen und ermöglichen damit eine simultane Interaktion mit vielen anderen Netzwerkknoten (Mutschke 2010, S. 367).

$$DC(v_i) = \sum_j^N v_{ij} \quad (10)$$

Betweenness-Zentralität kann als Maß des Einflusses eines Knotenpunktes über das gesamte Netzwerk gesehen werden (Gilsing et al. 2008, S. 1722) und wird mittels der Gleichung 11 berechnet werden. Betweenness-Zentralität misst die strukturelle Abhängigkeit eines Knotenpaares (v_i, v_j) von einem dritten Knoten v_k , der zwischen v_i und v_j lokalisiert ist (Mutschke 2010, S. 370). Innerhalb der Gleichung 11 beschreiben σ_{st} den kürzesten Weg zwischen den Knoten s und t und $\sigma_{st}(v_i)$ den kürzesten Weg zwischen den Knoten s und t über den Knoten v_i . Während Degree-Zentralität die direkten Beziehungen fokussiert hat, berücksichtigt Betweenness-Zentralität die indirekten Verbindungen und beschreibt folglich die Vermittlerrolle von Knotenpunkten im Netzwerk. Unternehmen, die über eine hohe Betweenness-Zentralität verfügen, fungieren daher als Informationssammler und -vermittler im Netzwerk. Nach Elg und Johanson (1997, S. 362), welche die Entscheidungsfindung in asymmetrischen Beziehungen untersucht haben, versuchen Netzwerkakteure, die über eine exponierte Position im Netzwerk verfügen, Entscheidungen im Netzwerk zu beeinflussen und ihre Position auszunutzen.

$$BC(v) = \sum_{s \neq t \neq v} \frac{\sigma_{st}(v_i)}{\sigma_{st}} \quad (11)$$

Im Gegensatz zu Degree- und Betweenness-Zentralität, die ausschließlich die direkt bzw. indirekten Verbindungen berücksichtigt haben, werden bei der Eigenvektor-Zentralität sowohl die direkten als auch die indirekten Beziehungen berücksichtigt (Bonacich 1987, S. 1172f; Bonacich 2007, S. 555). Zentral nach Eigenvektor-Zentralität sind demnach Knoten, die über viele direkte und indirekte Verbindungen verfügen (Mutschke 2010, S. 367).

Eigenvektor-Zentralität kann mittels der Gleichung 12 berechnet werden. In der Gleichung stellt λ den Eigenwert der Adjazenzmatrix \mathbf{A} dar. Die zu dem größten Eigenwert λ gehörenden Eigenvektorelemente entsprechen den Zentralitäten der Knoten innerhalb des Netzwerkes. Die Zentralität eines Knotens v_i ist proportional zu der Zentralität der Knoten mit denen der Knoten v_i verbunden ist.

$$\mathbf{Ax} = \lambda x \quad (12)$$

Die Tabelle 7 stellt die unterschiedlichen Zentralitätsmaße gegenüber. Sie werden an einem Beispiel kurz erläutert. Bild 10 zeigt beispielhaft ein F&E-Netzwerk bestehend aus 16 Akteuren, die jeweils miteinander verbunden sind. Durch die Fokussierung auf die direkten Beziehungen eines Knotens besitzt der Knoten 3 das höchste Degree-Zentralitätsmaß. Bei dem Knoten 13 handelt es sich um den Knoten mit der höchsten Betweenness-Zentralität, während der Knoten 9 die höchste Eigenvektorzentralität aufweist. In Bezug auf die Fragestellung der Auswirkungen des Ausfalls eines der identifizierten Knoten auf die Stabilität sowie den Informations- und Kommunikationsfluss des Netzwerkes hat, kann keine eindeutige Aussage getroffen werden. In dem Beispiel führt der Ausfall eines jeden der identifizierten Knoten zum partiellen Zerfall des Netzwerkes. Der Ausfall des Knotens 13 (Betweenness-Zentralität) verursacht hierbei die größten Auswirkungen. In Bezug auf die Erreichbarkeit der anderen Knoten entstehen jedoch drei Teilnetzwerke, die ihre Funktion bedingt weiter erfüllen können. Sofern die Knoten 3 (Degree-Zentralität) oder Knoten 9 (Eigenvektor-Zentralität) ausfallen, bleibt zwar ein größeres Netzwerk erhalten, jedoch führt der Ausfall des Knotens 3 dazu, dass die Knoten (2, 1, 4, 14, 15, 16) nicht mehr erreicht werden können.

Tabelle 7: Vergleich der unterschiedlichen Zentralitätsmaße

Zentralität	Fokussierung auf	Leitfrage
Degree	direkte Beziehungen	Mit wie vielen Knotenpunkten steht der fokale Knotenpunkt direkt in Kontakt?
Betweenness	indirekt Beziehungen	Wie viele andere Knotenpunkte können nur über den fokalen Knotenpunkt erreicht werden?
Eigenvektor	in- und direkte Beziehungen	Welche Zentralität ergibt sich für den fokalen Knotenpunkt, wenn die Zentralitäten seiner direkten und indirekten Knotenpunkte berücksichtigt wird?

Durch die vorgestellten Zentralitätsmaße ist eine Bewertung der Position der Knotenpunkte innerhalb von Netzwerken möglich. Die verschiedenen Bewertungsansätze der Zentralitätsmaße - Fokussierung auf direkte oder indirekte Beziehungen bzw. Berücksichtigung der direkten und indirekten Beziehungen - ist für die Beantwortung der Forschungsfrage 1 zu klären, in wie weit der Ausfall eines Knotenpunktes mit einem hohen Zentralitätsmaß im Vergleich zu einem zufällig ausgewählten Knoten die Stabilität und den Informations- und Kommunikationsfluss beeinflusst. Für die Bewertung der Stabilität und des Informations- und Kommunikationsfluss werden erstens die Anzahl an nicht erreichbaren Knotenpunkte T und zweitens die charakteristische Pfadlänge l herangezogen. Für die Berechnung der Anzahl der nicht erreichbaren Knoten wird die

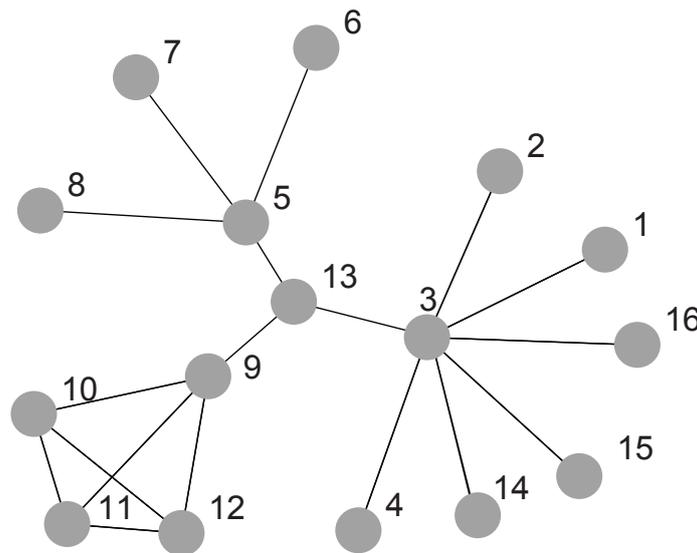


Bild 10: Beispielhafte Darstellung eines kollaborativen F&E-Netzwerks
Quelle: Eigene Darstellung

Distanzmatrix nach [Dijkstra \(1959\)](#) berechnet und anschließend die nicht erreichbaren Knoten gezählt. Die Nutzung der charakteristischen Pfadlänge l zur Bewertung der Überlebensfähigkeit von Netzwerken wurde von [Albert et al. \(2000, S. 379\)](#) vorgestellt und positiv auf die Anwendbarkeit überprüft. Die charakteristische Pfadlänge kann analog zum Kinderspiel *Stille Post* gesehen werden, bei dem eine Verfälschung von Nachrichten durch die mehrfache Weitergabe verursacht wird. In Studien zur Informationsweitergabe in Krankenhäusern und der Offshore-Ölproduktion konnte gezeigt werden, dass die Weitergabe von Informationen zur Reduktion der weitergegebenen Informationen und zum Verlust von Informationen geführt hat ([Lardner 1996, S. 5](#); [O'Connell und Penney 2001, S. 16ff](#)). Wird der Informationsverlust durch die Übergabe an andere Akteure auf F&E-Netzwerke übertragen, so erhöht sich mit einer zunehmenden charakteristischen Pfadlänge das Risiko der unvollständigen Informationsweitergabe und beeinflusst damit den Informations- und Kommunikationsfluss.

3.4 Beschreibung des Simulationsmodells

Für die Analyse der Auswirkungen des Ausfalls von Knotenpunkten auf die Stabilität und den Informations- und Kommunikationsfluss wird ein zwei-Ebenen Simulationsmodell genutzt, siehe Bild 11. Die obere Ebene des Simulationsmodells repräsentiert die einzelnen Forschungs- und Entwicklungsaufgaben an denen die verschiedenen Unternehmen beteiligt sind, wobei mindestens zwei Unternehmen eine Aufgabe bearbeiten. Durch die Teilnahme unterschiedlicher Unternehmen an den einzelnen

Forschungs- und Entwicklungsaufgaben ergibt sich das F&E-Netzwerk, dass in der unteren Ebene des Simulationsmodells dargestellt ist. Für die beispielhafte Darstellung des F&E-Netzwerks in Bild 11 kann die Beziehung zwischen den Unternehmen 1 und 2 durch die Durchführung der gemeinsamen F&E-Aufgaben A und B erklärt werden.

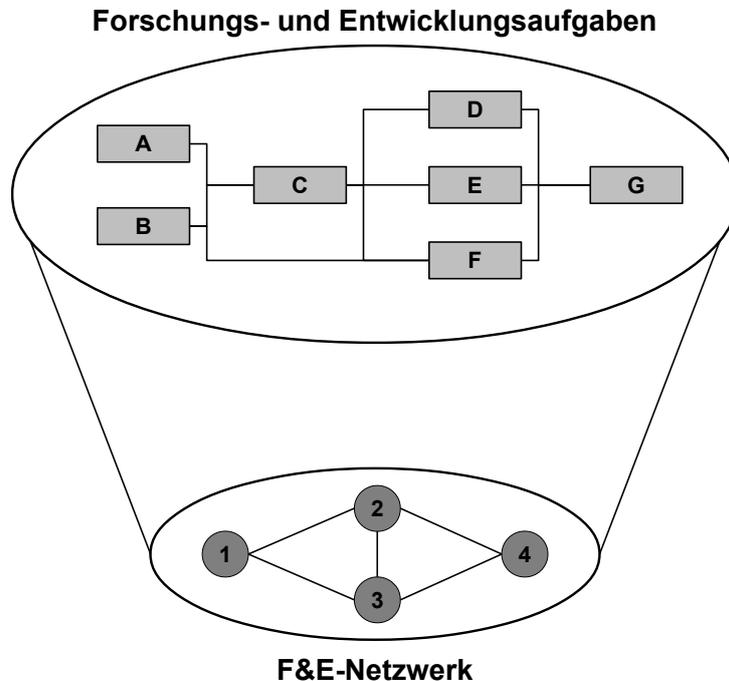


Bild 11: Schematische Darstellung des Simulationsmodells
Quelle: Eigene Darstellung

Um innerhalb der Simulationsstudie ein breites Spektrum unterschiedlicher F&E-Netzwerken zu analysieren, werden verschiedene Szenarien untersucht. Innerhalb der Szenarien werden die Teilnahmewahrscheinlichkeit p eines Unternehmens v an einer F&E-Aufgabe r_i , die Anzahl der Cluster C_m innerhalb des F&E-Netzwerks sowie die Anzahl der F&E-Aufgaben R variiert. Die Integration der Cluster C_m ist notwendig, da in Entwicklungsvorhaben häufig nur eine begrenzte Anzahl an Unternehmen an einer F&E-Aufgabe teilnehmen und durch die Verlagerung von Entwicklungsleistungen an Systempartner die Koordination und das Management von der Sublieferanten durch die Systempartner bewerkstelligt wird.

Innerhalb des Simulationsmodells werden die einem Cluster zugehörigen F&E-Aufgaben in Abhängigkeit der Teilnahmewahrscheinlichkeit durch einen Zufallsalgorith-

mus den Unternehmen zugeordnet, die in der Matrix \mathbf{R} gespeichert werden. Die Matrix \mathbf{R} ist vom Typ $N_v \times R$ und es gilt:

$$r_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{falls } v_j \text{ an } r_i \text{ beteiligt,} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases} \quad (13)$$

Die Adjazenzmatrix \mathbf{A} des F&E-Netzwerkes wird durch Gleichung 14 berechnet.

$$\mathbf{A} = \mathbf{R} \cdot \mathbf{R}^T \quad (14)$$

Durch die Multiplikation von \mathbf{R} mit seiner Transponierten entsteht eine gewichtete Adjazenzmatrix, so dass die Elemente a_{ij} der Matrix \mathbf{A} durch die Gleichung 15 in eine ungewichtete Adjazenzmatrix transformiert werden.

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{falls } a_{ij} \neq 0, \\ 0, & i = j \end{cases} \quad (15)$$

Die Verteilung der F&E-Aufgaben in Abhängigkeit der Teilnahmewahrscheinlichkeit an die Unternehmen wird in dem Simulationsmodell durch einen Zufallsalgorithmus umgesetzt, der jedem Unternehmen mindestens zwei Aufgaben zuweist und sicherstellt, dass jede Aufgabe von mindestens zwei Unternehmen bearbeitet wird. Um in der Simulationsstudie F&E-Netzwerke zu generieren, die in ihren Eigenschaften denen von bereits analysierten F&E-Netzwerken gleichen (Braha und Bar-Yam 2007, S. 1132) und die vorher genannten Bedingungen erfüllen, muss die Anzahl der Unternehmen (Knoten) im Netzwerk $N_v \geq 500$ sein. Die hohe Anzahl an Knotenpunkten im Netzwerk wird maßgeblich von der Teilnahmewahrscheinlichkeit p und der Anzahl der Cluster innerhalb des Netzwerkes beeinflusst. Bei Netzwerken mit weniger als 500 Unternehmen und geringen Teilnahmewahrscheinlichkeiten $p \leq 0,05$ kann zu Beginn der Simulation durch den Zufallsalgorithmus kein geschlossener Graph erzeugt werden, was jedoch eine zwingende Voraussetzung für den Start der Simulation ist.

Die hohe Anzahl der Unternehmen mag auf den ersten Blick realitätsfern erscheinen, jedoch zeigen Batallas und Yassine (2006, S. 160) Beispiele von Netzwerken aus der Automobilindustrie, Softwareentwicklung und Bauindustrie mit $180 \leq N \leq 889$. Cantner und Graf (2006, S. 469) zeigen für den Optikcluster Jena Netzwerke von bis zu 189 Unternehmen. Unter Berücksichtigung der Automobilindustrie als Vorreiter hinsichtlich der Integration von Lieferanten in die Produktentwicklung (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. 2011, S. 52) sind ebenfalls große Netzwerke bei deutschen Premium-Automobilunternehmen zu erwarten. Das fokale Netzwerk „Smart“ besteht aus 10 Systemlieferanten, die wiederum über 60 System- und Komponentenliefe-

ranten verfügen (Steinhorst 2005, S. 104). Ein Vergleich der Variantenvielfalt hinsichtlich der Konfigurationsmöglichkeiten beim Smart und einem Produkt der deutschen Premium-Automobilhersteller ist mit einem Vielfach größeren Netzwerk zu rechnen. Ferner trägt eine Dual- bzw. vereinzelt auch eine Multi-Sourcing Strategie der Automobilhersteller dazu bei, dass die fokalen Netzwerke eine hohe Anzahl an Unternehmen aufweisen. Es bleibt somit festzuhalten, dass die in der Simulationsstudie angenommene Anzahl an Unternehmen von $N_v = 500$ im Netzwerk bei deutschen Premium-Automobilherstellern durch aus auftreten können.

Durch die hohe Anzahl an Unternehmen im F&E-Netzwerk steigt die Simulationsdauer deutlich, so dass auf eine Variation der Netzwerkgröße verzichtet wird und diese in allen Szenarien $N_v = 500$ beträgt. Die Tabelle 8 zeigt die unterschiedlich genutzten Parameter in der Simulationsstudie und ihre Bandbreite. Die Anzahl der F&E-Aufgaben wird im Verhältnis zur Netzwerkgröße angegeben $\frac{R}{N_v}$.

Tabelle 8: Verwendete Parameter der Simulationsstudie und ihre Bandbreite

Parameter	Bandbreite	Schrittweite	Einheit
N_v	500	-	Anzahl
p	$3 \leq p \leq 10$	0,01	%
$\frac{R}{N_v}$	$1 \leq \frac{R}{N} \leq 5$	1	-
C_m	$5 \leq C_M \leq 12$	1	Anzahl

Bild 12 zeigt das Vorgehen innerhalb des Simulationsmodells. Zuerst werden auf Basis der in Tabelle 8 genannten Parameter das F&E-Netzwerk erstellt. Anschließend wird für das generierte F&E-Netzwerke jeweils das am meisten zentrale Unternehmen v_i in Bezug auf Degree-, Betweenness- und Eigenvektorzentralität identifiziert und anschließend aus dem Netzwerk eliminiert. Zur Überprüfung der Relevanz der Entfernung zentraler Unternehmen aus dem F&E-Netzwerk wird für das bestehende F&E-Netzwerk zudem zufällig ein Unternehmen gewählt, dass wiederum aus dem F&E-Netzwerk eliminiert wird. Die Eliminierung aus dem Netzwerk erfolgt durch Gleichung 16.

$$\mathbf{R}_k^* = (\mathbf{R}_{k-1}(v_i, j) = 0 \forall j) \quad (16)$$

Anschließend wird das F&E-Netzwerk nach Gleichung 17 und Gleichung 15 neu aufgebaut.

$$\mathbf{A}_k^* = \mathbf{R}_k^* \cdot \mathbf{R}_k^{*T} \quad (17)$$

Im fünften Schritt werden die Auswertungsgrößen charakteristische Pfadlänge, Anzahl an nicht erreichbaren Unternehmen, Netzwerkdicke und Clusterkoeffizient berechnet. Die Schritte 2 bis 5 werden wiederholt bis 5% der Unternehmen aus dem Netzwerk ent-

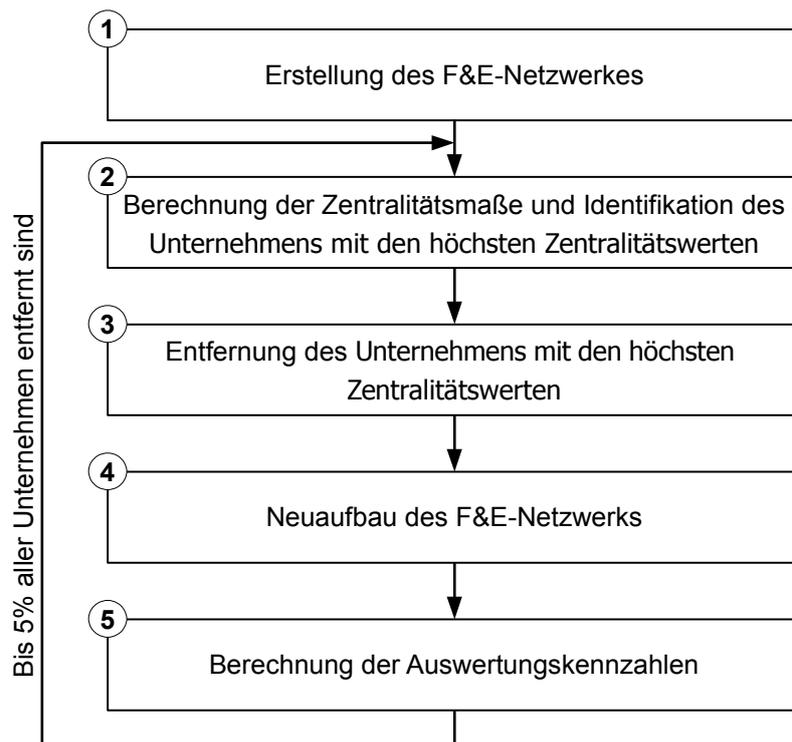


Bild 12: Vorgehen zur Durchführung der Simulationsstudie
Quelle: Eigene Darstellung

fernt sind. Durch die Nutzung des Zufallsalgorithmus zur Verteilung der F&E-Aufgaben an die Unternehmen sowie die Entfernung eines Unternehmens durch einen weiteren Zufallsalgorithmus wird jedes Szenario dreißigmal zur Absicherung der Ergebnisse wiederholt.

Zur Bestimmung der Stabilität des F&E-Netzwerkes sind Grenzen für die maximale Anzahl an nicht erreichbaren Unternehmen zu definieren. [Albert et al. \(2000\)](#) wählten in ihrer Analyse zur Bestimmung der Robustheit von komplexen Netzwerken die Veränderung der charakteristischen Pfadlänge und die Größe des größten Clusters. Ein vergleichbarer Ansatz wird in dieser Simulationsstudie gewählt. Für die Bewertung der Stabilität des F&E-Netzwerkes wird die Nicht-Erreichbarkeit von Unternehmen D analysiert und in fünf Kategorien eingeteilt. Tabelle 9 zeigt die einzelnen Kategorien und ihre Grenzwerte. Die in der Tabelle 9 aufgezeigten Werte sind jeweils zu den 5% zu entfernenden Unternehmen hinzu zu addieren. Dies bedeutet, dass im Falle der Entfernung von 5% der Unternehmen eines Netzwerkes, weitere 5% nicht erreichbar sind, so wird dieses Netzwerk für die Kategorie „sehr niedrig“ als nicht stabil bewertet werden.

Zur Bestimmung der Stabilität des F&E-Netzwerkes auf Basis der charakteristischen Pfadlänge wird diese in eine binäre Variable I_b transformiert. Sofern die maximale cha-

Tabelle 9: Grenzwerte für die Nicht-Erreichbarkeit von Unternehmen D

Kategorie	Prozent der nicht-erreichbaren Unternehmen
sehr niedrig	5%
niedrig	15%
mittel	25%
hoch	35%
sehr hoch	45%

Charakteristische Pfadlänge für ein Szenario vor der Entfernung von Unternehmen aus dem F&E-Netzwerk auftritt, ist $I_b = 1$; sonst $I_b = 0$. Bild 13 verdeutlicht die Transformation der charakteristischen Pfadlänge in die Variable I_b . Innerhalb des Bildes ist eine Zunahme für die charakteristische Pfadlänge zu erkennen, die ihr Maximum vor Erreichen der 5% Grenze aufweist. Dies bedeutet, dass durch die Entfernung von Unternehmen aus dem F&E-Netzwerk Informationen im Mittel einen längeren Weg absolvieren müssen bis sie am Ziel ankommen. Je mehr Unternehmen jedoch aus dem Netzwerk entfernt werden, desto geringer wird die charakteristische Pfadlänge, da das Netzwerk in mehrere oder viele kleine Fragmente zerfällt und die charakteristische Pfadlänge innerhalb dieser Fragmente geringer ist.

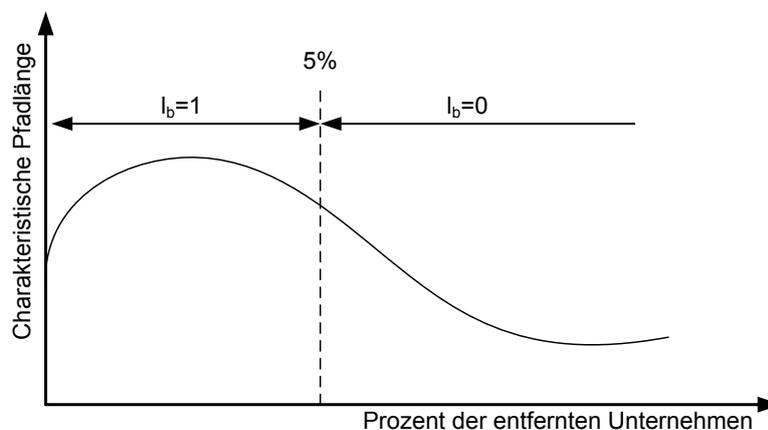


Bild 13: Transformation der charakteristischen Pfadlänge in die binäre Variable I_b
Quelle: Eigene Darstellung

3.5 Ergebnisse der Simulationsstudie

Die Variation der Parameter führt insgesamt zu 1.280 verschiedenen Szenarien die unter Berücksichtigung der dreißigfachen Wiederholung in 38.400 Simulationen resul-

tierten. Die Berechnungszeit aller Simulationen betrug auf einem Hochleistungsrechner mit 16 Prozessoren 225 Stunden⁹.

Tabelle 10 enthält die Korrelation der in die Simulation eingegangenen Parameter und die berechneten Auswertungsgrößen aufgeteilt in die drei verschiedenen Zentralitätsmaße sowie das Zufallsszenario. Anhand der Korrelation ist zu erkennen, dass eine Veränderung der Anzahl der Cluster C_m nur die Szenarien mit der Betweenness-Zentralität in Bezug auf die Anzahl der nicht erreichbaren Unternehmen sowie die charakteristische Pfadlänge beeinflusst hat. Die Variation der Teilnahmewahrscheinlichkeit sowie das Verhältnis von F&E-Aufgaben zur Netzwerkgröße verursacht keine Veränderungen bei den Variablen Anzahl der nicht erreichbaren Unternehmen und der charakteristische Pfadlänge.

Die Ergebnisse der Simulationsstudie zeigen, siehe Tabelle 11 und Tabelle 12, dass die generierten F&E-Netzwerke erhöhte Instabilitäten aufweisen, wenn Unternehmen mit einem hohen Betweenness-Zentralitätsmaß entfernt werden. In Bezug auf die Nicht-Erreichbarkeit von Unternehmen D kann dies für alle fünf Kategorien (sehr niedrig bis sehr hoch) manifestiert werden, wobei die Anzahl der als instabil bezeichneten F&E-Netzwerke mit zunehmender Grenze sinkt. Die Zentralitätsmaße Degree- und Eigenvektor-Zentralität weisen im Vergleich zu dem Zufallsszenario leicht erhöhte Instabilitäten auf. Mit zunehmender Forderung der Nicht-Erreichbarkeit der Unternehmen (Kategorien *mittel*, *hoch* und *sehr hoch* in Tabelle 11) wird dieser Unterschied jedoch geringer. Die Ergebnisse der Simulationsstudie decken sich mit den Ergebnissen von [Albert et al. \(2000\)](#), die die Robustheit von komplexen Netzwerken untersucht haben und ebenfalls feststellten, dass die Stabilität von komplexen Netzwerken durch die Entfernung von Knotenpunkten, die über eine Vermittlungsfunktion verfügen, stark beeinflusst wird.

In Bezug auf die Forschungsfrage 1 ist festzuhalten, dass der Ausfall zentraler Unternehmen die Stabilität von F&E-Netzwerken nur in einem Fall bedeutsam beeinflusst. Lediglich die Entfernung von Unternehmen, die über eine Vermittlungsfunktion verfügen (Betweenness-Zentralität), führt zu erhöhten Instabilitäten. Ferner zeigen die Simulationsergebnisse, dass durch die Entfernung von Unternehmen aus dem F&E-Netzwerk der Informations- und Kommunikationsfluss beeinflusst wird und Informationen vermehrt eine erhöhte Anzahl an Unternehmen passieren müssen. Hierdurch steigt die Gefahr der unvollständigen Informationsweitergabe, die sich wiederum negativ auf die Zusammenarbeit innerhalb des Netzwerkes auswirken kann.

⁹Bei den Hochleistungsrechner handelt es sich um einen Linux-Infiniband-Cluster mit insgesamt 14 Knoten und 116 Prozessoren (Intel Xeon 64bit, 2x X5660 (je 6 Kerne), 2x E5620 (je 4 Kerne), 24x E5420 (je 4 Kerne)).

Tabelle 10: Korrelation der Ein- und Ausgangsgrößen aufgeteilt in die unterschiedlichen Zentralitätsmaße und das Zufallsszenario

Zentralitätsmaß	Variable	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Degree	1. Cluster C_m	1						
	2. Verhältnis von F&E-Aufgaben / Netzwerkgröße $\frac{R}{N_v}$	0,000	1					
	3. Teilnahmewahrscheinlichkeit p	0,000	0,000	1				
	4. Anzahl an nicht erreichbaren Unternehmen T	0,044**	-0,047**	-0,052**	1			
	5. Charakteristische Pfadlänge l	0,081**	-0,090**	-0,050**	0,405**	1		
	6. Netzwerkdichte ND	-0,615**	0,297**	0,578**	-0,061**	-0,096**	1	
	7. Clusterkoeffizient C	-0,190**	0,279**	0,842**	-0,002	0,022**	0,772**	1
Eigenvektor	1. Cluster C_m	1						
	2. Verhältnis von F&E-Aufgaben / Netzwerkgröße $\frac{R}{N_v}$	0,000	1					
	3. Teilnahmewahrscheinlichkeit p	0,000	0,000	1				
	4. Anzahl an nicht erreichbaren Unternehmen T	0,041**	-0,063**	-0,055**	1			
	5. Charakteristische Pfadlänge l	0,049**	-0,078**	-0,060**	0,529**	1		
	6. Netzwerkdichte ND	-0,615**	0,297**	0,578**	-0,064**	-0,078**	1	
	7. Clusterkoeffizient C	-0,190**	0,279**	0,842**	-0,009*	-0,003	0,772**	1
Betweenness	1. Cluster C_m	1						
	2. Verhältnis von F&E-Aufgaben / Netzwerkgröße $\frac{R}{N_v}$	0,000	1					
	3. Teilnahmewahrscheinlichkeit p	0,000	0,000	1				
	4. Anzahl an nicht erreichbaren Unternehmen T	0,421**	-0,080**	-0,102**	1			
	5. Charakteristische Pfadlänge l	0,202**	-0,034**	-0,019**	0,309**	1		
	6. Netzwerkdichte ND	-0,615**	0,297**	0,578**	-0,360**	-0,207**	1	
	7. Clusterkoeffizient C	-0,190**	0,279**	0,842**	-0,113**	-0,032**	0,772**	1
Zufall	1. Cluster C_m	1						
	2. Verhältnis von F&E-Aufgaben / Netzwerkgröße $\frac{R}{N_v}$	0,000	1					
	3. Teilnahmewahrscheinlichkeit p	0,000	0,000	1				
	4. Anzahl an nicht erreichbaren Unternehmen T	0,039**	-0,020**	-0,034**	1			
	5. Charakteristische Pfadlänge l	0,042**	0,007	-0,002	0,364**	1		
	6. Netzwerkdichte ND	-0,615**	0,297**	0,578**	-0,036**	0,012**	1	
	7. Clusterkoeffizient C	-0,190**	0,279**	0,842**	-0,025**	0,019**	0,772**	1

** : Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

* : Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

Tabelle 11: Anzahl stabiler und instabiler Netzwerke für 38.400 Simulationen in Abhängigkeit der Variable *Nicht-Erreichbarkeit von Unternehmen D*

Kategorie	Zentralitätsmaß	<i>D</i> [Anzahl]		<i>D</i> [%]	
		stabil	instabil	stabil	instabil
sehr niedrig	Degree	9477	123	98,7	1,3
	Eigenvektor	9485	115	98,8	1,2
	Betweenness	2572	7028	26,8	73,2
	Zufall	9546	54	99,4	0,5
niedrig	Degree	9492	108	98,9	1,1
	Eigenvektor	9513	87	99,1	0,9
	Betweenness	2675	6925	27,8	72,2
	Zufall	9552	48	99,5	0,5
mittel	Degree	9517	83	99,1	0,9
	Eigenvektor	9543	57	99,4	0,6
	Betweenness	2942	6658	30,6	69,4
	Zufall	9556	44	99,6	0,4
hoch	Degree	9537	63	99,3	0,7
	Eigenvektor	9554	46	99,5	0,5
	Betweenness	3587	6013	37,4	62,6
	Zufall	9567	33	99,6	0,4
sehr hoch	Degree	9556	44	99,5	0,5
	Eigenvektor	9567	33	99,7	0,3
	Betweenness	4820	4780	50,2	49,8
	Zufall	9578	22	99,8	0,2

Tabelle 12: Anzahl stabiler und instabiler Netzwerke für 38.400 Simulationen in Abhängigkeit der Variable *charakteristische Pfadlänge I*

Zentralitätsmaß	<i>I</i> [Anzahl]		<i>I</i> [%]	
	stabil	instabil	stabil	instabil
Degree	9266	334	96,5	3,5
Eigenvektor	9443	157	98,4	1,6
Betweenness	1581	8019	16,5	83,5
Zufall	9381	219	97,7	2,3

4 Stabilitätsbeeinflussende Faktoren von Forschungs- und Entwicklungsnetzwerken

4.1 Einführung

Gegenstand der nachfolgenden Abschnitte ist eine Analyse stabilitätsbeeinflussender Faktoren von Forschungs- und Entwicklungsnetzwerken. Im Gegensatz zu Kapitel 3 steht hier nicht die Ermittlung des Ausfalls eines Unternehmens auf das F&E-Netzwerk, sondern die Erörterung von Umständen, die zum Scheitern von F&E-Kooperationen und dadurch auch zum Scheitern von F&E-Netzwerken beitragen können im Vordergrund.

Die Identifikation und Exploration der stabilitätsbeeinflussende Faktoren basiert auf den Arbeiten von [Powell und Grodal \(2005\)](#) und [John \(2010\)](#). [Powell und Grodal \(2005\)](#) beschreiben warum Innovationsnetzwerke existieren und wie diese geführt werden können. Hierbei werden vorrangig Studien aus High-Tech-Industrien mit Schwerpunkt Forschung und Entwicklung genutzt, die die Übertragung der Erkenntnisse auf F&E-Netzwerke erleichtern. [John \(2010\)](#) hat einen Risikomanagementansatz für vertikale Entwicklungskooperationen entwickelt und Risikofaktoren identifiziert, die den erfolgreichen Ausgang vertikaler Entwicklungsvorhaben beeinflussen. Die Identifikation stabilitätsbeeinflussender Faktoren wird durch die Kombination der beiden Arbeiten erreicht. Ferner werden die Erkenntnisse der Literaturanalyse zum Thema Kooperationsstabilität aus Kapitel 2.5 für die Identifikation der stabilitätsbeeinflussenden Faktoren herangezogen.

Auf Basis der Arbeiten von [Powell und Grodal \(2005\)](#) und [John \(2010\)](#) können drei Kategorien stabilitätsbeeinflussender Faktoren gebildet werden: (1) projektspezifische Faktoren, (2) partnerspezifische Faktoren und (3) netzwerkspezifische Faktoren. Die projektspezifischen Faktoren befassen sich direkt mit dem F&E-Vorhaben. Zu dieser Gruppe der stabilitätsbeeinflussenden Faktoren gehören z.B. die Partnerauswahl, die Organisationsform, oder die Heterogenität der Partner. Die Gruppe der partnerspezifischen Faktoren umfasst alle Einflussgrößen, die durch das Verhalten, der Motivation sowie den spezifischen F&E-Fähigkeiten des Partners resultieren. Die letzte Gruppe stabilitätsbeeinflussender Faktoren stellen die netzwerkspezifischen Faktoren dar. Diese Gruppe beinhaltet jene Einflussgrößen, die aus der Struktur und der Zusammensetzung

zung des Netzwerks an sich resultieren. Insgesamt sind elf Faktoren identifiziert worden. Die Zuordnung der einzelnen Faktoren zu den jeweiligen Gruppen kann Bild 14 entnommen werden.

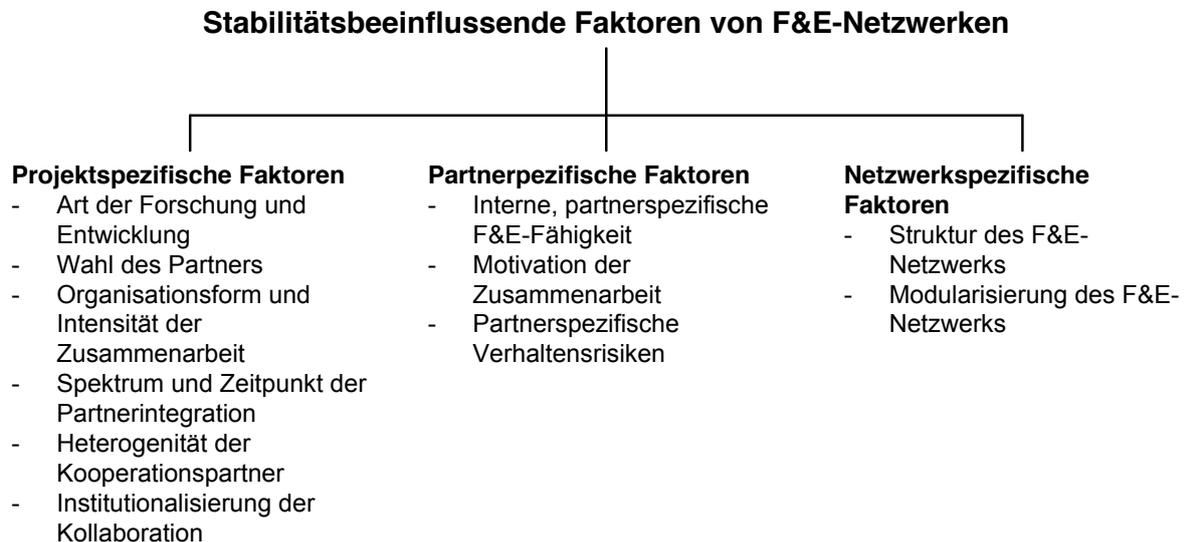


Bild 14: Zuordnung der einzelnen stabilitätsbeeinflussenden Faktoren zu den Gruppen projekt-, partner- und netzwerkspezifischen Faktoren
Quelle: Eigene Darstellung

In den nachfolgenden Abschnitten werden mittels einer Literaturrecherche die einzelnen stabilitätsbeeinflussenden Faktoren analysiert und ihre unterschiedlichen Merkmalsausprägungen dargelegt. Hierzu werden Publikationen herangezogen, in denen ex- oder implizit F&E-Netzwerke oder Risiken in F&E-Kooperationen behandelt werden. Diese Publikationen werden auf ihren Aussagegehalt hinsichtlich der Nennung von stabilitätsbeeinflussenden Faktoren untersucht. Hierbei steht insbesondere die Fragestellung der Einflussnahme der unterschiedlichen Merkmalsausprägungen auf die Stabilität des F&E-Netzwerkes im Vordergrund.

4.2 Projektspezifische stabilitätsbeeinflussende Faktoren

4.2.1 Art der Forschung und Entwicklung

Die Art der Forschung und Entwicklung und ihre Auswirkung auf die Kooperation ist vielfältig. Die Art der Forschung und Entwicklung kann unabhängig von den in Kapitel 2.2 beschriebenen Unterteilungen ferner nach ihren Neuheitsgrad sowie dem Ursprung der Idee unterschieden werden.

Um am Markt bestehen zu können, müssen Unternehmen neue Chancen ergreifen und erkunden (Exploration) sowie bestehendes Wissen ausbauen (Exploitation) (March 1991, S. 71f). In dem von March (1991) vorgestellten Konzept, verweist Exploitation auf den Ausbau der vorhandenen Technologien eines Unternehmens, während Exploration auf die Entwicklung von neuen Technologien und Produkten abzielt. Durch das Nutzen von vorhandenem Wissen und Technologien führen Exploitationsprojekte häufig zu inkrementellen Innovationen (Gilsing und Nootboom 2006, S. 6).

In F&E-Netzwerken führt Exploitation zu einer Veränderung des Vertrauens, einem erhöhten Effizienzdruck sowie verstärkter Konkurrenz unter den beteiligten Unternehmen (Gilsing und Nootboom 2006, S. 2f). Der höhere Effizienzdruck sowie der verstärkte Wettbewerbsdruck erfordert die Eliminierung redundanter Unternehmen und resultiert in der Notwendigkeit die verbleibenden Unternehmen durch Verträge zu binden (Lavie und Rosenkopf 2006, S. 801). Exploitationsprojekte zeichnen sich unter anderem dadurch aus, dass die beteiligten Unternehmen sich gegenseitig kennen, so dass langfristige und reife Beziehungen zwischen den Unternehmen entstehen. Unternehmen in Exploitationsprojekten zeigen jedoch eine geringe Kommunikationsfrequenz und stehen neuen Ideen voreingenommen entgegen (Gilsing und Nootboom 2006, S. 6). Explorationsprojekte hingegen profitierten von der Unvoreingenommenheit der beteiligten Unternehmen zu neuen Ideen und verfolgen das Ziel der Schaffung radikaler Innovationen (Lavie und Rosenkopf 2006, S. 798). In F&E-Netzwerken, die ein Explorationsprojekt verfolgen, werden häufig neue Unternehmen aufgenommen, da die vorhandenen Unternehmen auf das Wissen und die Technologien externer Unternehmen angewiesen sind (Gilsing und Nootboom 2006, S. 5f). Hierdurch kommt es zu einer Umstrukturierung des F&E-Netzwerks und Beziehungen mit den neueingeführten Unternehmen müssen aufgebaut werden (Lavie und Rosenkopf 2006, S. 802).

Eine weitere Möglichkeit zur Differenzierung von F&E-Projekten stellt der Ursprung der Idee für das F&E-Projekt dar. Die Planung neuer Produkte und Dienstleistungen kann von Kundenwünschen ausgehen (Market-Pull) oder auf einer geplanten technologischen Entwicklung (Technology-Push) beruhen (Gausemeier et al. 2001, S. 52). Charakteristika von Technology-Push-Projekten sind höhere Marktunsicherheit sowie unvollständige Informationen bezüglich der Kundenanforderungen, direkte Anwendung, potentielle Konkurrenten und mögliche Lieferanten (Herstatt und Lettl 2004, S. 156f). Technology-Push-Projekte erfordern die Erweiterung der bisherigen Beziehungen zu neuen Unternehmen sowie Forschungseinrichtungen, wodurch technologiegetriebene F&E-Netzwerke entstehen (Wissema und Euser 1991, S. 37). Die innerhalb des Netzwerkes entwickelte Technologie fokussiert die zukünftigen Bedürfnisse der beteiligten Unternehmen (Wissema und Euser 1991, S. 37). Commitment, die strategische und kulturelle Übereinstimmung der Kooperationspartner und das gemeinsame Interesse

für die zu entwickelnde Technologie stellen bei technologiegetriebenen Projekten Erfolgsfaktoren dar (Kim und Lee 2003, S. 63). Bei Market-Pull-Projekten geht der Impuls für die Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen durch unmittelbare Nachfragen der zu entwickelnden Produkte und Dienstleistungen durch vorhandene Kunden aus (Brem und Voigt 2009, S. 355f). Solche Projekte zeichnen sich durch eine geringe technologische Unsicherheit sowie geringere Entwicklungskosten und -zeit aus (Brem und Voigt 2009, S. 356; Herstatt und Lettl 2004, S. 157). Market-Pull-Projekte fokussieren wie Exploitationsprojekte die Entwicklung inkrementeller Innovationen (Brem und Voigt 2009, S. 355). Kooperationspartner für Market-Pull-Projekte sind dem initialisierenden Unternehmen häufig aus vorhergegangenen Projekten bekannt, wodurch gefestigte Beziehungen innerhalb des F&E-Netzwerks bestehen. Die Kooperationspartner werden häufig für spezifische technologische Erweiterung bestehender Produkte benötigt, wodurch die partnerspezifischen Kooperationsziele besser zu detaillieren sind (Brem und Voigt 2009, S. 356).

Sowohl Exploration und Exploitation als auch Technology-Push und Market-Pull unterscheiden sich primär hinsichtlich des Neuheitsgrad der zu entwickelnden Technologie respektive des Produktes. Bei Exploration und Technology-Push steht der Bruch mit dem vorhandenen Technologien und den darauf basierenden Produkten im Vordergrund, während Exploitation und Market-Pull die Erweiterung der bestehenden Produktpalette bzw. der inkrementellen Weiterentwicklung bestehender Technologien fokussieren. Tabelle 13 stellt die Differenzierungsmerkmale von Exploitation und Market-Pull sowie Exploration und Technology-Push dar.

Tabelle 13: Qualitative Differenzierung von Exploitation / Market-Pull und Exploration / Technology-Push

Beschreibung	Exploitation / Market-Pull	Exploration / Technology-Push
Neuheitsgrad	gering	hoch
Innovation	inkrementell	radikal
Marktunsicherheit	gering	hoch
Dynamik des F&E-Netzwerks	gering	hoch
Art der Zusammenarbeit	vertragsbasiert	vertrauensbasiert

Die Stabilität von F&E-Netzwerken wird sowohl durch Exploration und Market-Pull als auch Exploitation und Technology-Push beeinflusst. Die Reduktion der beteiligten Unternehmen und die längerfristige Beziehung zwischen Unternehmen bei Exploitations- und Market-Pull-Projekten wirken sich positiv auf die Stabilität ihrer F&E-Netzwerke aus. Der erhöhte Wettbewerbsdruck sowie die leichtere Möglichkeit Wissen der anderen beteiligten Unternehmen auszunutzen kann jedoch zu Instabilitäten führen. Das Hinzufügen von Unternehmen zum bestehenden F&E-Netzwerk und der damit verbun-

dene Aufwand kann bei Explorations- sowie Technology-Push-Projekten ferner die Stabilität gefährden. Solche F&E-Netzwerke verfügen dadurch über eine höhere strukturelle und relationsspezifische Dynamik, die sich wiederum negativ auf die Stabilität des F&E-Netzwerkes auswirken kann.

Im Gegensatz zu Exploitation bzw. Market-Pull basiert die Zusammenarbeit bei Exploration respektive Technology-Push häufig auf gegenseitigem Vertrauen (Gilsing und Nooteboom 2006, S. 5f), das im Gegensatz zur vertragsbasierten Zusammenarbeit in Exploitations- bzw. Market-Pull-Projekten, die Integration neuer Unternehmen erleichtert, jedoch im gleichen Moment den Rückzug von Unternehmen ermöglicht. Die Beständigkeit der Zusammenarbeit ist daher bei Exploration und Technology-Push nicht gegeben, so dass die Beziehung zwischen den beteiligten Unternehmen nicht zwangsläufig über einen ausreichenden Reifegrad verfügt und dadurch die Stabilität des F&E-Netzwerkes negativ beeinflussen kann.

Bild 15 zeigt die wichtigsten Merkmalsausprägungen des Faktors *Art der Forschung und Entwicklung*. Diese Merkmalsausprägungen werden für die Operationalisierung des Faktors zur Durchführung der Unternehmensbefragung in Kapitel 5 genutzt¹⁰.

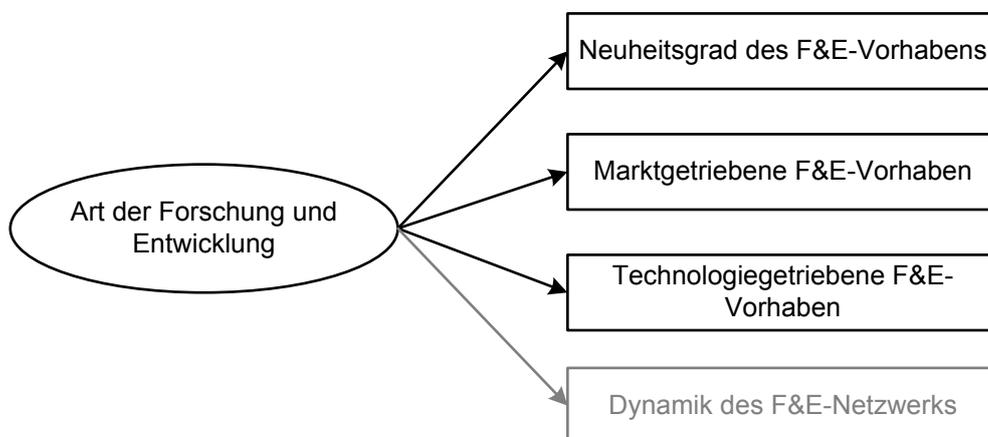


Bild 15: Operationalisierung des Faktors *Art der Forschung und Entwicklung*
Quelle: Eigene Darstellung

4.2.2 Wahl des Partners

Die Wahl des Partner beeinflusst maßgeblich das Ergebnis von F&E-Projekten und häufiger werden bei der Partnerwahl drei Fehler gemacht: Das Auswahlverfahren ba-

¹⁰Die in Bild 15 und den nachfolgenden Bildern zur Operationalisierung von Faktoren grau umrandeten Merkmalsausprägungen werden zwar durch den jeweiligen dargestellten Faktor beeinflusst, jedoch im Rahmen der vorliegenden Untersuchung einen anderen Faktor zugeordnet.

siert auf fehlenden oder unvollständigen Informationen, wird eher intuitiv als systematisch durchgeführt und beruht auf bisherigen Kooperationserfahrungen mit dem Partner (Handfield et al. 1999, S. 65; de Boer et al. 2001, S. 76). Dies kann dazu führen, dass nur 20% der gewählten Partner für die Kooperation geeignet sind (Kamann et al. 2001, S. 543). Die falsche Partnerwahl kann die optimale Zusammenarbeit erschweren und letztendlich zum Scheitern der Partnerschaft führen (Zahn und Hülsmann 2007, S. 120; Bronner und Mellewigt 2001, S. 737; Sydow und Duschek 2011, S. 178).

Die Wahl des falschen Partner führt zu einen Misfit¹¹ zwischen den Kooperationspartnern. Eine Methode zur Bestimmung der Tauglichkeit von Partner wurde von Medcof (1997, S. 719) vorgestellt und beruht auf der Übereinstimmung der Partner hinsichtlich ihrer Fähigkeit, Kompatibilität, Commitments, Kontrollierbarkeit und strategischen Kongruenz. John (2010, S. 127) differenziert hingegen die Übereinstimmung von Kooperationspartnern in die Kategorien fundamentaler, strategischer, kultureller, struktureller und einsatzbezogener Misfit; die Beschreibung zu den jeweiligen Misfits können Tabelle 14 entnommen werden. Die Notwendigkeit der Übereinstimmung der Fähigkeiten und kulturellen Vorstellungen wird auch von Petersen et al. (2005, S. 375) als Erfolgsfaktor bei der Partnerwahl gesehen.

Tabelle 14: Unterschiedliche Partner-Misfits
Quelle: in Anlehnung an John (2010, S. 127)

Misfit	Beschreibung
fundamental	Unterscheidung hinsichtlich der Ressourcenkompatibilität
strategisch	Fehlende Kompatibilität in den Zielen der Kooperationspartner
kulturell	Nicht vorhandene Übereinstimmung bei den Werten und der Verhaltensweise der Partner
strukturell	Organisations- und größenspezifische Inkompatibilität
einsatzbezogen	Ungleiches Engagement und Bereitschaft zur Investition von Zeit, Geld und Ressourcen

In F&E-Vorhaben können strategische, strukturelle und kulturelle Inkompatibilitäten bis zu einem gewissen Grad erträglich sein. Kooperationen zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen wirken sich in der Regel positiv auf den Ausgang von Forschungs- und Entwicklungsprojekten aus (Inzelt 2004, S. 992), wobei sich Unternehmen und Forschungseinrichtungen häufig hinsichtlich ihrer Größe, Organisation, Kultur und strategischen Ausrichtung unterscheiden. Sofern jedoch schwerwiegende Abweichungen der Kooperationspartner bei den strategischen Zielen und kulturellen

¹¹Der Begriff *misfit* kann als „nicht passend“ oder „inkongruent“ übersetzt werden. Der Begriff wird in einer Vielzahl von englisch- als auch deutschsprachigen Veröffentlichungen als Begriff zur Beschreibung von nicht kompatiblen Unternehmen oder Personen verwandt. Aufgrund der Häufigkeit der Verwendung und der Griffigkeit des Begriffes wird er auch in dieser Arbeit genutzt.

Werten und Normen vorhanden sind, ist die Erfolgswahrscheinlichkeit der Kooperation deutlich geringer (John 2010, S. 216; Zahn und Hülsmann 2007, S. 120; Carr 1999, S. 516; Wynstra et al. 2001, S. 159f).

Die Stabilität von F&E-Netzwerken ist folglich stark von der Wahl des Partners und dessen Übereinstimmung mit denen der anderen Netzwerkteilnehmer abhängig. Die Kongruenz der Ziele innerhalb der F&E-Netzwerke nimmt hierbei eine besondere Rolle ein (Wagner und Hoegl 2006, S. 940; Zahn und Hülsmann 2007, S. 120). Teusler (2008, S. 250) zeigte in ihrer kausalanalytischen Untersuchung strategischer Stabilitätsfaktoren von Unternehmenskooperationen, dass die strategische und strukturelle Verträglichkeit der Kooperationspartner positive Auswirkungen auf das gegenseitige Vertrauen, die regelmäßige Kommunikation und die Selbstverpflichtung der Partner gegenüber der Kooperationsbeziehung hat. Ebenfalls konnte in der Untersuchung ein positiver Einfluss von Erfahrungen der Kooperationspartner auf die Stabilität der Kooperationsbeziehung nachgewiesen werden. Hieraus ergibt sich, dass die Auswahl der Partner systematisch erfolgen muss und dabei auch die strategischen, kulturellen und strukturellen Unterschiede aller Netzwerkteilnehmer berücksichtigt werden. Bild 16 zeigt die Operationalisierung des Faktors *Wahl des Partners*. Die Merkmalsausprägungen strategischer und kultureller Misfit wird bei der Analyse der partnerspezifischen Faktoren in Kapitel 4.3 behandelt. Die Behandlung des strukturellen und fundamentalen Misfits erfolgt im Rahmen der Analyse der *Heterogenität der Kooperationspartner* respektive der *internen, partnerspezifischen F&E-Fähigkeit*.

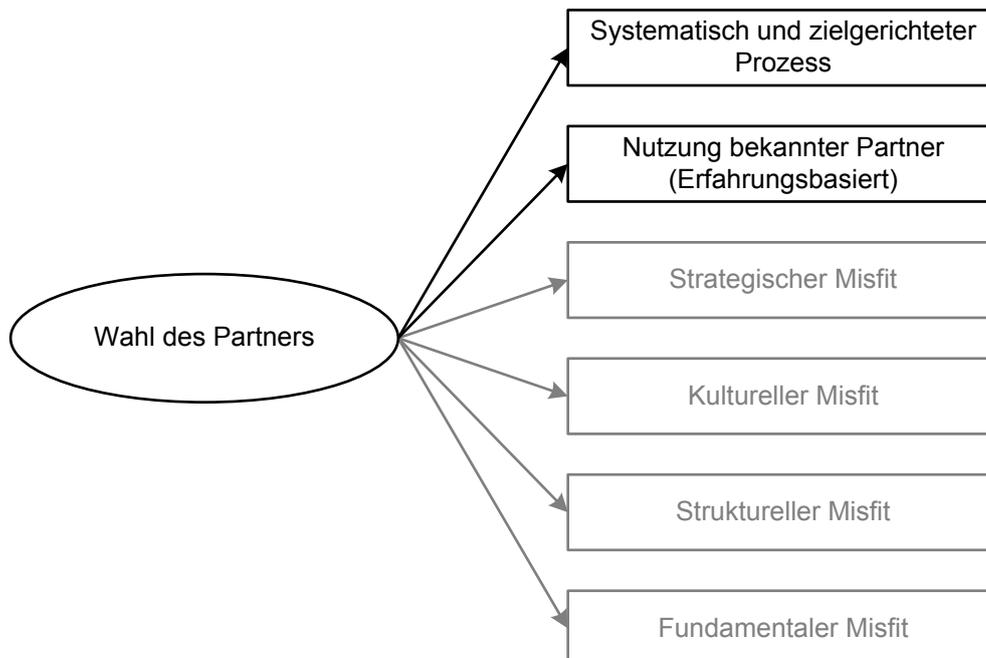


Bild 16: Operationalisierung des Faktors *Wahl des Partners*
Quelle: Eigene Darstellung

4.2.3 Organisationsform und Intensität der Zusammenarbeit

Nachdem in Kapitel 2.3.2 bereits Kooperationsformen und die damit verbundenen organisatorischen und strukturellen Auswirkungen auf die Stabilität des F&E-Netzwerks behandelt wurden, werden in diesem Abschnitt die unterschiedlichen Organisationsformen und die Intensität der Kooperation auf ihre Stabilitätsauswirkungen untersucht. Die unterschiedlichen Organisationsformen können dabei hinsichtlich des Entwicklungsanteils des Abnehmers und des Partners unterschieden und in vier Kategorien eingeteilt werden (Groher 2003, S. 147f; Fliess und Becker 2006, S. 29): (1) Fremdentwicklung, (2) Entwicklungskooperationen im Schnittstellenmodell, (3) gemeinschaftliche Entwicklungsvorhaben und (4) Eigenentwicklung. Bild 17 zeigt die unterschiedlichen Organisationsformen und den damit verbundenen Fremd- und Eigenentwicklungsanteil sowie die Kooperationsintensität.

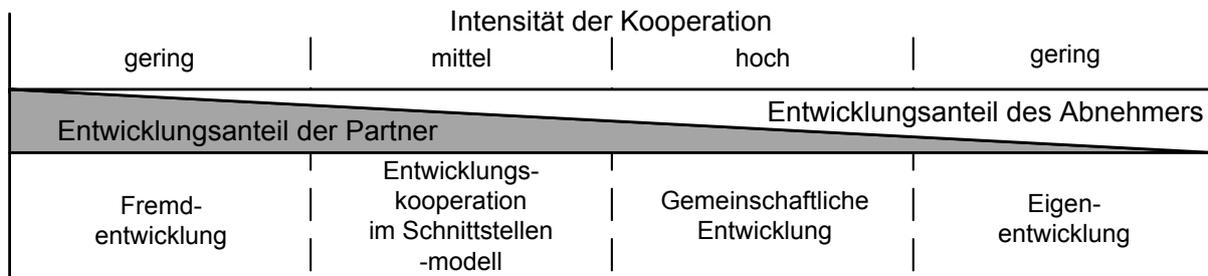


Bild 17: Organisationsformen der Entwicklungszusammenarbeit

Quelle: in Anlehnung an Groher (2003, S. 148) und Fliess und Becker (2006, S. 32)

Bei Fremdentwicklungen werden einzelne Arbeitspakete oder Komponenten bzw. Module eines F&E-Projektes von einem Partner direkt ohne die Beteiligung des fokalen Unternehmens bearbeitet. In der Regel kauft das fokale Unternehmen ein bereits entwickeltes Produkt bei dem Partner ein. Eine abgewandelte Version hiervon stellt die Fremdentwicklung mit kundenspezifischer Anpassung dar (John 2010, S. 72). Für die Vergabe von Fremdentwicklungsprojekten innerhalb von F&E-Netzwerken müssen jedoch bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein. Hierzu gehören unter anderem die Abgrenzbarkeit der Aufgaben von denen des restlichen F&E-Projektes sowie die klare Beschreibung der Aufgaben (Hauschildt und Salomo 2007, S. 78; Fliess und Becker 2006, S. 29). Innerhalb von Fremdentwicklungsprojekten liegt die Verantwortung für die zu bearbeitenden Arbeitspakete bzw. die zu entwickelnden Komponenten respektive den Modulen beim Partner. Bei Fremdentwicklungsprojekten kann das auftraggebende Unternehmen nur in sehr begrenzten Umfang Einfluss auf die Entwicklung nehmen (Kamath und Liker 1994, S. 164). Die Vergabe von F&E-Aufgaben im Form von Fremdentwicklungsprojekten wird vorrangig beim Vorhandensein von Kapazitätsbeschränkungen

gen des Auftraggebers oder bei Schutzrechten des Partner gewählt (Fliess und Becker 2006, S. 29; Kamath und Liker 1994, S. 164).

Entwicklungskooperationen im Schnittstellenmodell beziehen sich auf F&E-Vorhaben, in denen Aufgaben sowohl vom fokalen Unternehmen als auch von Partnern wahrgenommen werden. Diese Organisationsform wird vorrangig für komplexe F&E-Projekte wie z.B. der Entwicklung von Fahrzeugen oder kommerziellen Flugzeugen gewählt, bei denen eine Aufteilung der zu entwickelnden Funktionen in Module bzw. Systeme möglich ist (Petersen et al. 2005, S. 372; Holzmann und Shenhar 2010, S. 6). Unter die Entwicklungskooperationen im Schnittstellenmodell fallen auch die in Kapitel 2.3.2.1 beschriebenen vertikalen F&E-Kooperationsformen Systemlieferanten, Wertschöpfungspartner und Systempartnerschaft. Im Gegensatz zu Fremdentwicklungsprojekten entwickeln die im F&E-Netzwerk beteiligten Unternehmen gemeinsam, wobei in Abhängigkeit der Gestaltung der Zusammenarbeit die Verantwortung sowie die Koordination der weiteren zu beteiligenden Unternehmen beim (System-)Partner liegt (Kamath und Liker 1994, S. 158f; Petersen et al. 2005, S. 372).

Gemeinschaftliche Entwicklungsvorhaben differenzieren sich von Entwicklungskooperationen im Schnittstellenmodell durch die engere Beziehung zwischen den beteiligten Unternehmen innerhalb des F&E-Netzwerks (Hauschildt und Salomo 2007, S. 80f; Fliess und Becker 2006, S. 29). Im Rahmen gemeinschaftlicher Entwicklungsvorhaben sind alle Partner direkt am F&E-Vorhaben beteiligt (Fliess und Becker 2006, S. 29). Gemeinschaftliche Entwicklungsvorhaben werden als Organisationsform gewählt, wenn die Aufteilung der F&E-Aufgaben in Module nicht möglich ist oder eine zu große Abhängigkeit zwischen den einzelnen Modulen vorliegt (Fliess und Becker 2006, S. 29). Diese Art der Organisationsform wird häufig für Grundlagenforschung und Technologieentwicklung genutzt (Hauschildt und Salomo 2007, S. 79f). Gegenseitige Kapitalbeteiligungen der F&E-Netzwerkpartner oder die Gründung eines eigenen Unternehmens in Form eines Joint-Ventures sind bei gemeinschaftlichen Entwicklungsvorhaben keine Seltenheit (Kamien et al. 1992, S. 1293). Die für die Operationalisierung des Faktors *Organisationsform* genutzten Merkmalsausprägungen können dem Bild 18 entnommen werden.

Die Intensität der Zusammenarbeit wird unter anderem von der gewählten Organisationsform bedingt (Fliess und Becker 2006, S. 32), siehe auch Bild 17. Für produktive und erfolgreiche Kooperationen ist eine erhöhte Kooperationsintensität notwendig (Abramo et al. 2009, S. 157f; Liao 2011, S. 759). Eine erhöhte Kooperationsintensität bringt im Vergleich zu einer geringeren Kooperationsintensität Vorteile für die Kooperation mit sich (Teusler 2008, S. 70). Hierzu zählen z.B. die Reduktion der Unsicherheit, die zu Beginn einer Kooperation besteht als auch ein erhöhter Wissens- und Techno-

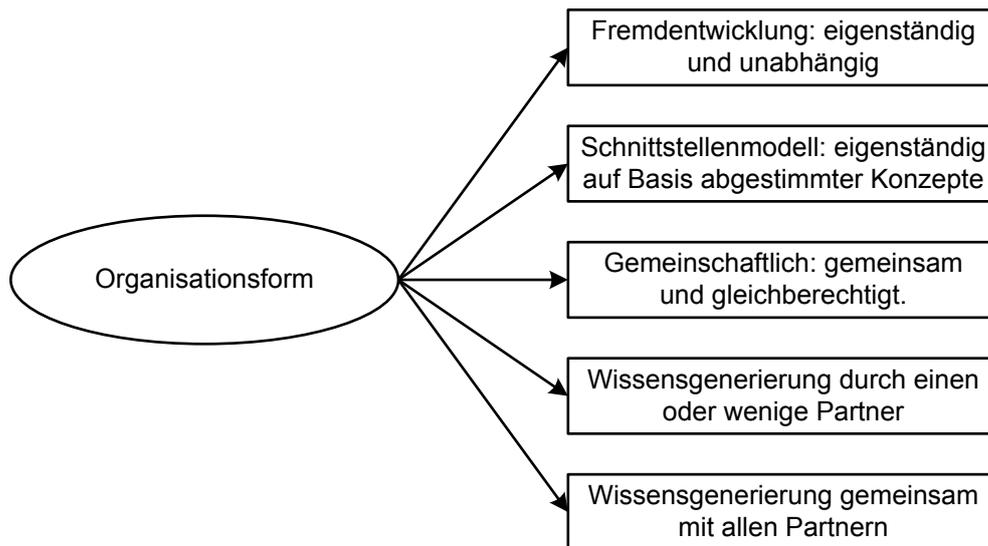


Bild 18: Operationalisierung des Faktors *Organisationsform*
Quelle: Eigene Darstellung

logietransfer (Teusler 2008, S. 70). Eine hohe Kooperationsintensität führt jedoch nicht zwangsweise zu einer erfolgreichen Kooperation, da eine zu starke Intensität zu Inflexibilität innerhalb der Kooperation führen kann (Teusler 2008, S. 72). Ferner geht mit einer starken Kooperationsintensität auch ein erhöhter Kommunikations- und Informationsfluss einher, der wiederum zu einer Erhöhung des Koordinationsaufwand innerhalb der Kooperation beiträgt und sich negativ auf das F&E-Vorhaben auswirken kann (John 2010, S. 129).

Die Stabilität des F&E-Netzwerkes wird von der gewählten Organisationsform und der Kooperationsintensität beeinflusst. Die gewählte Organisationsform beeinflusst die Struktur des F&E-Netzwerkes, den Kommunikations- und Informationsfluss innerhalb des F&E-Netzwerkes sowie den Koordinationsaufwand als auch die Kontrolle über das F&E-Projekt durch das fokale Unternehmen. Insbesondere bei Entwicklungskooperationen im Schnittstellenmodell werden F&E-Netzwerke geschaffen, in denen ein oder mehrere Netzwerkpartner Vermittlerrollen einnehmen. Sofern einer dieser Netzwerkpartner ausfällt, ist die Stabilität des F&E-Netzwerkes gefährdet (siehe Kapitel 3). Ferner erhöht sich die Anzahl der Schnittstellen bei dieser Organisationsform. Dadurch sind bei Entwicklungskooperationen im Schnittstellenmodell Netzwerkpartner zu wählen, die neben internen F&E-Fähigkeiten auch die der Koordination und des Managements der Subnetzwerke besitzen. Hierbei darf der Aufwand für die Koordination nicht unterschätzt werden, da mit einem erhöhten Koordinationsaufwand eine erschwerte Planung, Organisation und Kontrolle der Entwicklungsprozesse einhergeht (John 2010, S. 217).

Ferner trägt eine niedrige Kooperationsintensität zur Reduktion der Stabilität des F&E-Netzwerkes bei. Niedrige Kooperationsintensitäten bedeuten, dass die Kooperationspartner nicht alle notwendigen Ressourcen für die Kooperation einbringen (Luo et al. 2007, S. 74). Dies kann sich wiederum negativ auf die Einstellung der Netzwerkmitglieder zur Kooperation auswirken und hierdurch die Stabilität des F&E-Netzwerks gefährden. Bild 19 zeigt die Operationalisierung des Faktors *Intensität der Zusammenarbeit*.

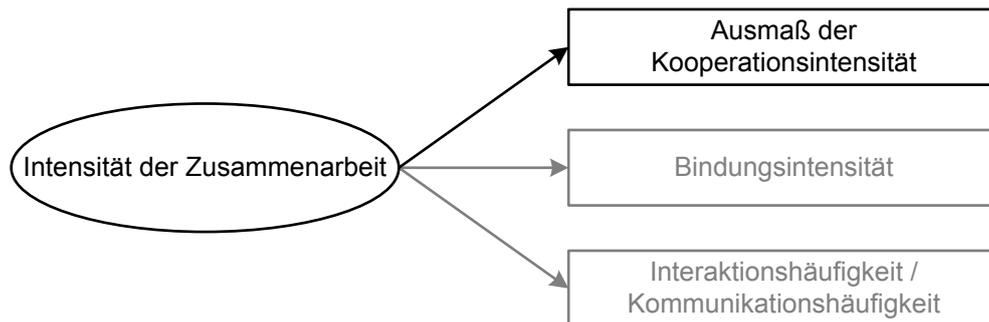


Bild 19: Operationalisierung des Faktors *Intensität der Zusammenarbeit*
Quelle: Eigene Darstellung

4.2.4 Spektrum und Zeitpunkt der Partnerintegration

Das Spektrum der Partnerintegration basiert auf der Verantwortung des Partners für die ihm übertragenen Entwicklungsaufgaben und ist unter anderem von der Organisationsform abhängig (Petersen et al. 2005, S. 378; Handfield et al. 1999, S. 60). Petersen et al. (2005, S. 378) differenziert vier Arten des Spektrums der Partnerintegration in Abhängigkeit der Einflussnahme des fokalen Unternehmens auf das Endergebnis und der Verantwortung des Partners für die ihm übertragenen Entwicklungsaufgaben. Tabelle 15 zeigt qualitativ die Möglichkeit der Einflussnahme des fokalen Unternehmens sowie die Verantwortung des Partners für das Endergebnis.

Tabelle 15: Spektrum der Partnerintegration (Qualitative Bewertung)
Quelle: in Anlehnung an Petersen et al. (2005, S. 378)

Spektrum der Partnerintegration	Einfluss des fokalen Unternehmens	Verantwortung des Partners
None	sehr hoch	sehr niedrig
White Box	hoch	niedrig
Gray Box	niedrig	hoch
Black Box	sehr niedrig	sehr hoch

In Abhängigkeit des Ausmaßes der Partnerintegration sinkt die Entwicklungstransparenz sowie die Einflussnahme des fokalen Unternehmens auf die dem Partner übertragenen F&E-Aufgaben (Kirst 2008, S. 100f). Zudem geht mit der zunehmenden Verantwortung der Partner für die ihm übertragenen Entwicklungsaufgaben auch eine verstärkte Abhängigkeit des fokalen Unternehmens von dessen Partner einher, da das innerhalb des F&E-Projektes gewonnene Wissen und das geistige Eigentum beim Partner verbleibt (Petersen et al. 2005, S. 372). Je höher die Verantwortung eines oder mehrerer Netzwerkpartner für die im Rahmen des F&E-Projektes entwickelnden Komponenten oder Module ist, desto höher ist die Gefahr des Verlusts von Wissen respektive der Kernkompetenzen beim fokalen Unternehmen. Ferner kann dies zu einer Machtverschiebung innerhalb des F&E-Netzwerkes führen, dass wiederum von Netzwerkpartnern opportunistisch ausgenutzt werden kann. Die Stabilität des F&E-Netzwerkes ist insbesondere dann gefährdet, wenn Black Box oder Gray Box Partner ausfallen. Bild 20 zeigt die Operationalisierung des Faktors *Spektrum der Integration*. Die Einflussnahme auf das F&E-Vorhaben durch das fokale Unternehmen wird durch die Organisationsform bestimmt.

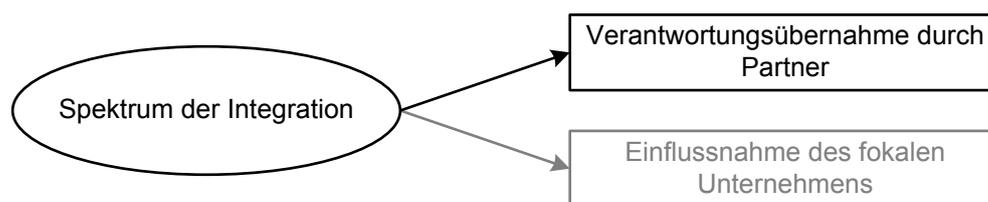


Bild 20: Operationalisierung des Faktors *Spektrum der Integration*
Quelle: Eigene Darstellung

Mit einer erhöhten Verantwortung des Partners für signifikante Teile des F&E-Vorhabens erfolgt in der Regel auch eine frühzeitige Einbindung dieser Partner in F&E-Vorhaben. Insbesondere für komplexe Vorhaben mit umfangreichem technologischem Bezug ist die frühzeitige Einbindung von Partnern notwendig (Wynstra und Pierick 2000, S. 50). Die frühzeitige Einbindung von Unternehmen in F&E-Vorhaben erhöht zudem die Kooperationsintensität (Wagner 2003, S. 8). Die frühzeitige Einbindung bezieht sich hierbei auf die Integration von Unternehmen in F&E-Vorhaben in den Phasen *Ideengenerierung* bis *Konzeptentwicklung*. Aber auch im späteren Verlauf eines F&E-Vorhabens ist die Integration von Partnern möglich (Handfield et al. 1999, S. 62). Insbesondere Unternehmen, die Fremdentwicklungen für das fokale Unternehmen übernehmen, können in allen Phasen des Produktentwicklungsprozesses eingebunden werden. Die Stabilität von F&E-Netzwerken wird durch eine frühzeitige Integration von Unternehmen durch die hiermit verbundene Erhöhung der Kooperationsintensität gestärkt. Erfolgt die Integration von Partner in späterem Verlauf des F&E-Vorhabens, so kann die Stabilität vor allem durch die fehlende Reife der Kooperati-

onsbeziehung sowie durch den erhöhten Koordinations- und Kommunikationsaufwand zur Einbindung in das F&E-Netzwerk gefährdet sein. Für die Operationalisierung sind die von Handfield et al. (1999, S. 62) identifizierten Integrationszeitpunkte genutzt worden. Die Operationalisierung des Faktors *Zeitpunkt der Integration* kann dem Bild 21 entnommen werden.

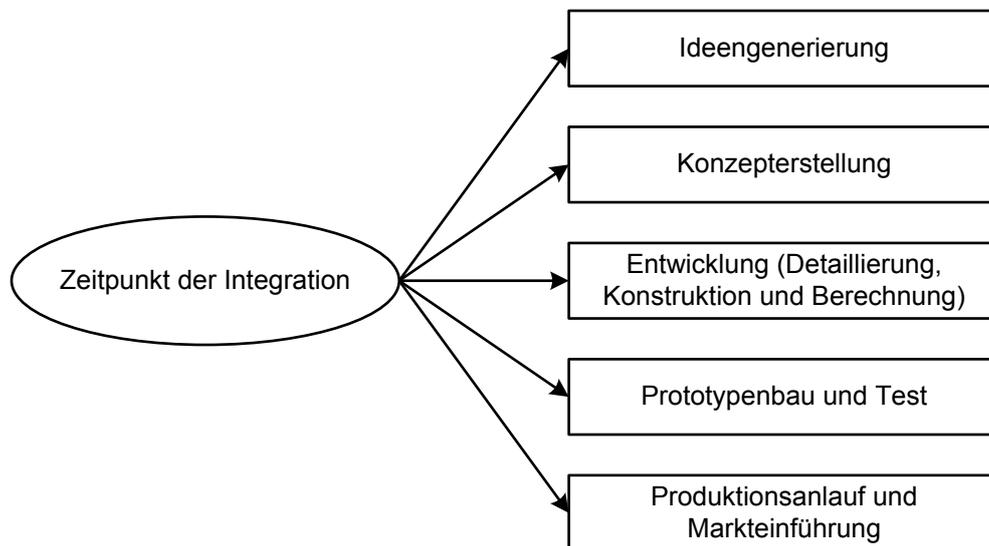


Bild 21: Operationalisierung des Faktors *Zeitpunkt der Integration*
Quelle: Eigene Darstellung

4.2.5 Heterogenität der Kooperationspartner

Ein weiterer Faktor, der die Stabilität von F&E-Netzwerken beeinflusst, stellt die Heterogenität der Kooperationspartner dar. Kooperationspartner können hinsichtlich zahlreicher Eigenschaften differenziert werden, z.B. Typ, Umsatz, Anzahl Mitarbeiter oder F&E-Intensität.

Die Integration unterschiedlicher Partner in Bezug auf ihren Typ war Gegenstand zahlreicher Publikationen. Hierbei sind vor allem die Integration von Lieferanten (Handfield et al. 1999; Petersen et al. 2003, 2005; Wynstra et al. 2001), Kunden (von Hippel 1986; Chang 2003; Matzler und Hinterhuber 1998; Wynstra et al. 2010), Konkurrenten (Andersen und Drejer 2009; Nieto und Santamaria 2007) und Forschungseinrichtungen (Hayashi 2003; Chiesa und Toletti 2004; Carayannis und Laget 2004) behandelt worden. Die Integration von Kunden und Forschungseinrichtungen stellt in der Regel für F&E-Netzwerke keine besondere Herausforderung dar. Die Integration von Forschungseinrichtungen ist jedoch nicht immer vorteilhaft und kann sich negativ auf die Produktivität innerhalb des F&E-Projektes auswirken (Asakawa et al. 2010, S. 118; Inzelt 2004, S. 992). Die Integration konkurrierender Unternehmen bzw. der Konkurrenz

von Partnern innerhalb des F&E-Netzwerkes wirkt sich stark auf die Stabilität des F&E-Netzwerkes aus. Rivalität zwischen Netzwerkpartnern kann zu unvollständigen Informationsfluss innerhalb des Netzwerkes führen. Ferner wird die Möglichkeit des Ausnutzens von ungewollten Know-How-Abfluss durch die Integration von direkt in Konkurrenz stehenden Unternehmen verstärkt.

Unternehmen unterscheiden sich nicht nur hinsichtlich ihres Typs sondern auch hinsichtlich ihrer Größe und Adoleszenz. Die Beziehung der Adoleszenz und Unternehmensgröße (Umsatz) auf die Innovationsfähigkeit wurde von verschiedenen Autoren untersucht (Scherer 1965; Cohen et al. 1987; Kumar und Saqib 1996; Cohen und Klepper 1996; Rothaermel und Deeds 2004; Gopalakrishnan und Bierly III 2006) und ein Zusammenhang zwischen ihnen festgestellt. Kleine und junge Unternehmen zeichnen sich im Vergleich zu größeren Unternehmen durch eine erhöhte Flexibilität und schnellere Entscheidungsfindung aus. Sie lernen schneller und können dadurch externes Wissen leichter ausnutzen (Gopalakrishnan und Bierly III 2006, S. 6), wobei sie auch auf externes Wissen stärker angewiesen sind (Rogers 2004, S. 142). Durch ihre begrenzte Kapitalausstattung müssen kleiner Unternehmen jedoch die Anzahl der F&E-Projekte begrenzen, während alte, meist umsatzstarke, Unternehmen an einer Vielzahl an F&E-Projekten teilnehmen und die Ergebnisse hieraus auf verschiedene Produkte übertragen können (Cohen und Klepper 1996, S. 223; Pagano und Schivardi 2003, S. 261ff; Rogers 2004, S. 142f). Kleiner Unternehmen sind zudem häufig auf umsatzstarke Unternehmen angewiesen, die die F&E-Vorhaben der kleineren Unternehmen finanzieren (Rothaermel und Deeds 2004, S. 206ff). Insbesondere die fehlende finanzielle Absicherung kleiner und junger Unternehmen stellt bei F&E-Netzwerken eine Herausforderung dar, die im Falle einer Insolvenz des kleinen und jungen Unternehmens zur Instabilität des F&E-Netzwerkes führen kann. Aber auch umsatzstarke und langjährig bestehende Unternehmen können die Stabilität von F&E-Netzwerken beeinflussen. Durch die erhöhte Anzahl an gleichzeitig zu bearbeitenden F&E-Projekten, kann das Commitment innerhalb der F&E-Projekte sinken und sich somit negativ auf die Stabilität auswirken. Ferner kann der bisherige Erfolg der eigenen F&E-Vorhaben bei langjährig bestehenden Unternehmen die Akzeptanz externer entwickelten Lösungen beeinflussen (Gopalakrishnan und Bierly III 2006, S. 6; Agrawal et al. 2010, S. 78). Bild 22 zeigt die Operationalisierung des Faktors *Heterogenität der Kooperationspartner*.

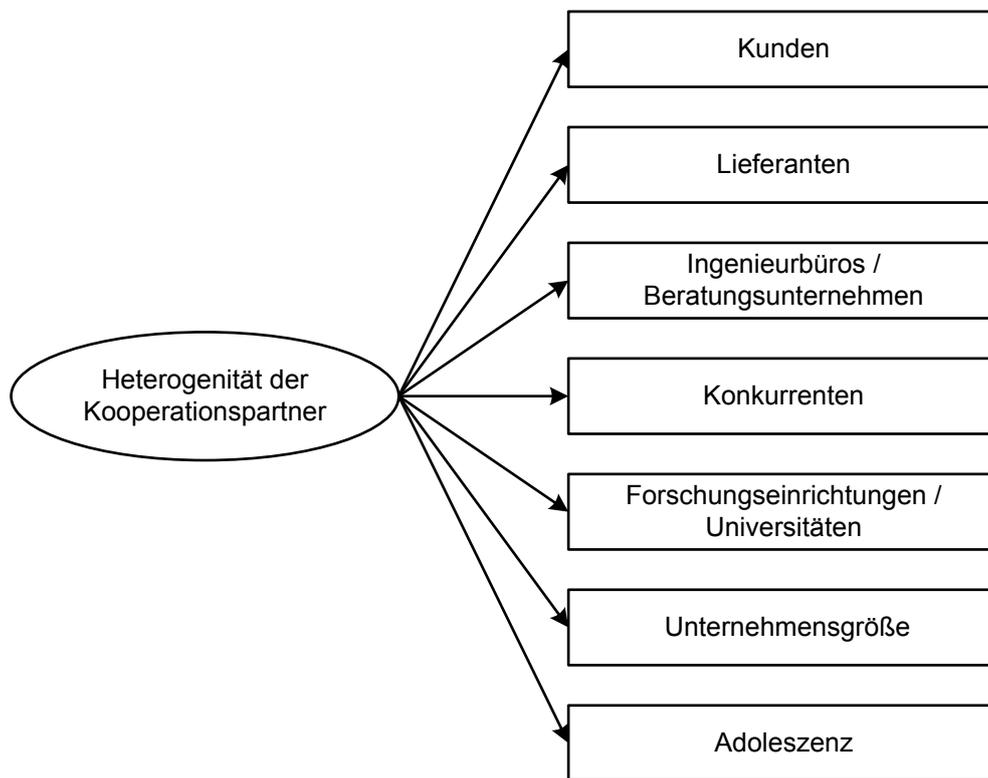


Bild 22: Operationalisierung des Faktors *Heterogenität der Kooperationspartner*
Quelle: Eigene Darstellung

4.2.6 Institutionalisation der Kollaboration

F&E-Kooperationen können durch eine verschiedene Art und Weise manifestiert werden. Hierzu zählen unter anderem Vereinbarungen, Verträge, gegenseitige Kapitalbeteiligungen sowie Gemeinschaftsunternehmen (John 2010, S. 65; Ebertz 2006, S. 18). Bild 23 zeigt den Zusammenhang zwischen dem Grad der formalrechtlichen Institutionalisierung und der Flexibilität und Stabilität. Mit einer zunehmenden formalrechtlichen Institutionalisierung der Kooperation steigt die Stabilität (mehr Kontrolle, Standardisierung, Verbindlichkeit) und die Flexibilität (schwierigere Entscheidungsfindung, höhere Exit-Kosten) der kooperierenden Unternehmen sinkt (Ebertz 2006, S. 18). In einer Analyse von F&E-Kooperationen im Zeitraum 1960 - 2002, fand Hagedoorn (2002) heraus, dass Vereinbarungen und Verträge am häufigsten zur Absicherung von interorganisationalen F&E-Vorhaben eingesetzt werden.

Die formalrechtliche Institutionalisierung von F&E-Netzwerken ist von der Art der Forschung und Entwicklung sowie der gewählten Organisationsform abhängig. Grundlagenforschung und Technologieentwicklungen können in Form gemeinschaftlicher Entwicklungsvorhaben organisiert werden, in denen alle Partner über direkte Beziehungen zu den anderen Netzwerkpartnern verfügen. Hierdurch wird das Schließen von Verträ-

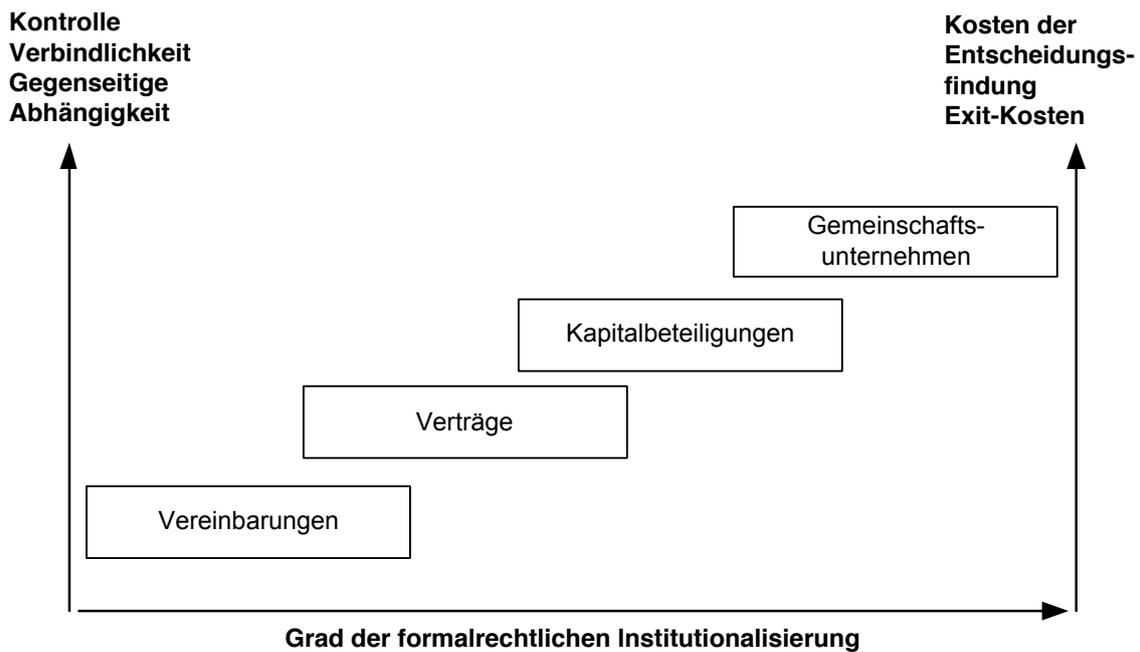


Bild 23: Formalrechtliche Institutionalisierung einer Kooperation
 Quelle: Ebertz (2006, S. 18)

gen oder die Gründung eines Gemeinschaftsunternehmens erleichtert. Bei Produktentwicklungen, die in Form von Entwicklungskooperationen im Schnittstellenmodell organisiert sind, gestaltet sich die einheitliche formalrechtliche Institutionalisierung des F&E-Netzwerken jedoch schwierig, da die hohe Anzahl beteiligter Unternehmen und die Dynamik des F&E-Netzwerken bei der Institutionalisierung berücksichtigt werden muss. Diese Art von F&E-Netzwerke bestehen daher häufig aus einer Kombination der einzelnen Institutionalisierungsmöglichkeiten, wobei die formalrechtliche Institutionalisierung jeweils nur zwischen einer begrenzten Anzahl an Unternehmen geschlossen wird. Die hierdurch entstehende Heterogenität der formalrechtlichen Institutionalisierung innerhalb des F&E-Netzwerkes beeinflusst die Stabilität. Insbesondere die Möglichkeit bei Vereinbarungen bzw. Verträgen im Vergleich zu Kapitalbeteiligungen bzw. Gemeinschaftsunternehmen die Kooperation mit geringeren Exit-Kosten aufzulösen stellt hierbei eine besondere Herausforderung für des F&E-Netzwerkes dar. Eine Möglichkeit zur Reduktion dieser Unsicherheit ist das Aufstellen eines Netzwerkregelwerks, das jedoch auch das richtige Maß zwischen Formalität und Informalität sowie Detaillierungsgrad und Unbestimmtheit aufweisen muss (Sydow und Duschek 2011, S. 187). Ein Netzwerkregelwerk stellt jedoch im engeren Sinne keine formalrechtliche Institutionalisierung des F&E-Netzwerkes dar. In einer Umfrage im Rahmen des Verbundvorhabens *krea.nets* wurde die Rechtsform von 1.382 Unternehmensnetzwerken analysiert (de Beauregard et al. 2012, S. 128f), siehe Tabelle 16. Es ist zu erkennen, dass die meisten Unternehmensnetzwerke entweder keine juristische Form besitzen oder in Form von Gemeinschaftsunternehmen organisiert sind. Zu den Unternehmensnetzwer-

ken, die keine juristische Form besitzen, gehören auch Netzwerke, die durch Vereinbarungen oder Verträgen institutionalisiert sind (de Beaugard et al. 2012, S. 130). Diese können je nach Gestaltung des Vertrages oder der Vereinbarung zu einer Gesellschaft bürgerlichen Rechts und somit zu einer impliziten Institutionalisierung des Netzwerkes führen (de Beaugard et al. 2012, S. 130). Bild 24 zeigt die Operationalisierung des Faktors *Institutionalisierung der Kollaboration*.

Tabelle 16: Häufigkeit von Rechtsformen bei Unternehmensnetzwerken
Quelle: in Anlehnung an de Beaugard et al. (2012, S. 129)

Rechtsform	Anzahl der Fälle	Anteil der Fälle
keine juristische Form	450	32,6%
GmbH (einschl. gGmbH)	264	19,1%
Eingetragener Verein	234	16,9%
GmbH & Co. KG	128	9,3%
Genossenschaft	92	6,7%
Aktiengesellschaft	68	4,9%
Gesellschaft bürgerlichen Rechts	55	4,0%
Unbekannt	35	3,1%
Partnergeseellschaft	24	1,7%
Limited	8	0,6%
Offene Handelsgesellschaft	8	0,6%
Kommanditgesellschaft	8	0,6%

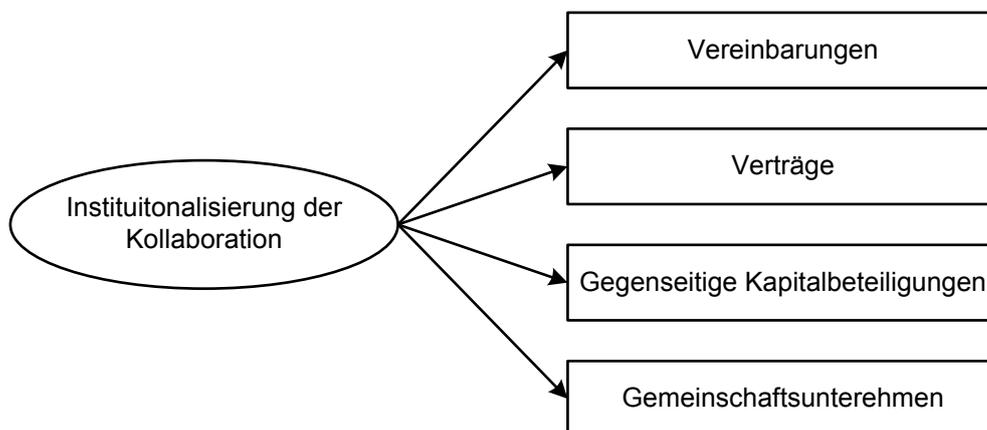


Bild 24: Operationalisierung des Faktors *Institutionalisierung der Kollaboration*
Quelle: Eigene Darstellung

4.3 Partnerspezifische stabilitätsbeeinflussende Faktoren

4.3.1 Interne, partnerspezifische F&E-Fähigkeit

Bei der Wahl des Partners wurde bereits im Rahmen des fundamentalen Misfits die F&E-Fähigkeit eines Partners als Einflussgröße auf die Stabilität von F&E-Netzwerken identifiziert. Die interne F&E-Fähigkeit eines Unternehmens stellt eine wesentliche Voraussetzung bei der Erforschung und Entwicklung von neuen Technologien, Produkten und Dienstleistungen dar (Pisano 1990, S. 153; Veugelers und Cassiman 2005, S. 359).

Die F&E-Fähigkeit eines Unternehmens kann in die zwei Dimensionen Fach- und Methodenkompetenz unterteilt werden. Fachkompetenz bedeutet, dass das Unternehmen detaillierte und spezifische Kenntnisse auf den Gebieten der zu bearbeitenden Problemstellung besitzt (Nerkar und Paruchuri 2005, S. 771), während Methodenkompetenz die Fähigkeit eines Unternehmens beschreibt, eine Vielzahl unterschiedlicher Methoden wie z.B. Design for X, Quality functional development (QFD) oder Failure Mode and Effects Analysis (FEMA) bei F&E-Vorhaben einzusetzen beschreibt (Specht et al. 2002, S. 167; Gausemeier et al. 2001, S. 218ff).

Mit der verstärkten Konzentration von Unternehmen auf ihre Kernkompetenzen (Prahalad und Hamel 2006, S. 276) ist bei den Unternehmen eine Reduktion der allgemeinen F&E-Fähigkeit einhergegangen (Coombs 1996, S. 346). Hierdurch haben sich Experten entwickelt, die über ein sehr hohes spezifisches Wissen verfügen und innerhalb ihrer Produktdomäne als *primus inter pares* gelten (Radtke et al. 2004, S. 117ff). Dies kann innerhalb von F&E-Netzwerken jedoch zu Problemen führen. Durch die verstärkte Integration neuer Technologien und Innovationen in F&E-Vorhaben werden auch diese Spezialisten mit Problemstellungen außerhalb ihrer Produktdomäne konfrontiert. Sofern die fehlenden Fachkompetenzen nicht durch die eigene Methodenkompetenz kompensiert werden können, ist der Ausgang des F&E-Vorhabens gefährdet. Fehlende Fach- oder Methodenkompetenz kann folglich zum Scheitern von F&E-Vorhaben führen und damit die Stabilität des F&E-Netzwerks gefährden.

Unternehmen entwickeln ihre F&E-Fähigkeiten jedoch nicht nur durch internes Lernen, sondern auch dadurch indem sie Wissen von Konkurrenten, Lieferanten und Kunden absorbieren (Deeds et al. 2000, S. 213f; Cohen und Levinthal 1990, S. 129; Lane und Lubatkin 1998, S. 461). Die Wissensabsorptionsfähigkeit (absorptive capacity) wird häufig als Befähigung eines Unternehmens externes Know-How für die Entwicklung und Vermarktung von neuen Produkten und Dienstleistungen zu nutzen definiert (Cohen und Levinthal 1990, S. 128; Zahra und George 2002, S. 185). Insbesondere bei unternehmensübergreifenden Kooperationen bestimmt die Absorptionsfähigkeit eines

Unternehmens über die Erfolgswahrscheinlichkeit der Kooperation (Tsai 2009, S. 767; Hurmelinna-Laukkanen und Blomqvist 2007, S. 17). Erfahrungen auf dem Gebiet des F&E-Vorhaben fördern die Absorptionsfähigkeit (Tsai 2009, S. 767; Veugelers und Cassiman 2005, S. 361). Ferner resultieren Erfahrung auf dem Gebiet des F&E-Vorhaben zu einer verbesserten Problemlösungsfähigkeit und der Transformation bereits etablierter Lösungsstrategien auf die spezifische Problemstellung. Unternehmen, die über Erfahrungen auf dem Gebiet der F&E-Aufgabe verfügen, fördern daher die Stabilität ihrer F&E-Netzwerken. Bild 25 zeigt die Operationalisierung des Faktors *Interne, partnerspezifische F&E-Fähigkeit*. Die Merkmalsausprägung Know-How-Assimilation bzw. deren negative Auswirkung Know-How-Verlust wird bei der Analyse der partnerspezifischen Verhaltensrisiken behandelt.

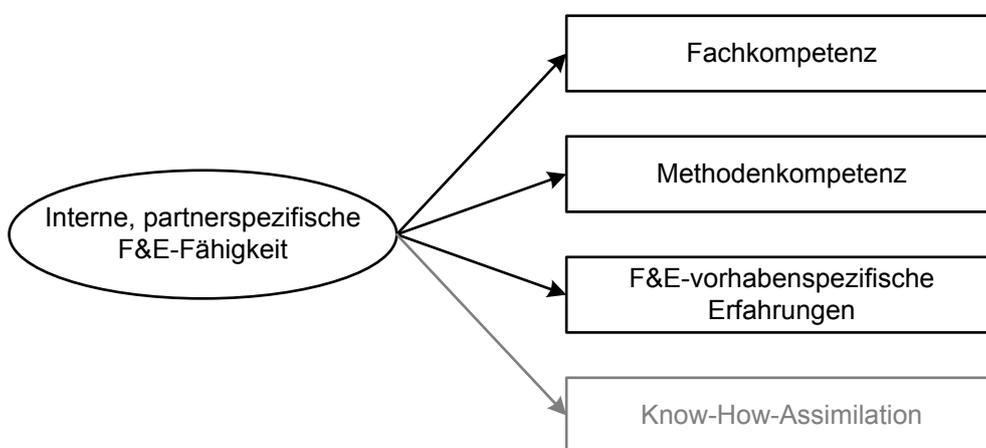


Bild 25: Operationalisierung des Faktors *Interne, partnerspezifische F&E-Fähigkeit*
Quelle: Eigene Darstellung

4.3.2 Motivation der Zusammenarbeit

Die Motive der Teilnahme an einer F&E-Kooperation sind sehr vielfältig. Edwards-Schachter et al. (2012, S.6ff) haben die Gründe für das Eingehen von F&E-Kooperationen und die verschiedenen Motivationen in fünf Kategorien eingeteilt: (1) Zugang zu neuen Technologien und Wissen, (2) Zugang zu neuen Märkten, (3) Senkung der F&E Kosten und Risikodiversifizierung, (4) Suche nach komplementären F&E-Kompetenzen und (5) Erhöhung der eignen Innovationskraft. Diese Einordnung lässt sich auch bei anderen Autoren wiederfinden (Teusler 2008, S. 21; Hagedoorn 1993, S. 373).

Das Motiv *Zugang zu neuen Technologien und Wissen* bezieht sich auf die Notwendigkeit von Unternehmen zur Diversifizierung und Kooperation mit anderen Unternehmen um technologische Herausforderungen zu bewältigen und schneller auf techno-

logische Veränderungen reagieren zu können (Belderbos et al. 2004, S. 1239; Miotti und Sachwald 2003, S. 1482f, Bayona et al. 2001, S. 1291f). Unternehmen mit diesem Motiv gehen F&E-Kooperationen ein, um Zugang zu komplexen und spezialisierten Technologien für den Austausch eigener, bestehender Technologien zu erhalten (Bayona et al. 2001, S. 1291f; Dachs et al. 2004, S. 3; Katz und Martin 1997, S. 9). Die Weitergabe von und die Transformation des Wissens nimmt hierbei eine besondere Stellung ein (Cassiman und Veugelers 2002, S. 1175; Kaiser 2002, S. 761; Dachs et al. 2004, S. 5). Der *Zugang zu neuen Märkten* basiert auf den kommerziellen Belangen der Unternehmen, Produkte auf neuen, unerschlossenen Märkten einführen zu wollen und Gelegenheiten zur Stärkung der eigenen Wettbewerbsfähigkeit zu nutzen (Miotti und Sachwald 2003, S. 1484; Hagedoorn 2002, S. 478 Dachs et al. 2004, S. 11). Weiterhin bietet der Zugang zu neuen Märkten die Möglichkeit auf noch nicht erschlossene Ressourcen zuzugreifen und neue, bisher unbekannte Partner zu identifizieren (Miotti und Sachwald 2003, S. 1484; Chen und Chen 2002, S. 1008). Die *Senkung von F&E-Kosten und Risikodiversifizierung* wird als einer der Hauptgründe für das Eingehen von F&E-Kooperationen genannt (Luo et al. 2010, S. 244f; Das und Teng 1996, S. 829ff; Cassiman und Veugelers 2002, S. 1173). Kooperationen mit diesem Motiv zielen auf die Reduktion, Minimierung und Verteilung von Unsicherheiten im Rahmen von F&E-Projekten ab (Tsang 1998, S. 212; Bayona et al. 2001, S. 1290; Hagedoorn 2002, S. 479). Weiterhin soll durch die Redundanzvermeidung die Effektivität und Effizienz von F&E-Projekten erhöht werden und zu einer Verbesserung der F&E-Investments führen (Cassiman und Veugelers 2002, S. 1173; Bayona et al. 2001, S. 1292f). Ein weiteres Motiv für das Eingehen von F&E-Kooperationen stellt die *Suche nach komplementären F&E-Kompetenzen* dar. Mit diesem Motiv eingegangene F&E-Kooperationen zeichnen sich durch eine vorhabensspezifische Erweiterung der bestehenden Entwicklungsfähigkeiten zur Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen aus (Hagedoorn et al. 2000, S. 570; Tsang 2000, S. 221; Cantner und Meder 2006, S. 5f). Im Gegensatz zum Motiv *Zugang zu neuen Technologien und Wissen* steht hierbei nicht die Erweiterung der eigenen technologischen Fähigkeiten im Vordergrund, sondern vielmehr die Nutzung externer Lösungen bzw. Lösungsansätze zur unmittelbaren Bewältigung von Problemen in Produktentwicklungsprojekten (Cassiman und Veugelers 2006, S. 69). Das letzte Motiv beinhaltet die *Erhöhung der eignen Innovationskraft*. Unternehmen mit diesem Motiv, die F&E-Kooperationen eingehen, zielen auf das Lernen durch die Teilnahme innerhalb der Kooperation sowie die Absorption externen Know-Hows und Managementfähigkeiten zur Verbesserung der eignen Innovationsfähigkeit ab (Cassiman und Veugelers 2006, S. 80; Cantner und Graf 2006, S. 474; van de Vrande et al. 2009, S. 426f).

Die Motivation der Zusammenarbeit beeinflusst die Stabilität von F&E-Netzwerken zweifach. Einerseits können sich die einzelnen Motive selbst auf die Stabilität von F&E-

Netzwerken auswirken. Kooperationen, die mit dem Ziel des gegenseitigen Lernens oder dem Zugang zu neuen Technologien und Wissen geschlossen werden, sind anfälliger für das Auftreten von Learning Races (Hamel 1991, S. 84). Weiterhin stellt der ungewollte Know-How Abfluss ein Problem dar. Der Verlust strategischen und taktischen Know-Hows kann zur Reduktion der Wettbewerbsfähigkeit führen (Kersten et al. 2006, S. 253) und somit zum Austreten oder Ausfall von Unternehmen innerhalb des F&E-Netzwerks führen. Aber auch die anderen Motive können die Stabilität des F&E-Netzwerks beeinflussen. Unternehmen, die mit dem ausschließlichen Ziel der Senkung der F&E-Kosten sowie der Risikodiversifizierung F&E-Kooperationen beigetreten sind, agieren häufig kostenorientiert und vernachlässigen dadurch das eigentliche Ziel der Kooperation. Hierdurch kann es zu Unstimmigkeiten zwischen den beteiligten Kooperationspartnern kommen und im äußersten Fall zur Beendigung der Kooperation führen. Unabhängig von den einzelnen Motiven muss eine Übereinstimmung der Kooperationsmotive innerhalb des F&E-Netzwerks vorliegen. Das Fehlen der Motivationskongruenz erschwert die Zusammenarbeit innerhalb des F&E-Netzwerks, trägt ferner zum Partner-Misfit bei und reduziert dadurch die Stabilität von F&E-Netzwerken. Bild 26 zeigt die Operationalisierung des Faktors *Motivation der Zusammenarbeit*.

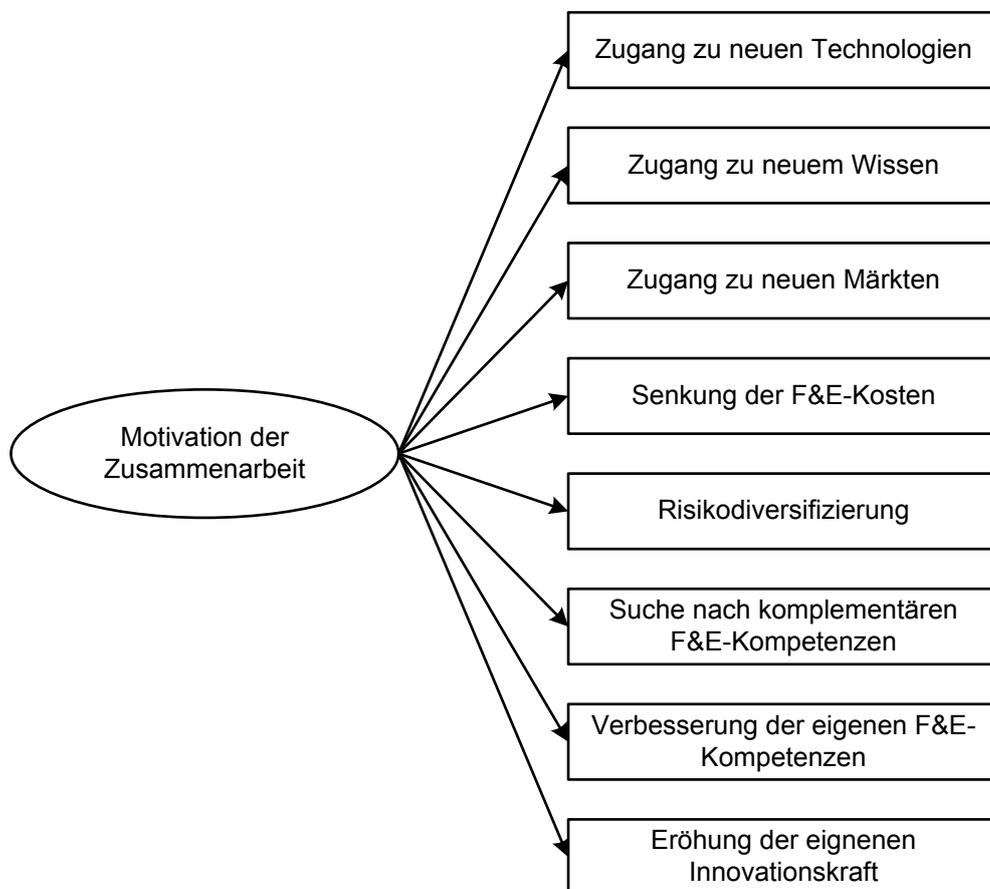


Bild 26: Operationalisierung des Faktors *Motivation der Zusammenarbeit*
Quelle: Eigene Darstellung

4.3.3 Partnerspezifische Verhaltensrisiken

Das individuelle, partnerspezifische Verhalten nimmt zudem Einfluss auf die Stabilität von F&E-Netzwerken. Die einzelnen Ursachen individuellen Verhaltens können zu den partnerspezifischen Verhaltensrisiken zusammengefasst werden. Bei den einzelnen Ursachen handelt es sich primär um Opportunismus, fehlendes Vertrauen, fehlendes Commitment, mangelnde Kommunikation, die Ausnutzung von Machtasymmetrien, ungewollter Know-How Abfluss, strategischer und kultureller Misfit sowie eine negative Einstellung gegenüber der Kooperation (John 2010, S. 109f; Das und Teng 2001, S. 253ff; Das und Teng 1998a, S. 494f; Cullen et al. 2000, S. 224f; Breznitz und Zehavi 2010, S. 302f). Im nachfolgenden werden die einzelnen partnerspezifischen Verhaltensrisiken erklärt.

Opportunismus beschreibt das Verhalten eines Kooperationspartner, der durch sein Handeln die eigenen Interessen über die gemeinsamen Interessen der anderen Kooperationspartner stellt (Das und Teng 1999, S. 51; Das und Teng 1996, S. 828). Opportunistisches Verhalten kann zur Informationsverzerrung, Aneignung und Ausnutzung externen Wissens, der Förderung verborgener Hintergedanken sowie zur Entwicklung unbefriedigender Produkten und Dienstleistungen führen (Das und Teng 1999, S. 51). Opportunistisches Verhalten fördert Misstrauen innerhalb von Kooperationen und trägt zu fehlendem Vertrauen innerhalb der Kooperation bei (John 2010, S. 111).

Fehlendes Vertrauen wird als einer der Hauptgründe für das Scheitern von Kooperationen genannt (Das und Teng 1996, S. 833; Breznitz und Zehavi 2010, S. 302; Bruce et al. 1995b, S. 39). Vertrauen kann definiert werden als „... a subjective probability that a partner will not abuse one's dependence“ (Nooteboom et al. 1997, S. 312). Vertrauen entsteht infolge von Loyalität sowie der Kongruenz von Werten und Normen (Eckel und Wilson 2004, S. 448; Cullen et al. 2000, S. 224). Für Kooperationen ist Vertrauen nicht nur eine notwendige Bedingung bei der Formation der Kooperation, sondern auch über die gesamte Dauer der Kooperation (Das und Teng 2001, S. 263f). Fehlendes Vertrauen kann zur Reduktion der eingesetzten Ressourcen und Kommunikationsbereitschaft führen und damit in einer unvollständigen Informations- und Know-How-Weitergabe resultieren (Andersen und Drejer 2009, S. 692). Sofern Kooperationspartner fehlendes Vertrauen bei anderen Kooperationsteilnehmer vermuten, werden die Ergebnisse der Kooperation ständig mit den vereinbarten Zielen abgeglichen. Dies führt letztlich zu Spannungen innerhalb der Kooperation (Das und Teng 2001, S. 263).

Fehlendes Commitment stellt ein weiteres partnerspezifisches Verhaltensrisiko dar. Es führt zu Ineffizienz und Ineffektivität innerhalb von Kooperationen (Kumar 2003,

S. 72). Commitment erzeugt Bindungen zwischen den Kooperationspartnern und der Wille zur Aufrechterhaltung der Kooperation wird gestärkt (Thomson und Perry 2006, S. 22). Commitment innerhalb von Kooperationen führt zur Bereitschaft von Unternehmen über den vertraglich vereinbarten Ressourceneinsatz, Zeit und Aufwand in die Kooperation zu investieren (Cullen et al. 2000, S. 226). Fehlendes Commitment stört die Zusammenarbeit in Kooperationen und ruft opportunistisches Verhalten hervor (Teusler 2008, S. 81f). Ferner fördert es das Auftreten von „Trittbrettfahrern“ und verhindert damit die langfristige Ausrichtung von Kooperationen (Chae et al. 2005, S. 441f). Die Entwicklung und das Aufrechterhalten von Commitment ist insbesondere innerhalb automobiler Produktentwicklungsprojekten problematisch, da OEMs häufig in den frühen Phasen der Entwicklung Lieferanten austauschen (Binder et al. 2008, S. 322f). Ferner sind die Partner innerhalb von F&E-Netzwerken nicht zwangsweise voneinander abhängig (Nummela 2003, S. 138f), so dass keine langfristige Beziehung zwischen den beteiligten Kooperationspartnern bestehen muss und sich damit auch kein höheres Commitment einstellt.

Neben dem fehlenden Vertrauen wird die mangelnde Kommunikation als einer der Hauptgründe für das Scheitern von F&E-Kooperationen genannt (Bruce et al. 1995a, S. 39; Khodawandi 2005, S. 744; Schilling und Phelps 2007, S. 1114f). Die Kommunikation zwischen Kooperationspartnern wird häufig durch die Offenheit eines Partners Informationen auszutauschen und zu kooperieren beeinflusst (Ragatz et al. 2002, S. 393f) und ist eine Grundvoraussetzung für erfolgreiche F&E-Vorhaben (Binder et al. 2008, S. 325; Andersen und Drejer 2009, S. 629). Durch die Vielfältigkeit der Kooperationspartner und die verstärkten Integration internationaler Organisationen in F&E-Vorhaben wird die Kommunikation innerhalb von F&E-Netzwerken erschwert (Scherrer-Rathje et al. 2009, S. 277). Mangelnde Kommunikation wird durch das Auftreten von opportunistischem Verhalten, fehlendem Vertrauen oder fehlendem Commitment gefördert, jedoch setzt eine offene Kommunikation auch gegenseitiges Vertrauen und hohes Commitment voraus (Teusler 2008, S. 84).

Die Ausnutzung von Machtasymmetrien beeinflusst die Stabilität von F&E-Netzwerken negativ. In F&E-Netzwerken wird die Möglichkeit zur Ausnutzung von Machtasymmetrien häufig durch die Position eines zentralen Unternehmens innerhalb des Netzwerks geschaffen (Winch und Courtney 2007, S. 760; Batt und Purchase 2004, S. 170f). Diese Positionierung ermöglicht die Manipulation von Informationen sowie der Beziehungen zwischen den Kooperationspartnern (Sorenson et al. 2006, S. 1010). Macht innerhalb von F&E-Netzwerken resultiert jedoch nicht nur aus der Position innerhalb des Netzwerkes, sondern auch aus der Nähe zum Endverbraucher, der Größe des Unternehmens sowie das Innehalten von Schlüsseltechnologien (Sydow 2010, S. 383). Die Ausnutzung von Machtasymmetrien führt zu einer Reduktion der Effektivität und In-

novationsfähigkeit des F&E-Netzwerks (Hakansson und Ford 2005, S. 137) und wirkt sich wiederum negativ auf die Kooperationsbereitschaft aus. Ferner ist durch die gezielte Manipulation des F&E-Netzwerks aufgrund der Ausnutzung von Machtasymmetrien die Bereitschaft der Kooperationspartner sich nicht opportunistisch zu verhalten gemindert und damit der erfolgreiche Ausgang der Kooperation gefährdet (Yeung et al. 2009, S. 69f).

Ungewollter Know-How Abfluss beschreibt den Verlust ex- und impliziten, strategischen und taktischen Wissens innerhalb von F&E-Kooperationen (Cassiman und Veugelers 2002, S. 1171; Iammarino und McCann 2006, S. 1023). Der ungewollte Know-How Abfluss kann dabei an Kooperationspartner als auch kooperationsfremde Partner stattfinden. Häufig tritt der ungewollte Know-How Abfluss durch die Unachtsamkeit von Kooperationspartnern auf, die vertrauliche Informationen an nicht beteiligte oder nicht berechnete Personen oder Organisationen weiterleiten (Steinberger 2007, S. 67f). Insbesondere bei Kooperationen mit konkurrierenden Unternehmen besteht eine erhöhte Gefahr des ungewollten Know-How Abflusses (Andersen und Drejer 2009, S. 692). Ferner erhöht sich das Risiko des ungewollten Know-How Abflusses wenn Partner frühzeitig in F&E-Vorhaben eingebunden und eine hohe Kooperationsintensität besteht (Groher 2003, S. 173).

Der strategische und kulturelle Misfit zwischen den Kooperationspartnern beeinflusst auch die Stabilität von F&E-Netzwerken. Sowohl der strategische als auch der kulturelle Misfit wurden bereits in Kapitel 4.2.2 als Kriterien bei der Wahl des Partners identifiziert. Strategische Misfits entstehen, wenn die Ziele der Kooperation als auch die übergeordneten Unternehmensziele nicht übereinstimmen (Nielsen 2010, S. 682). Strategische Misfits erhöhen die Spannungen in F&E-Netzwerken und verursachen häufig ein Scheitern der Kooperation (Nielsen 2010, S. 686). Kulturelle Misfits beschreiben die fehlende Kongruenz in Bezug auf die im Unternehmen verankerten Werte und Normen sowie sprachliche oder religiöse Unterschiede (Ebertz 2006, S. 223; Stüdlein 1997, S. 233). Im Vergleich mit der deutschen Kultur weisen zum Beispiel China und Indien erhebliche Unterschiede auf, wobei selbst innerhalb dieser Länder aufgrund der hohen Vielfalt an Religionen und Sprachen kulturelle Misfits auftreten können.

Neben den strategischen sind auch die kulturellen Misfits eine Ursache für die hohen Scheiterungsraten von Kooperationen (Ebertz 2006, S. 223). Im Rahmen langjähriger F&E-Projekten muss auch die Dynamik der strategischen Ziele und die Veränderung kultureller Unterschiede bewerkstelligt werden. Beispielsweise können Fusionen und Übernahmen eine Veränderung der strategischen Ziele und Unternehmenskultur hervorrufen (Nielsen 2010, S.686). Für den Fall, dass die neuen strategischen Ziele und Unternehmenskultur stark von den vorherigen abweichen, ist die Stabilität des F&E-Netzwerks durch nicht mehr vorhandene Kongruenz gefährdet.

Die Bereitschaft zur Kooperation bestimmt maßgeblich den erfolgreichen Ausgang. Die Offenheit der Mitarbeiter eines Unternehmens für die Bereitschaft zur Kooperation ist hierfür von höchster Bedeutung. Insbesondere zu Beginn der Kooperation kann eine positive Einstellung gegenüber der Kooperation festgestellt werden (Skjøtt-Larsen et al. 2003, S. 543). Diese Einstellung kann sich im Laufe der Kooperation jedoch verändern. Negative Einstellungen gegenüber der Kooperation können entstehen, wenn die einzelnen Unternehmen unterschiedliche Arbeitsabläufe und Strukturen aufweisen, die von den jeweiligen Mitarbeitern als einzig richtig angesehen werden (John 2010, S. 117). In F&E-Kooperationen kann die negative Einstellung auch aus dem sogenannten „Not-Invented-Here-Syndrom“ resultieren (Katz und Allen 1982, S. 7). Das „Not-Invented-Here-Syndrom“ beschreibt die fehlende Akzeptanz unternehmensfremder Entwicklungen im eigenen Unternehmen. Hierdurch reduziert sich wiederum das Commitment der anderen beteiligten Kooperationspartner und kann - wenn eine zu starke negative Einstellung gegenüber der Kooperation vorliegt - zum Scheitern der Kooperation führen. Bild 27 zeigt die Operationalisierung des Faktors *Partnerspezifische Verhaltensrisiken*.

4.4 Netzwerkspezifische stabilitätsbeeinflussende Faktoren

4.4.1 Struktur des F&E-Netzwerks

Die Struktur von F&E-Netzwerken wird maßgeblich von den projekt- und partnerspezifischen stabilitätsbeeinflussenden Faktoren beeinflusst und bestimmt unter anderem durch die Anzahl der Mitglieder, der Organisationsform und den verschiedenen Zeitpunkten der Partnerintegration seine Größe, Dichte, Dynamik sowie die individuelle Position eines Unternehmens im Netzwerk.

Die Struktur von Netzwerken hat eine große Auswirkung auf den Informations- und Kommunikationsfluss innerhalb von Netzwerken und insbesondere auf dessen Stabilität (Albert et al. 2000, S. 381; Altfeld et al. 2012, S. 8). In der Literatur zu Unternehmensnetzwerken und zu sozialen Netzwerken wird eine Vielzahl unterschiedlicher Netzwerkstrukturen diskutiert und analysiert. Hierbei sind die Netzwerkstrukturen von Coleman (1990) und Burt (1992) besonders bedeutend. Beide Autoren nehmen an, dass die Struktur des Netzwerkes den Informationsfluss zwischen den Netzwerkmitgliedern beeinflusst, jedoch besteht zwischen dem Ansatz von Coleman (1990) und Burt (1992) ein wesentlicher Unterschied. Coleman (1990, S. 320) geht davon aus, dass alle Netzwerkmitglieder miteinander in Beziehung stehen und dadurch die Bildung von Vertrauen, gemeinsamem Normen und Werte sowie die Vereinbarung von Sank-

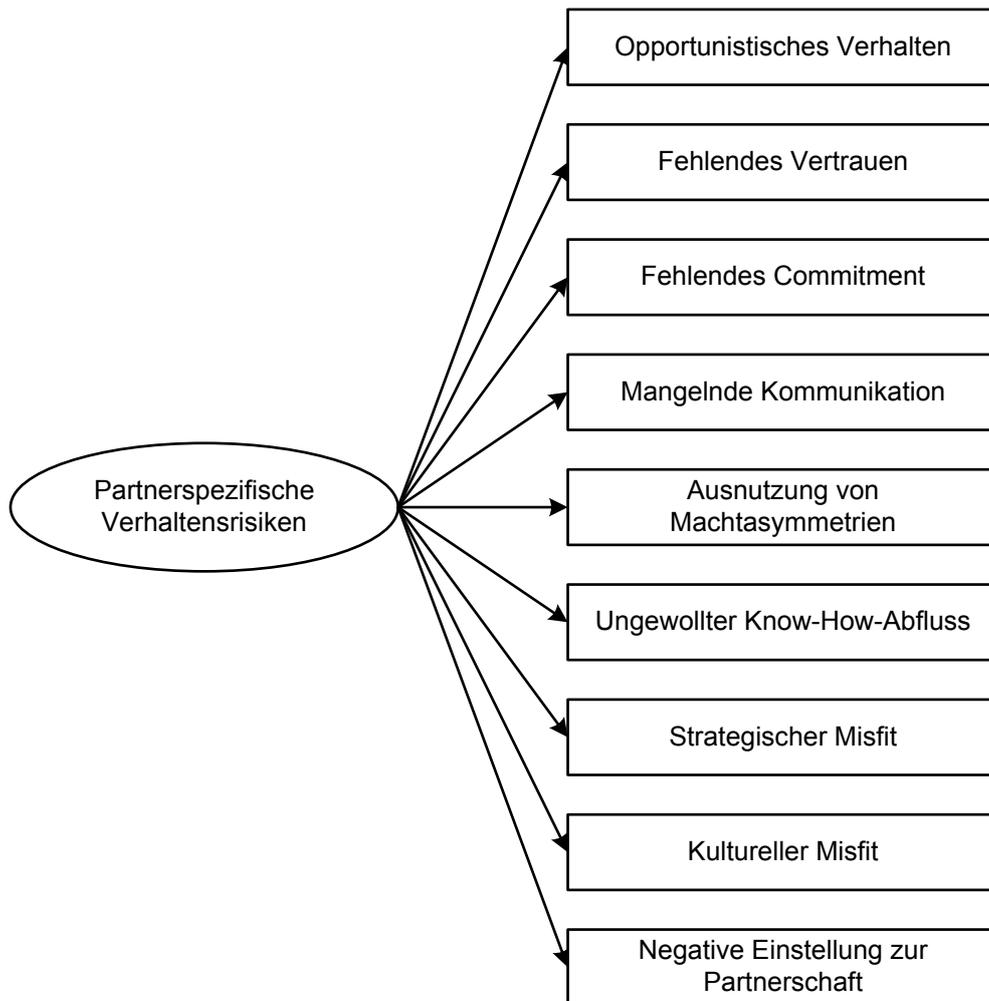
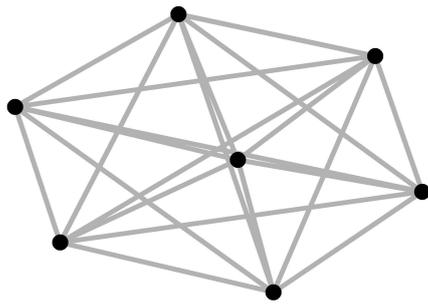


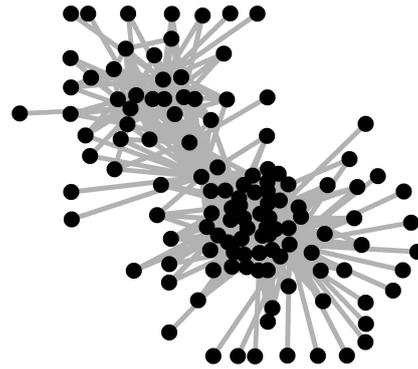
Bild 27: Operationalisierung des Faktors *Partnerspezifische Verhaltensrisiken*
Quelle: Eigene Darstellung

tionsmaßnahmen erleichtert wird. Diese Art von Netzwerken zeichnet sich durch eine geringe Teilnehmerzahl und eine hohe Netzwerkdichte aus. [Burt \(1992, S. 38ff\)](#) hingegen argumentiert, dass das Vorhandensein struktureller Lücken innerhalb des Netzwerkes vorteilhaft ist, da die strukturellen Lücken Vermittlerpositionen in Netzwerken ermöglichen und durch die Bündelung von Informationen die Kommunikation vereinfachen. Bild 28 zeigt beispielhaft zwei F&E-Netzwerke des Baugewerbes. Bild 28a zeigt ein F&E-Netzwerk in dem eine nahezu vollständige Verbindung aller Netzwerkpartner vorliegt. Hierbei handelt es sich um eine Netzwerkstruktur in Anlehnung an [Coleman \(1990\)](#). Im Bild 28b werden die Netzwerkteilnehmer über die beiden mittleren Knotenpunkte miteinander verbunden, welche die strukturelle Lücke des Netzwerkes darstellen.

Die Position von Kooperationspartnern innerhalb des Netzwerks bestimmt über den Zugang zu Informationen und der Macht, welche die Partner innerhalb des Netzwerks innehalten ([Contractor et al. 2006, S. 695ff](#); [Powell und Grodal 2005, S. 63](#); [Uzzi 1997,](#)



(a) F&E-Netzwerk in Anlehnung an Coleman (1990)



(b) F&E-Netzwerk in Anlehnung an Burt (1992)

Bild 28: Beispielhafte Darstellung von unterschiedlichen F&E-Netzwerkstrukturen des Baugewerbes
Quelle: Eigene Darstellung

S. 57). Die Position innerhalb des Netzwerks bestimmt ferner über die Möglichkeit von anderen Netzwerkpartnern zu lernen und seine eigene Innovationsfähigkeit zu erhöhen (Tsai 2001, S. 997). Zu den wichtigsten Positionen innerhalb von Netzwerken gehören zentrale und Vermittlerpositionen. Sie ermöglichen einen erhöhten Informationsaustausch und Innovationsdiffusionsrate in Netzwerken (Batallas und Yassine 2006, S. 573). Verschiedene Autoren haben die Auswirkungen des Vorhandenseins von Vermittlerpositionen auf die Innovativität in Innovations- respektive F&E-Netzwerken untersucht und kommen zu kontroversen Ergebnissen (Ahuja 2000a, S. 448; Ruef 2002, S. 442f; Cantner et al. 2010, S. 505f). So zeigt zum Beispiel van Liere (2007, S. 31), dass das Innehalten einer solchen Position nicht zwingend vorteilhaft ist und sich unter Umständen negativ auf das Netzwerk auswirken kann. Insbesondere die Möglichkeit zur Manipulation von Informationen und die Ausnutzung der asymmetrischen Machtposition gefährdet das Netzwerk und kann, wie in Kapitel 4.3.3 gezeigt, zum Auftreten opportunistischen Verhaltens führen.

Neben der Position nimmt auch die Größe des Netzwerkes Einfluss auf dessen Stabilität und Innovativität. Die Größe des Netzwerkes bezieht sich hierbei auf die Anzahl der Mitglieder. Netzwerke mit einer hohen Mitgliederanzahl werden häufig als innovativer gegenüber Netzwerken mit einer geringen Mitgliederzahl erachtet (Wincent et al. 2009, S. 60). Ursache hierfür ist die höhere Netzwerkpartnerheterogenität mit einer vielfältigen Ressourcenausstattung und breiterem Informationsspektrum (Goetze 2010, S. 437f, Wincent et al. 2009, S. 60). In größeren Netzwerken erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass strukturelle Lücken auftreten und dadurch Netzwerkteilnehmer Vermittlerpositionen einnehmen (Burt 1992, S. 57f). Insbesondere der Ausfall von Vermittlerpositionen wirkt sich stark auf die Stabilität von Netzwerken aus (Albert et al. 2000,

S. 381, siehe auch Kapitel 3.5). Netzwerke mit einer geringeren Mitgliederzahl zeichnen sich hingegen durch eine Reduktion von „Trittbrettfahrern“, höheres Vertrauen, geringeres opportunistisches Verhalten und kongruente Werte und Normen aus (Coleman 1990, S. 320; Uzzi 1997, S. 57; Wincent et al. 2009, S. 60) und sind leichter zu führen (Cantner et al. 2010, S. 503). Die geringere Innovationsfähigkeit kleiner Netzwerke kann jedoch bei F&E-Vorhaben zu Problemen führen. Sofern die gewünschten Kooperationsziele und Erwartungen nicht eintreten, erhöht sich die Gefahr des Scheiterns der Kooperation was zu einem Zerfall des F&E-Netzwerks führt.

Im engen Zusammenhang zur Netzwerkgröße steht die Netzwerkdichte. Die Netzwerkdichte, siehe Gleichung 9, beschreibt das Verhältnis der vorhandenen Beziehungen zwischen Unternehmen zur maximal möglichen und stellt ein Indikator für die strukturelle Kohäsion des Netzwerkes dar (Friedkin 1981, S. 41f; Rowley et al. 2000, S. 378). In einer empirischen Studie von Cantner et al. (2010, S. 502) wurde ein negativer linearer Zusammenhang zwischen der Netzwerkgröße und -dichte nachgewiesen; je höher die Anzahl der Netzwerkmitglieder desto geringer ist die Netzwerkdichte. Netzwerke mit einer hohen Dichte zeichnen sich aufgrund ihres erhöhten Kommunikationsaufwandes durch eine geringere Effizienz aus (Burt 1992, S. 24). Jedoch führt eine hohe Netzwerkdichte zu einer Abnahme der Wahrscheinlichkeit, dass Informationen über einen kritischen Pfad verteilt werden und folglich hierdurch zum freieren Informationsfluss innerhalb von Netzwerken (van Liere 2007, S. 26). In Bezug auf die Stabilität von F&E-Netzwerken stellt die Netzwerkdichte eine ambivalente Einflussgröße dar. Einerseits wird durch die höhere Netzwerkdichte eine bessere Einbindung aller Mitglieder hervorgerufen und führt dadurch zu Netzwerkstrukturen nach Coleman (1990) und den damit verbundenen Vorteilen, andererseits birgt die geringere Effizienz die Gefahr, dass die vereinbarten Kooperationsziele nicht erreicht werden und damit zum Scheitern des Netzwerkes führen.

Unternehmensnetzwerke und im speziellen F&E-Netzwerke stellen keine statischen Gebilde dar, vielmehr verändert sich die Zusammensetzung als auch die Beziehung über die Dauer der Kooperation (Ejermo und Karlsson 2006, S. 414; Powell et al. 1996, S. 121). Die Dynamik von F&E-Netzwerken wird durch Faktoren, wie z.B. Übernahmen und Fusionen oder Insolvenzen beeinflusst (M'Chirgui 2009, S. 1459; Bruce et al. 1995a, S. 457), aber auch die problembezogene Erweiterung und der unterschiedliche Partnerintegrationszeitpunkt verändert die Struktur des Netzwerkes. Hierdurch verändert sich nicht nur die Netzwerkstruktur sondern auch die Position einzelner Netzwerkmitglieder. Bild 29 zeigt für ein F&E-Vorhaben die unterschiedliche Zusammensetzung des F&E-Netzwerkes. Es ist zu erkennen, dass sich sowohl die Mitgliederanzahl als auch die Anzahl der Beziehungen zwischen den einzelnen Netzwerkmitgliedern verändert.

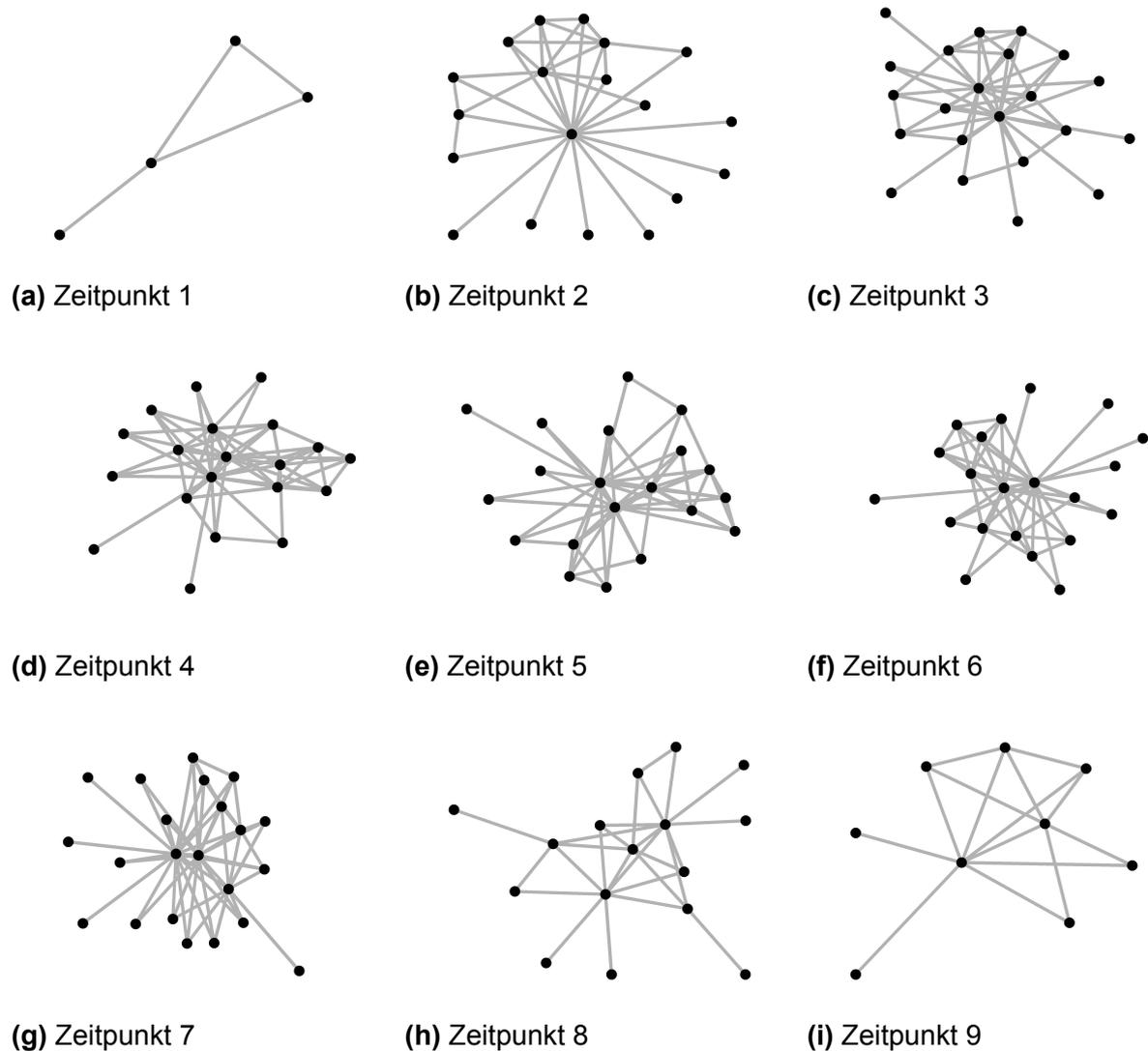


Bild 29: Veränderung der Struktur eines F&E-Netzwerks in Abhängigkeit der Dauer der Kooperation am Beispiel eines Projektes des Baugewerbes
Quelle: Eigene Darstellung¹²

Der Prozess der Adaption und Ko-Evolution von Netzwerken stellt einen Lern- und Wissensanreicherungsprozess für die Netzwerkteilnehmer dar (Ejermo und Karlsson 2006, S. 416). Hiervon profitieren diese einerseits durch eine Verbesserung des eigenen Innovationsprozesses und andererseits durch die umfangreicheren Erfahrungen beim Führen und Leiten von Netzwerken und deren Mitgliedern (Powell et al. 1996, S. 121f). Die Fluktuation von Netzwerkteilnehmer stellt jedoch auch ein Risiko für F&E-Netzwerke dar. Durch die Erweiterung des Netzwerkes müssen die Unternehmen Aufwand in den Aufbau neuer und den Erhalt der bestehender Beziehungen investieren. Dies kann das

¹²Die Datengrundlage für die Erstellung der F&E-Netzwerke stammt aus dem Projekt „Measuring Information Flows to Reveal and Improve Collaboration“, das am Center for Integrated Facility Engineering der Stanford University durchgeführt wurde. Die Daten wurden dem Autor im Rahmen der Kooperation bereitgestellt.

Commitment der Unternehmen beeinflussen. Zudem verändert sich durch die neue Zusammensetzung das Entscheidungsverhalten innerhalb des Netzwerks (Rowley und Baum 2001, S. 9) und kann unter Umständen zu einer negativen Einstellung gegenüber der Kooperation führen. Bild 30 zeigt die Operationalisierung des Faktors *Struktur des F&E-Netzwerks*. Die Modularisierung des F&E-Netzwerks wird in dem nachfolgenden Abschnitt näher betrachtet.

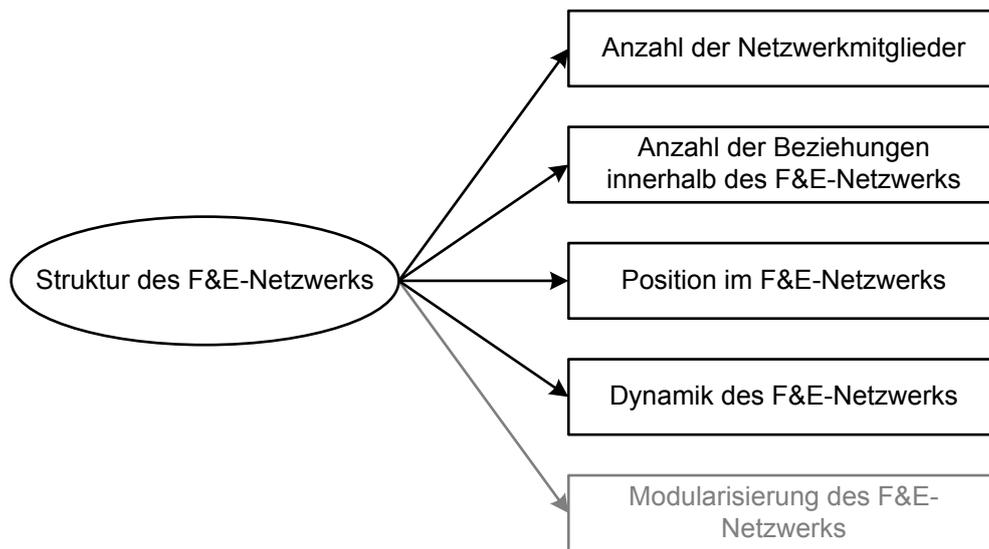


Bild 30: Operationalisierung des Faktors *Struktur des F&E-Netzwerks*
Quelle: Eigene Darstellung

4.4.2 Modularisierung des F&E-Netzwerks

Durch die Veränderung von einer integralen zur einer modularen Produktarchitektur (Baldwin und Clark 2003, S. 151; Ulrich 1995, S. 426), hat sich auch die Art und Weise wie Produkte entwickelt werden verändert (Steinhorst 2005, S. 74). Hervorgerufen durch modulare Produktarchitekturen und die Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen im Schnittstellenmodell existieren in F&E-Netzwerken Gruppen von Netzwerkteilnehmern, die untereinander über eine hohe Anzahl an Beziehungen zu einander verfügen und durch einen oder wenige Partner mit dem restlichen Netzwerk verbunden sind. Diese Gruppen von Netzwerkteilnehmern werden im Rahmen der Theorie sozialer Netzwerke als *Cliquen* bezeichnet (Lifschitz 2003, S. 2). Im engeren Sinne handelt es sich bei Cliquen um eine Gruppe von Akteuren, die über direkte Beziehungen unter einander verfügen (Mokken 1979, S. 162), wobei im weiteren Sinne eine Clique als eine Gruppe von Akteuren definiert werden kann, die innerhalb der Gruppe eine höhere Netzwerkdichte und Clusterkoeffizienten im Vergleich zum übrigen Netzwerk aufweisen. Cliquen zeichnen sich durch eine höhere Robustheit und Kommunikationsfrequenz aus (Lifschitz 2003, S. 3).

Cliquen weisen aber auch Nachteile auf. Lifschitz (2003) hat die gegenseitigen Auswirkungen von Cliquen-Adoleszenz, Stabilität und Effektivität untersucht und kommt zu dem Ergebnis, dass die Adoleszenz sich positiv auf die Stabilität wirkt. Dies wird primär der fortschreitenden Erfahrung des Führens und Leitens sowie durch das gegenseitige Vertrauen hervorgerufen (Lifschitz 2003, S. 27). Jedoch wirkt sich die zunehmende Adoleszenz der Gruppe negativ auf die Effektivität aus. Die höhere Netzwerkdichte und das Fehlen struktureller Lücken¹³ innerhalb von Cliquen ermöglicht den Vergleich mit den Erkenntnissen von Burt (1992, S. 23f), der ebenfalls einen Effizienz- und Effektivitätsverlust für hohe Netzwerkdichten nachwies. Die höhere Eingebundenheit von Cliquen-Knotenpunkten im Netzwerk führt jedoch zu besseren Leistungen im Netzwerk (Uzzi 1997, S. 57). Das Auftreten von Cliquen und die dadurch resultierende Modularisierung des F&E-Netzwerks bringen folglich Vor- und Nachteile mit sich. Bild 31 zeigt die Operationalisierung des Faktors *Modularisierung des F&E-Netzwerks*. Die Merkmalsausprägung *Vorhandensein von Vermittlerpositionen* wurde bereits bei dem Faktor *Struktur des F&E-Netzwerks* berücksichtigt.

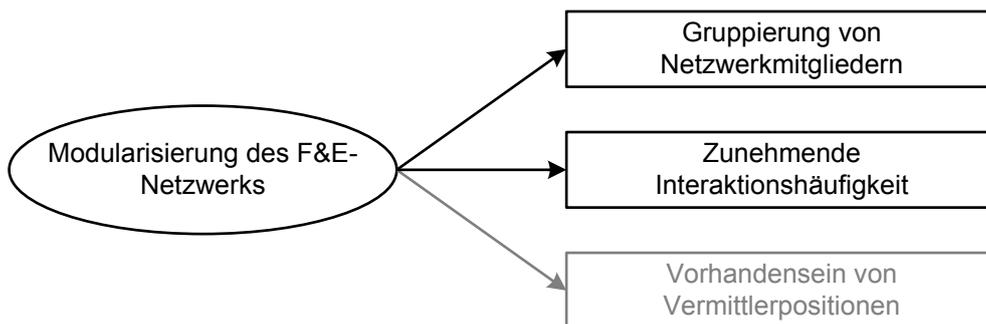


Bild 31: Operationalisierung des Faktors *Modularisierung des F&E-Netzwerks*
Quelle: Eigene Darstellung

¹³Um strukturelle Lücken handelt es sich nach Burt (1992), wenn innerhalb eines Netzwerkes eine Menge an Knoten nur über einen einzigen weiteren Knoten erreicht werden können und eine Informationsbündelung an diesem Knotenpunkt eintritt.

5 Empirische Untersuchung

5.1 Ziel der Untersuchung

Im Rahmen der nachfolgenden empirischen Untersuchung sollen die durch die Literaturrecherche identifizierten stabilitätsbeeinflussenden Faktoren auf ihre Praxisrelevanz überprüft und bewertet werden. Weiterhin sollen die Zusammenhänge der einzelnen Faktoren untereinander untersucht werden.

Hierfür werden im nächsten Abschnitt zuerst das Untersuchungsdesign und die Begründung für dessen Auswahl dargestellt. Anschließend folgt die deskriptive Beschreibung der einzelnen Merkmalsausprägungen für jeden stabilitätsbeeinflussenden Faktor. Die Zusammenhänge der einzelnen Faktoren untereinander sowie deren Bedeutung auf die Stabilität von F&E-Netzwerken werden durch eine explorative Faktorenanalyse ermittelt. Das Kapitel wird durch Einschränkungen der Untersuchung sowie Schlussfolgerungen abgeschlossen.

5.2 Untersuchungsdesign

Bei der vorliegenden Erhebung sollen die Relevanz und Bedeutung der Faktoren durch eine qualitative Online-Befragung mittels Fragebogen ermittelt werden. Qualitative Online-Befragungen bieten gegenüber Angesicht-zu-Angesicht Befragungen Vorteile (Häder 2010, S. 239; Bortz und Döring 2006, S. 256), die im Folgenden kurz skizziert werden:

- **Asynchronität:** Der Teilnehmer kann den Zeitpunkt und die Dauer der Befragung frei entscheiden.
- **Alokalität:** Durch die Nutzung eines webbasierten Fragebogens kann der Teilnehmer unabhängig von einem bestimmten Ort an der Umfrage teilnehmen.
- **Anonymität:** Onlinebefragungen weisen im Vergleich zu persönlichen, aber auch fernmündlichen Befragungen eine deutlich höhere Anonymität auf. Probanden sind daher eher geneigt negative Ergebnisse zu nennen.
- **Objektivität:** Da der Teilnehmer bei Onlinebefragungen keinen direkten Kontakt zum Interviewer hat, wird die Beeinflussung des Teilnehmers reduziert.

- **Automatisierbarkeit:** Die Eingaben der Teilnehmer werden digital erfasst und es werden Medienbrüche reduziert. Zudem können Fehler in der Übertragung vermieden werden.
- **Dokumentierbarkeit:** Neben den Eingaben der Teilnehmer bieten Online-Befragungen die Möglichkeit weitere Informationen zu dokumentieren. Häufig werden die Beantwortungszeiten pro Fragebogenseite sowie die gesamte Beantwortungszeit gespeichert.
- **Ökonomie:** Im Gegensatz zu postalischen Umfragen oder persönlichen Interviews sind Online-Umfragen preiswerter. Dies ist vor allem der automatische Speicherung der Daten, der elektronischen Versendung der Einladungen sowie der durch die vorhandene Digitalisierung schnellere Auswertbarkeit geduldet. Ferner sind die Grenzkosten für einen weiteren Teilnehmer sehr gering.

Anhand der Vorteile wird deutlich, dass sich Online-Befragungen besonders gut für die Untersuchung von Unternehmen eignen. Durch die Asynchronität und die Alokalität kann die Teilnahme wahlweise im Unternehmen, auf Dienstreisen, am Wohnort oder jedem beliebigen anderen Ort und Zeitpunkt erfolgen. Zudem ermöglicht der Aspekt Ökonomie Befragungen mit einer hohen Teilnehmerzahl durchzuführen. Den genannten Vorteilen stehen aber auch Nachteile gegenüber (Göritz und Moser 2000, S. 157; Bortz und Döring 2006, S. 257).

- **Verzerrung durch Technik:** Der Einsatz von Online-Umfragen kann durch den Einsatz von Technik zu Verzerrungen führen. Technisch unbegabte Teilnehmer können verschreckt oder ausgeschlossen werden.
- **Verzerrung durch Nicht-Teilnahme / Rücklaufquote:** Durch die im Vergleich zu persönlichen Befragungen geringere Rücklaufquote kann es zu Verzerrungen durch Nicht-Teilnahme kommen. Die Ergebnisse sind geprägt von den Eingaben der teilgenommenen Probanden.
- **Verzerrung durch Selbstauswahl:** Durch die Selbstselektion der Probanden im Gegensatz zu z.B. von einem Marktforschungsinstitut ausgewählte Probanden können die Endergebnisse beeinflusst werden.

Bei der Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile von Online-Befragungen überwiegen die Vorteile. Zudem stellen die aufgeführten Nachteile eher Risiken dar; die Eintrittswahrscheinlichkeit dieser Risiken kann durch gezielte Maßnahmen jedoch reduziert werden. Für den geplanten Einsatz ist folglich die Nutzung einer Online-Befragung geeignet.

Für die Befragung wurde das Online-Portal Unipark genutzt. Dabei handelt es sich um einen Anbieter für Online Befragungssoftware für Studenten und Hochschulen. Uni-

park nutzt die webbasierte Software „EFS Survey“. Diese stellt eine Komplettlösung für Online-Befragungen dar. Es werden innerhalb der Software 30 unterschiedliche Fragetypen angeboten. Zudem verfügt die Software über die Möglichkeit Plausibilitätschecks zur Konsistenzprüfung des Ablaufs des Fragebogens durchzuführen. Für die Durchführung der Online-Befragung wurde der Lizenztyp „Student“ gewählt. Dieser ermöglicht bis zu 2.000 Teilnehmer zu einer Befragung einzuladen.

Die Durchführung der Befragung orientiert sich an dem von [Creswell \(2009, S. 145ff\)](#) vorgeschlagenen Vorgehen bestehend aus den fünf Phasen (1) Entwicklung des Fragebogens, (2) Umfang der Stichprobe, (3) Durchführen des Pretests, (4) Durchführen der Befragung sowie (5) Auswertung und Berichterstattung. In den nachfolgenden Kapitel 5.2.1 - 5.2.4 werden die Inhalte der Phasen 1 - 4 beschrieben. Die Auswertung und Berichterstattung der Befragung folgt in Kapitel 5.4.

5.2.1 Entwicklung und Aufbau des Fragebogens

Die Inhalte des der empirischen Untersuchung zugrundeliegenden Fragebogens basieren auf den Erkenntnissen der Literaturrecherche aus Kapitel 4. Innerhalb der einzelnen Faktoren wurden bereits unterschiedliche Merkmalsausprägungen vorgestellt, die durch die Befragung bewertet werden sollen. Für die Erhebung der Bewertung werden geschlossene Multi-Item Fragen genutzt. Multi-Item-Fragen sind besonders gut geeignet, um mehrere Facetten eines Merkmals zu erheben ([Kuß 2012, S. 91](#)). Zudem weisen sie im Vergleich zu Single-Item-Fragen eine höhere Reliabilität auf. Die Nutzung von geschlossenen Fragen ermöglicht zudem die vereinfachte Ergebnisinterpretation der Antworten ([Reinders 2011, S. 59](#)).

Innerhalb des Fragebogens wurde je Faktor eine Multi-Item-Frage gestellt. Bei Faktoren, die nur über eine Merkmalsausprägung verfügen, wurde die Frage zu einer thematisch zusammengehörenden Multi-Item-Frage hinzugefügt. Hierdurch wurde die für den Probanden wahrgenommene Fragenanzahl reduziert. Bei Faktoren, die gegensätzliche Merkmalsausprägungen aufweisen, z.B. der Vergleich zwischen neugegründet und langjährig bestehenden Unternehmen, wurden die Merkmale in Form vergleichender Fragen zusammengefasst. Dies führte zu einer weiteren Reduktion der Fragen. Der Fragebogen enthält ferner eine Multi-Item-Frage, in der die Faktoren unabhängig ihrer Merkmalsausprägung evaluiert werden sollen. Zur Identifikation von potentiell durch die Literaturrecherche nicht identifizierten Faktoren folgt eine offene Frage nach nicht berücksichtigten Faktoren.

Für die Messung von Einstellungen oder Meinungen in empirischen Untersuchungen werden in der Regel Rating-Skalen genutzt ([Berekoven et al. 2009, S. 68](#)). Es handelt sich hierbei um ein Selbsteinstufungsverfahren ([Berekoven et al. 2009, S. 66](#)). Rating-

Skalen sind dadurch charakterisiert, dass die Probanden aufgefordert werden, ihre Position auf der interessierenden Merkmalsdimension selbst anzugeben (Berekoven et al. 2009, S. 66f). Hierbei besteht jedoch die Gefahr, dass die Probanden entweder zu extrem Positionen oder aber zu mittleren Positionen neigen (Berekoven et al. 2009, S. 70). Innerhalb der Auswertung und Berichterstattung sind daher die Aussagen auf diesen Punkt hin zu überprüfen.

Für die Online-Befragung wurden drei Rating-Skalen ausgewählt. Um das Unterscheidungsvermögen der Befragten nicht zu überfordern, sollen Rating-Skalen zwischen vier bis sieben Merkmalsausprägungen enthalten (Berekoven et al. 2009, S. 70). Im vorliegenden Fall wurden die Skalen mit fünf Merkmalsausprägungen versehen. Bei den ersten beiden Rating-Skalen handelt es sich um monopolare Skalen mit verbaler Umschreibung aller Antwortabstufungen und Zahlenvergaben (Berekoven et al. 2009, S. 69). Bei den Skalen wurde auf das Hinzufügen von Ausweichkategorien verzichtet. Es handelt sich daher um ein forciertes Rating (Berekoven et al. 2009, S. 70). Die dritte Skala stellt ein semantisches Differenzial dar. Diese Skala wurde für eine Frage genutzt.

- 5er-Skala: „schwach (1)“, „mäßig (2)“, „neutral (3)“, „mittel (4)“, „stark (5)“
- 5er-Skala: „trifft nicht zu (1)“, „trifft eher nicht zu (2)“, „teils / teils (3)“, „trifft eher zu (4)“, „trifft zu (5)“
- 5er-Skala: Semantisches Differenzial mit „negativ“ und „positiv“ als Extremposition.

Definitionsgemäß handelt es sich bei Rating-Skalen um ordinal skalierte Ergebnisse (Bortz und Döring 2006, S. 67), bei denen arithmetische Operationen nicht zulässig sind (Kuß 2012, S. 195). Berekoven et al. (2009, S. 68) und Göb et al. (2007, S. 609) vertreten jedoch die Meinung, dass die Probanden monopolare Skalen mit verbaler Umschreibung aller Antwortabstufungen und Zahlenvorgaben als Intervallskalen wahrnehmen, wenn die Abstände auf der Skala gleichverteilt sind. So interpretieren die Probanden die Differenz zwischen den Messwerten „schwach (1)“ und „mäßig (2)“ als gleich groß im Vergleich zur Differenz zwischen den Messwerten „mittel (4)“ und „stark (5)“. Hierdurch werden die Voraussetzungen für eine Intervallskala erfüllt. Die Messergebnisse können daher für arithmetische Operationen genutzt werden.

Der Fragebogen ist in vier Bereiche gegliedert: (1) Einführung, (2) Unternehmensdaten, (3) Erhebung der Relevanz und Bedeutung der Faktoren und (4) Abschluss. In der Einführung wird auf den Zweck und Umfang des Fragebogens hingewiesen und sie enthält Angaben zum Ausfüllen sowie zur Anonymität und Vertraulichkeit der erhobenen Daten (Porst 2011, S. 45). Im Anschluss folgen Fragen zum Unternehmen, die allgemeine In-

formationen zum Unternehmen und den Probanden erheben sollen. Diese sind als Aufwärmfragen zu sehen und sollen dem Teilnehmer den Einstieg in die Umfrage erleichtern (Porst 2011, S. 136f; Reinders 2011, S. 56f). Der Abschnitt *Erhebung der Relevanz und Bedeutung der Faktoren* enthält insgesamt 12 Fragen zu den einzelnen Faktoren und ist in acht Fragenblöcke aufgeteilt. Die Fragenblöcke orientieren sich an den in Kapitel 4 vorgestellten Faktoren. Zur Reduktion des Seitenumfangs des Fragebogens wurden Fragen zu verschiedenen Faktoren auf einer Seite gestellt. Den Abschluss bildet der Fragebogen mit Fragen zur Teilnahme am Gewinnspiel, Bereitstellung für ein Experteninterview und Berichterstattung der Erhebung.

Um die Bereitschaft der Probanden an der Unternehmensbefragung zu erhöhen, wurde der zeitliche Rahmen auf 15 Minuten beschränkt. Die Anonymität der Befragung erforderte die freiwillige Angabe der E-Mail-Adresse der Befragungsteilnehmer, sofern sie an der freiwilligen Verlosung teilnehmen, sich für ein Experteninterview zur Verfügung stellen oder über die Ergebnisse der Erhebung informiert werden wollten. Der vollständige Fragebogen ist in Anhang A abgebildet.

5.2.2 Umfang der Stichprobe

Als Befragungszielgruppe wurde nach Führungskräften mit Qualifikation und langjährigen Erfahrungen in den Bereichen Forschung und Entwicklung, Technologie- und Innovationsmanagement, Produktentwicklung und Konstruktion, Einkauf und Beschaffung sowie Lieferantenmanagement gesucht. Damit soll gewährleistet werden, dass die Antworten der Probanden durch die notwendige fachliche Kompetenz und entsprechende Erfahrungswerte geleitet sind.

Für die Recherche wurde ein deutschsprachiges soziales Netzwerk für Beruf, Geschäft und Karriere genutzt. Trotz der Fokussierung der vorliegenden Arbeit auf das verarbeitende Gewerbe wurde bei der Identifikation der Probanden keine Einschränkung hinsichtlich der Branche vorgenommen. Begründet wird dieses Vorgehen einerseits durch die teilweise nicht vorhandenen Informationen über die Branche im sozialen Netzwerk andererseits soll hierdurch das Risiko der Verzerrung durch Selbstselektion reduziert werden. Im Rahmen der Recherche sind 3.466 Probanden identifiziert worden, von denen 50% (1.733) mittels eines Zufallsalgorithmus für die Befragung ausgewählt wurden.

5.2.3 Durchführen des Pretests

Zur Sicherstellung der Verständlichkeit, Zuverlässigkeit, Benutzerfreundlichkeit und Qualität des entwickelten Fragebogens wurde ein Pretest mit Teilnehmer aus Wissen-

schaft und Praxis durchgeführt (Kirchhoff et al. 2010, S. 24f; Berekoven et al. 2009, S. 95; Kuß 2012, S. 76). Bei der Auswahl der Pretest-Teilnehmer wurde auf Personen mit Erfahrung in der Entwicklung und Durchführung von Fragebogenuntersuchungen geachtet (Häder 2010, S. 389). Zum Pretest wurden 39 Teilnehmer eingeladen (Wissenschaft (23) und Praxis (16)). Davon haben 24 Personen den Fragebogen ausgefüllt und neun Personen gaben detailliertes Feedback zum Fragebogen. Die Kritik am Fragebogen führte zu einer Reduktion der Fragen und einer Verbesserung der Verständlichkeit. Nach Abschluss der Änderungen wurde der geänderte Fragebogen mit vier weiteren Personen besprochen.

5.2.4 Ablauf der Untersuchung

Die 1.733 ausgewählten Probanden wurden per Email zur Teilnahme an der Online-Umfrage eingeladen; in 68 Fällen war die Zustellung der Email nicht erfolgreich. Zur Erhöhung der Rücklaufquote wurden die Teilnehmer persönlich angeschrieben und auf den nicht kommerziellen Zweck der Umfrage hingewiesen.

Der gesamte Erhebungszeitraum betrug 40 Tage (24.01.2013 bis 05.03.2013) mit einem Rücklauf von $n=160$ vollständig ausgefüllten Fragebögen und einer daraus resultierenden Rücklaufquote von 9,23% ($n:N$) bezogen auf die Gesamtzahl der eingeladenen Teilnehmer ($N=1.733$). Nach 21 Tagen (14.02.2013) wurde an die eingeladenen Teilnehmer eine Erinnerung versandt. Bis zum Zeitpunkt der Erinnerung haben 116 Teilnehmer den Fragebogen vollständig ausgefüllt. Nach der Erinnerung füllten weitere 44 Personen den Fragebogen vollständig aus. Bild 32 zeigt den kumulierten Rücklauf über den Untersuchungszeitraum.

Insgesamt sind 372 Personen dem Aufruf der Einladung gefolgt. Davon haben 53 Personen lediglich die Willkommenseite betrachtet. Mit der Beantwortung des Fragebogens haben 319 Personen begonnen. Hiervon haben 153 Personen den Fragebogen ohne Unterbrechung und 7 Personen mit Unterbrechung ausgefüllt. Die mittlere Bearbeitungszeit liegt bei 25:18 min (arithmetischer Mittelwert) respektive 14:11 min (Median), wobei keiner der Teilnehmer den Fragebogen unter 10 min ausgefüllt hat. Es ist somit zu erwarten, dass keiner der Teilnehmer den Fragebogen willkürlich ausgefüllt hat.

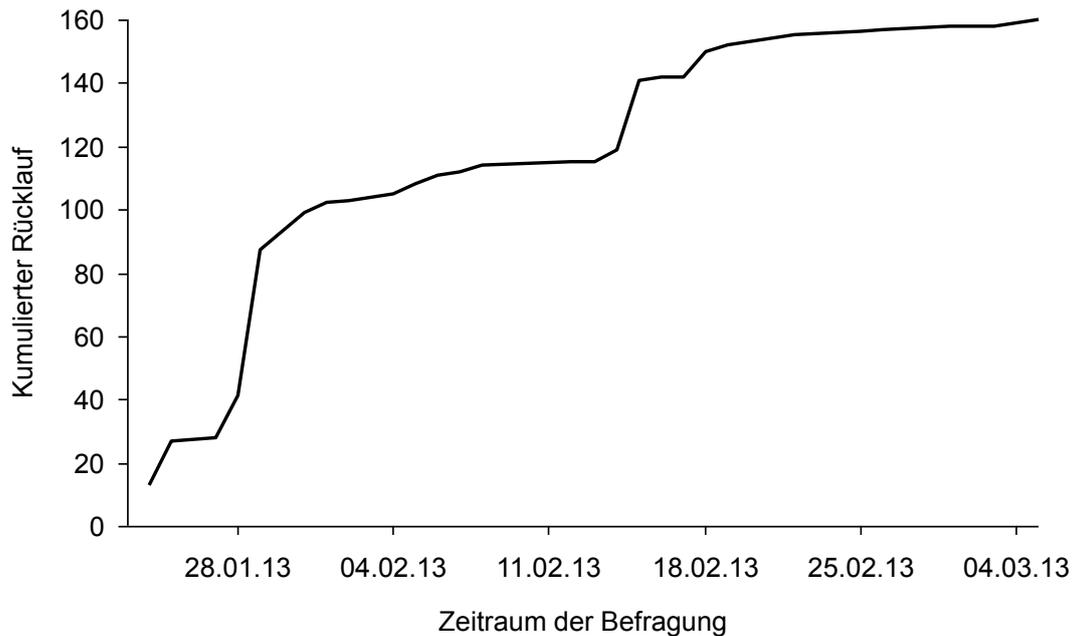


Bild 32: Darstellung des kumulierten Rücklaufs über den Untersuchungszeitraum
Quelle: Eigene Darstellung

5.3 Auswertungsmethodik

Aufgrund des explorativen Charakters der vorliegenden Arbeit wird für die Auswertung des Fragebogens auf Methoden der deskriptiven Statistik zurückgegriffen. Die Nutzung deskriptiver Verfahren ist insbesondere für explorative Fragestellungen geeignet (Berekoven et al. 2009, S. 187f; Schäfer 2010, S. 43; Bortz und Schuster 2010, S. 1). Innerhalb der Auswertung werden sowohl univariate, bivariate und multivariate Verfahren genutzt (Berekoven et al. 2009, S. 187f). Zur Auswertung der Befragungsergebnisse wird vorrangig das Statistik-Programm *SPSS* verwendet.

5.3.1 Grundlegende Auswertungsmethoden

Für die Analyse der unterschiedlichen Merkmalsausprägungen der stabilitätsbeeinflussenden Faktoren werden univariate und bivariate Verfahren eingesetzt. Hierbei handelt es sich vorrangig um relative Häufigkeitsverteilungen, Kontingenztabellen und Korrelationsanalysen. Die Korrelationsanalysen werden genutzt um Aussagen über die Zusammenhänge von Variablen tätigen zu können. Bei den Korrelationsanalysen wird die Pearson-Korrelation verwendet. Die Interpretation der Höhe der Korrelation kann der Tabelle 17 entnommen werden.

Tabelle 17: Interpretation der Höhe von Korrelationen
 Quelle: Weiber und Mühlhaus (2010, S. 11)

Korrelationswert	Interpretation
$r = 0$	statistisch unabhängig
$0,0 < r \leq 0,2$	sehr geringe Korrelation
$0,2 < r \leq 0,5$	geringe Korrelation
$0,5 < r \leq 0,7$	mittlere Korrelation
$0,7 < r \leq 0,9$	hohe Korrelation
$0,9 < r \leq 1,0$	sehr hohe Korrelation

Zur weitergehenden Analyse der stabilitätsbeeinflussenden Faktoren wird eine explorative Faktorenanalyse durchgeführt. Das primäre Ziel der explorativen Faktorenanalyse besteht in der Schaffung einer geordneten Struktur eines größeren Variablensatzes (Bortz und Schuster 2010, S. 385), in dem Variablen gemäß ihrer korrelativen Beziehungen in voneinander unabhängige Gruppen eingeordnet werden (Bortz und Schuster 2010, S. 386). Eine Einführung und Erläuterung der explorativen Faktorenanalyse ist in Kapitel 5.3.2 zu finden.

5.3.2 Einführung in explorative Faktorenanalyse

Die explorative Faktorenanalyse (EFA) ist ein multivariates Analyseverfahren zur Systematisierung von Zusammenhängen zwischen Variablen (Kline 2013, S. 171; Wolff und Bacher 2010, S. 333; Bortz und Schuster 2010, S. 386; Field 2009, S. 528). Zu ihrem Hauptanwendungsfeld gehören explorative Studien, in denen für eine Vielzahl an Variablen ein einfaches Erklärungsmodell gesucht wird (Bortz und Schuster 2010, S. 385; Kline 2013, S. 177). Die EFA verfolgt das Ziel aus einer Anzahl an beobachtbaren (manifesten) Variablen j eine geringere Anzahl an unabhängigen und nicht direkt beobachtbaren (latenten) Einflussfaktoren k zu extrahieren (Wolff und Bacher 2010, S. 350; Field 2009, S. 628). Das Ergebnis sind daher k „... wechselseitig voneinander unabhängige Faktoren, die die Zusammenhänge zwischen den Variablen erklären“ (Bortz und Schuster 2010, S. 386). Die k extrahierten Faktoren sollen dabei einen möglichst hohen Anteil der Varianz der Ausgangsdaten erklären (Conway und Huffcutt 2003, S. 148f).

Die explorative Faktorenanalyse wird häufig für eines oder mehrere der drei folgenden Ziele eingesetzt (Wolff und Bacher 2010, S. 335; Field 2009, S. 628): (1) Bestimmung der dimensionalen Struktur der Variablenmenge, (2) Konstruktion von Skalen im Rahmen der Itemanalyse und (3) Reduktion von Daten. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird sie zur Bestimmung der dimensionalen Struktur und zur Reduktion der Variablen eingesetzt.

Laut [Backhaus et al. \(2006, S. 268\)](#) sind im Rahmen einer Faktorenanalyse sechs Schritte auszuführen. Im ersten Schritt sind die Variablen für die Analyse auszuwählen und die Korrelationsmatrix ist für die Variablen zu erstellen. Darauf folgend werden die Faktoren extrahiert und es folgt im Anschluss die Bestimmung der Kommunalitäten. Im nächsten Schritt wird die Anzahl der Faktoren bestimmt. Anschließend findet die Interpretation der Faktoren statt. Im letzten Schritt werden die Faktorenwerte bestimmt. [Kline \(2013, S. 181\)](#) schlägt hingegen ein Vorgehen besteht aus den drei Schritten (1) Auswahl der Faktorenextraktionsmethode, (2) Bestimmung der Faktorenzahl und (3) Wahl der Rotationsmethode vor. In erster Näherung unterscheiden sich beide Vorgehensweisen nicht. Bei dem von [Kline](#) vorgeschlagenen Vorgehen wird die Eignung der zu analysierenden Variablen vorausgesetzt. Die Prüfung der Eignung findet bei [Backhaus et al.](#) im ersten Schritt statt. Im nachfolgenden wird die Vorgehensweise nach [Kline](#) dargestellt, wobei allgemeine Gütekriterien für die Durchführung einer Faktorenanalyse vorab kurz behandelt werden.

5.3.2.1 Gütekriterien für die Durchführung einer Faktorenanalyse

Die Auswahl der Variablen bzw. Indikatoren ist von hoher Bedeutung bei der Durchführung der Faktorenanalyse, da die Güte der Analyse zentral von dem Wesen und der Qualität der eingehenden Variablen abhängt ([Kline 2013, S. 178](#); [Backhaus et al. 2006, S. 269](#)). Folglich sind nur relevante Merkmale in die Analyse mit aufzunehmen. Sofern irrelevante Merkmale vorhanden sind, sind diese zu entfernen. Es sollte jedoch bei der Entfernung auf die Gesamtzahl der Merkmale geachtet werden. Diese soll für einen zu erwartenden Faktor zwischen drei bis fünf liegen. Bei kleinen Stichproben ist das vorhanden sein von zwei Merkmalen für einen zu erwartenden Faktor ausreichend ([Kline 2013, S. 178](#)).

Ferner sollten die Ausgangsdaten aus einer homogenen Stichprobe stammen, da die Korrelation zwischen den Merkmalen durch den Homogenitätsgrad der Stichprobe beeinflusst wird ([Backhaus et al. 2006, S. 269](#)). Die Frage nach einer hinreichenden Stichprobengröße wird in der Literatur kontrovers diskutiert ([MacCallum et al. 1999, S 86f](#); [Kline 2013, S. 178f](#); [Costello und Osborne 2005, S. 4](#)). Die Regeln für die Stichprobengröße variieren von absoluten Umfängen ($N \geq 100$), über das Verhältnis von Teilnehmern je einbezogener Variablen (z.B. 5:1 oder 10:1) hin zu Kombinationen bestehend aus Stichprobengröße und Kommunalitäten oder Faktorladungen ([Kline 2013, S. 178f](#)). Eine allgemeingültige Empfehlung für die Stichprobengröße ist nicht zu finden. [Costello und Osborne \(2005, S. 4\)](#) fanden in einer Analyse heraus, dass bei Faktorenanalysen, die ein Verhältnis von Teilnehmer je einbezogener Variable von $< 10 : 1$ wählten, die Analysen mehrheitlich falsche Ergebnisse lieferten. Folglich

sollte ein höheres Verhältnis bei der Durchführung der Faktorenanalyse sichergestellt werden.

Die Untersuchung der Korrelation der in die Faktorenanalyse eingehenden Variablen kann als Ausgangspunkt für die Eignungsbeurteilung genutzt werden (Backhaus et al. 2006, S. 272). Bei heterogenen Datenstrukturen sind viele kleine Werte in der Korrelationsmatrix zu finden, so dass die Anwendung der Faktorenanalyse in Frage zu stellen ist (Backhaus et al. 2006, S. 273; Field 2009, S. 629). Innerhalb der Literatur sind jedoch keine Empfehlungen über die Eignung von Korrelationsmatrizen in Abhängig der Werte zu finden. Ferner werden die Signifikanzniveaus der Korrelationen und die Betrachtung der Anti-Image-Kovarianz-Matrix als weitere Prüfungskriterien empfohlen (Backhaus et al. 2006, S. 273ff). Die Signifikanzniveaus der Korrelationen ermöglicht Aussagen bezüglich der Annahme oder Ablehnung der Nullhypothese, dass kein Zusammenhang zwischen den Variablen vorliegt. Im Rahmen der Faktorenanalyse wird erwartet, dass die Variablen, die über hohe Korrelationswerte verfügen, auch ein hohes Signifikanzniveau besitzen (Backhaus et al. 2006, S. 274). Die Anti-Image-Kovarianz-Matrix gibt Aufschluss über die Höhe des Varianzanteils einer Variablen, der unabhängig von den anderen Variablen ist. Bedingt durch die Annahme der Faktorenanalyse, dass den Variablen gemeinsame Faktoren zugrunde liegen, wird gefordert, dass die Nicht-diagonal-Elemente der Anti-Image-Kovarianz-Matrix möglichst nahe bei Null liegen (Backhaus et al. 2006, S. 275). Als Kriterium für die Eignung schlagen Dziuban und Shirkey (1974, S. 359) vor, dass der Anteil der Nicht-diagonal-Elemente der Anti-Image-Kovarianz-Matrix, die ungleich Null ($> 0,09$) sind, weniger als 25% beträgt. Zudem sollen die Diagonalelemente der Anti-Image-Kovarianz-Matrix größer als 0,5 sein (Field 2009, S. 659).

Für die Überprüfung der Eignung der Ausgangsdaten werden häufig zu dem zwei weitere statistische Verfahren eingesetzt. Der Bartlett-Test überprüft, ob die Stichprobe aus einer Grundgesamtheit stammt, in der die Variablen unkorreliert sind (Backhaus et al. 2006, S. 274). Voraussetzung für die Durchführung des Bartlett-Test ist eine Normalverteilung der Erhebungsgesamtheit. Bei intervall- und ordinalskalierten Fragen liegt jedoch häufig keine Normalverteilung vor (Kline 2013, S. 180), so dass die Anwendung des Bartlett-Test nur bedingt zur Überprüfung geeignet ist. Häufig wird daher das Kaiser-Meyer-Olkin-Kriterium (KMO) als Prüfgröße zur Entscheidungsfindung herangezogen. Hierfür wird das *Measure of sampling adequacy* (MSA) berechnet, das auf Basis der Anti-Image-Korrelationsmatrix beruht (Backhaus et al. 2006, S. 276). Die Prüfgröße variiert zwischen Null und Eins, wobei Werte ab $> 0,6$ als notwendig (Wolff und Bacher 2010, S. 341) und Werte $> 0,8$ als erstrebenswert (Backhaus et al. 2006, S. 276; Kaiser und Rice 1974, S. 112) erachtet werden.

5.3.2.2 Auswahl der Faktorenextraktionsmethode

Für die Extraktion der Faktoren können zahlreiche Methoden genutzt werden, wie z.B. Hauptkomponentenanalyse, Maximum-Likelihood, Hauptachsen-Faktorenanalyse, Image-Analyse oder auch Alpha-Faktorenanalyse (Bortz und Schuster 2010, S. 427). Am häufigsten werden die Hauptkomponentenanalyse, Hauptachsen-Faktorenanalyse und die Maximum-Likelihood Methode angewandt (Kahn 2006, S. 687). Verschiedene Autoren sind der Auffassung, dass die Hauptkomponentenanalyse im engeren Sinne nicht zur Faktorenanalyse gehört, siehe z.B. Bortz und Schuster (2010, S. 427), Wolff und Bacher (2010, S. 348), jedoch wird sie häufig unter dem Sammelbegriff *Faktorenanalyse* für unterschiedliche faktorenanalytische Techniken eingeordnet. Conway und Huffcutt (2003, S.) zeigen in ihrer Analyse der Anwendungshäufigkeit, dass die Hauptfaktorenanalyse am häufigsten eingesetzt wird. Costello und Osborne (2005, S. 2) sehen als Grund für die häufige Nutzung einerseits die zum Teil verwirrenden Beschreibungen und Namensgebungen der unterschiedlichen Methoden andererseits auch die Tatsache, dass die Hauptkomponentenanalyse als Standardextraktionsmethode in verschiedenen Statistik-Programmen definiert wurde. Die Ergebnisse von Hauptkomponenten- und Hauptachsen-Faktorenanalyse unterscheiden sich häufig nicht hinsichtlich der Zahl der Faktoren bzw. Komponenten, sondern vielmehr in den Faktorladungen (Kline 2013, S. 181f; Wolff und Bacher 2010, S. 349). Der Unterschied zwischen den beiden Methoden ist bei hohen Kommunalitäten und zunehmender Variablenzahl geringer (Wolff und Bacher 2010, S. 349).

Die Wahl der Extraktionsmethode ist abhängig vom gewählten Ziel der Faktorenanalyse. Steht z.B. die Datenreduktion oder das Finden von Sammelbegriffen für Variablen im Vordergrund, so ist die Anwendung der Hauptkomponentenanalyse zielführend (Wolff und Bacher 2010, S. 348). Zum aufdecken latenter Konstrukte eignet sich die Hauptachsen-Faktorenanalyse oder die Maximum-Likelihood Methode (Costello und Osborne 2005, S. 2; Conway und Huffcutt 2003, S. 150f). Im nachfolgenden werde die Methoden Hauptfaktorenanalyse und Hauptachsen-Faktorenanalyse kurz vorgestellt. Auf die Darstellung der Maximum-Likelihood Methode wird an dieser Stelle verzichtet, da die Methode vorrangig im Rahmen der konfirmatorischen Faktorenanalyse eingesetzt wird (Backhaus et al. 2006, S. 371; Bortz und Schuster 2010, S. 430), welche hier keine Anwendung findet.

Hauptfaktorenanalyse Der Grundgedanke der Hauptfaktorenanalyse besteht in den Annahmen, dass die gesamte Varianz im Rahmen der Faktorenanalyse und die Varianz der Variablen vollständig durch die Faktoren erklärt werden sowie keine Einzelrestvarianz vorhanden ist (Backhaus et al. 2006, S. 278; Kline 2013, S. 181). Hierfür wird die Kommunalität der Variablen vor der Berechnung auf Eins

gesetzt. Anschließend erfolgt die Extraktion durch die Betrachtung der Korrelationen zwischen den Variablen. Bei der Interpretation der Faktoren steht die Frage des Findens eines Sammelbegriffs für Variablen, die hoch auf einen Faktor laden, im Vordergrund (Backhaus et al. 2006, S. 293).

Hauptachsen-Faktorenanalyse Im Gegensatz zur Hauptfaktorenanalyse wird bei der Hauptachsen-Faktorenanalyse davon ausgegangen, dass die Varianz einer Variable aus den Komponenten Kommunalität und Einzelrestvarianz besteht (Backhaus et al. 2006, S. 292). Die Hauptachsen-Faktorenanalyse verfolgt dabei das Ziel, die Varianz nur in Höhe der Kommunalitäten zu erklären. Ferner wird davon ausgegangen, dass zwei Arten von Faktoren existieren (Wolff und Bacher 2010, S. 348): (1) *gemeinsame* Faktoren, die die Korrelation zwischen den Variablen erklären und (2) *spezifische* Faktoren, die die Reststreuung für eine Variable repräsentieren. Für die Interpretation sind nur die gemeinsamen Faktoren von Bedeutung (Wolff und Bacher 2010, S. 348; Backhaus et al. 2006, S. 292).

5.3.2.3 Bestimmung der Faktorenzahl

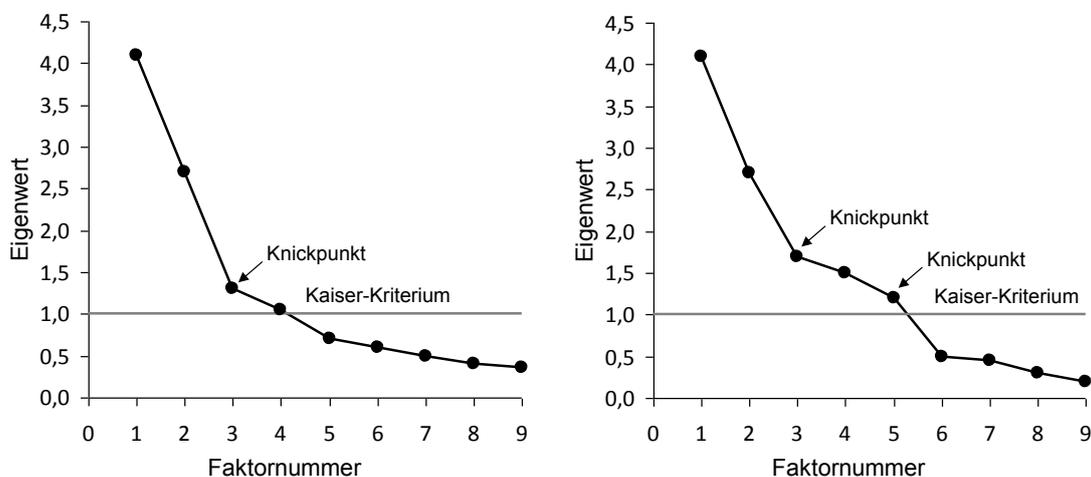
Nach der Wahl der Extraktionsmethode steht die Frage nach der Anzahl der zu extrahierenden Faktoren. Grundlage hierfür sind die sogenannten Eigenwerte, die angeben, wie viel Varianz ein Faktor bzw. eine Komponente erklärt (Bortz und Schuster 2010, S. 415; Wolff und Bacher 2010, S. 341; Backhaus et al. 2006, S. 295). Zwar werden im Rahmen der Analyse die Eigenwerte als Kennwert für die Entscheidungsfindung berechnet, jedoch kann die Bestimmung der Faktorenanzahl auch auf subjektiven Kriterien beruhen (Wolff und Bacher 2010, S. 341). So folgt z.B. die Bestimmung der Faktorenzahl beim Screen-Test rein subjektiven Kriterien.

Innerhalb der Literatur werden häufig drei Verfahren zur Bestimmung der Faktorenzahl genannt (Bortz und Schuster 2010, S. 415f; Backhaus et al. 2006, S. 295f): (1) Kaiser-Kriterium, (2) Screen-Plot und (3) Parallelanalyse. Am häufigsten werden das Kaiser-Kriterium¹⁴ und der Screen-Plot zur Bestimmung der Faktorenzahl genutzt (Costello und Osborne 2005, S. 3). Basis aller Verfahren ist die Anordnung der Eigenwerte (λ) in absteigender Reihenfolge (Wolff und Bacher 2010, S. 341). Beim Kaiser-Kriterium ist die Zahl der Faktoren gleich der Zahl der Komponenten, die einen Eigenwert größer Eins besitzen (Backhaus et al. 2006, S. 295; Wolff und Bacher 2010, S. 341; Bortz und Schuster 2010, S. 415). Die Grundannahme hierbei ist, dass die Eigenwerte als Maß für die Varianz der Komponente herangezogen werden können. Verfügt eine Komponente über einen Eigenwert von $\lambda = 2,5$, so erklärt diese Komponente so viel wie 2,5

¹⁴Teilweise wird das Kaiser-Kriterium auch als Kaiser-Guttman-Kriterium bezeichnet (Bortz und Schuster 2010, S. 415).

Variablen. Bei der Begrenzung auf Eigenwerte $\lambda > 1$ wird folglich gefordert, dass die Komponenten mindestens die eigene Varianz erklärt. Kritik an dem Verfahren wird in der häufig zu hohen Anzahl an extrahierten Faktoren geäußert, die eine Interpretation der Ergebnisse erschweren (Bortz und Schuster 2010, S. 415; Costello und Osborne 2005, S. 2).

Der Screen-Test liefert weitere Informationen über die Anzahl der bedeutsamen Faktoren (Bortz und Schuster 2010, S.415). Hierfür werden im Eigenwertediagramm (Screen-Plot) die Eigenwerte in absteigender Rangfolge geordnet abgetragen, die anschließend durch Geraden verbunden werden (Wolff und Bacher 2010, S: 342; Backhaus et al. 2006, S.296). Bild 33 zeigt beispielhaft zwei Screen-Plots.



(a) Screen-Plot mit eindeutigem Knickpunkt

(b) Screen-Plot mit uneindeutigen Knickpunkten

Bild 33: Beispielhafte Darstellung eines Screen-Plots
Quelle: Eigene Darstellung

Beim Screen-Test sollen so viele Faktoren extrahiert werden, bis ein starker Knick im Eigenwertediagramm auftritt. Im Beispiel Bild 33a liegt beim Faktor 3 ein starker Knick vor, so dass in diesem Beispiel drei Faktoren extrahiert werden würden. Das Problem des Screen-Tests liegt in der subjektiven Identifikation des Knick-Punkts (Wolff und Bacher 2010, S. 342; Backhaus et al. 2006, S. 296). Am Beispiel des Bildes 33b wird dies deutlich. Hier könnten - je nach Auffassung - wahlweise drei oder fünf Faktoren extrahiert werden. Als Empfehlung wird hier die Wahl des höheren Knickpunkts ausgesprochen (Wolff und Bacher 2010, S. 342).

Ein weiteres Verfahren zur Bestimmung der Faktorenzahl ist die Parallelanalyse, die von Horn (1965) entwickelt wurde. Bei der Parallelanalyse wird der Eigenwerteverlauf auf Basis der empirischen Korrelationsmatrix mit einem Eigenwerteverlauf der Korrela-

tionen zwischen normalverteilten Zufallsvariablen verglichen (Bortz und Schuster 2010, S. 416). Die Schnittpunkte der beiden Eigenkurvenverläufe im Eigenwertediagramm definiert die Anzahl der bedeutsamen Faktoren. Da der Rechenaufwand der Parallelanalyse jedoch nicht unerheblich ist, wird dieses Verfahren nur selten eingesetzt (Bortz und Schuster 2010, S. 416; Kline 2013, S. 184).

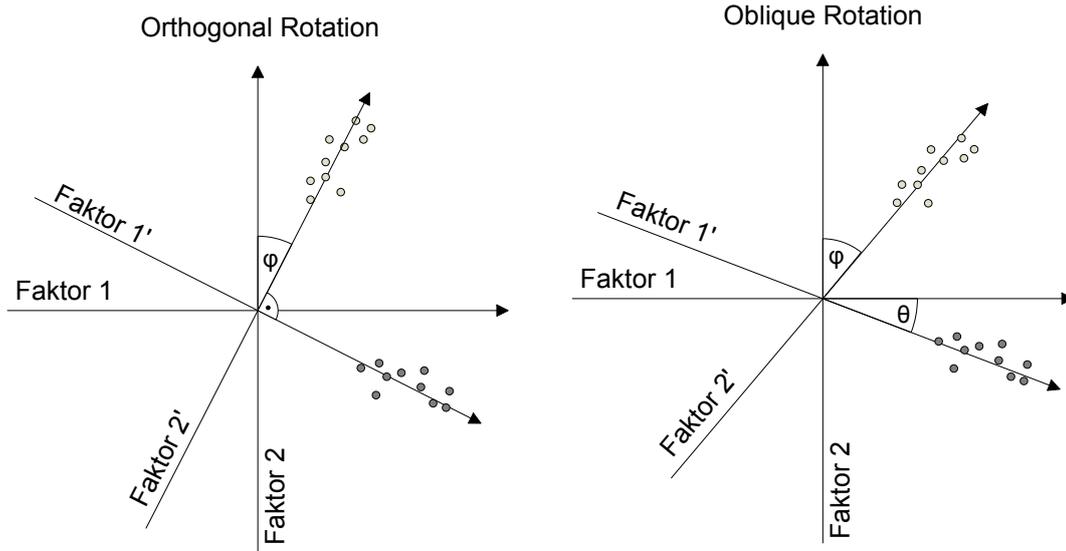
Bei der Bestimmung der Faktorenzahl liegt die Gefahr in der Über- (zu viele Faktoren) bzw. Unterextraktion (zu wenige Faktoren) (Wolff und Bacher 2010, S. 362; Kline 2013, S. 184f). Häufig wird dazu geraten verschiedene Verfahren zur Bestimmung zu nutzen und eher zu einer Überextraktion zu tendieren (Kline 2013, S. 184f; Costello und Osborne 2005, S. 3). Dies birgt jedoch die Gefahr, dass die Faktoren nur geringe Faktorladungen aufweisen und somit die Interpretation erschweren (Wolff und Bacher 2010, S. 362).

5.3.2.4 Wahl der Rotationsmethode

Zum besseren Verständnis und zur leichteren Interpretation der Faktoren erfolgt nach der Extraktion die Faktorenrotation (Wolff und Bacher 2010, S. 344; Backhaus et al. 2006, S. 298f; Costello und Osborne 2005, S. 3). Die in der Literatur unterschiedlichen vorgeschlagenen Methoden zur Durchführung der Faktorenrotation unterscheiden sich nur hinsichtlich einer orthogonalen oder obliquen (schiefwinkeligen) Rotation (Wolff und Bacher 2010, S. 344). Bild 34 zeigt beispielhaft eine orthogonale (Bild 34a) und eine oblique (Bild 34b) Rotation für zwei Faktoren.

Anhand des Bildes werden die beiden Verfahren erläutert. Bei einer orthogonalen Rotation werden die Faktoren um den Winkel φ rotiert. Dabei entstehen die neuen rotierten Faktoren 1' und 2', die orthogonal aufeinander stehen. Die Forderung nach der Orthogonalität der neuen rotierten Faktoren wird hingegen bei einer obliquen Rotation aufgehoben. Hierdurch kann der Faktor 1 um den Winkel θ zu Faktor 1' und der Faktor 2 um den Winkel φ zu Faktor 2' rotiert werden.

Die Art der Rotation soll in Abhängigkeit der Zielsetzung erfolgen (Bortz und Schuster 2010, S. 418). Bei der orthogonalen Rotation entstehen Faktoren, die voneinander unabhängig sind und über keine Korrelation untereinander verfügen. Letzteres wird bei der obliquen Rotation ermöglicht. Sind durch hypothetische Überlegungen Korrelationen zwischen den Faktoren zu erwarten, so sollte ein obliques Rotationsverfahren genutzt werden (Wolff und Bacher 2010, S. 345). Nach einer obliquen Rotation ist die Komponentenkorrelation hinsichtlich ihrer Höhe zu überprüfen. Weisen Komponenten sehr hohe Korrelationen auf, so ist die Unterscheidung der Komponenten schwierig (Wolff und Bacher 2010, S. 345). Bei der am häufigsten eingesetzten orthogonalen Ro-



(a) Beispiel einer orthogonalen Rotation (b) Beispiel einer obliquen Rotation

Bild 34: Beispiel einer orthogonalen und obliquen Rotation

Quelle: in Anlehnung an Field (2009, S. 643) und Bortz und Schuster (2010, S. 419)

tationsmethode handelt sich um das Varimax-Kriterium (Costello und Osborne 2005, S. 3). Hierbei werden „die Faktoren so rotiert, dass die Varianz der quadrierten Ladung pro Faktor maximiert wird“ (Bortz und Schuster 2010, S. 420). Die gängigste schiefwinkelige Rotationsmethode ist die Obliminrotation (Wolff und Bacher 2010, S. 345; Costello und Osborne 2005, S. 3).

Wenn eine oblique Rotationsmethode gewählt wird, ist zwischen der Struktur- und Mustermatrix zu unterscheiden (Field 2009, S. 666; Wolff und Bacher 2010, S. 345). Die Mustermatrix enthält die Faktorenladungen, die „sich als Regressionskoeffizienten der Komponente auf die Variablen interpretieren lassen“ (Wolff und Bacher 2010, S. 345), während die Strukturmatrix die Korrelationen der Variablen mit den Faktoren enthält. Es wird daher empfohlen sowohl die Struktur- als auch die Mustermatrix bei der Ausgabe mit anzugeben (Field 2009, S. 666f).

Unabhängig des gewählten Rotationsverfahrens und dessen Ergebnis stellt sich die Frage, ab wann eine Faktorladung als bedeutsame erachtet werden soll. In der Literatur sind verschiedene Konventionen hierzu zu finden. Ein Überblick über die verschiedenen Konventionen kann Bortz und Schuster (2010, S. 396) entnommen werden. Häufig handelt es sich hierbei um Kombinationen bestehend aus den Faktorladungen, der Anzahl der Variablen pro Faktor und dem Stichprobenumfang. Backhaus et al. (2006, S. 299) empfehlen hingegen in der praktischen Anwendung Ladungen $\geq 0,5$ als bedeutsam anzusehen, wobei bei Variablen, die für mehrere Faktoren jeweils eine Ladung von $\geq 0,5$ besitzt, die Variable in jedem der Faktoren zur Interpretation herangezogen

werden soll. Faktoren, die eine Ladung von weniger als 0,4 aufweisen sollen für die Interpretation nicht herangezogen werden (Stevens 2002, S. 394).

5.4 Ergebnisse der Untersuchung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der empirischen Untersuchung dargestellt. Zunächst soll die Stichprobe näher beschrieben und die Ergebnisse deskriptiver Auswertungen für die verschiedenen Merkmalsausprägungen der stabilitätsbeeinflussenden Faktoren präsentiert werden. Anschließend werden durch eine explorative Faktorenanalyse die stabilitätsbeeinflussenden Faktoren zu Clustern zusammengeführt.

5.4.1 Charakteristika der Befragungsteilnehmer

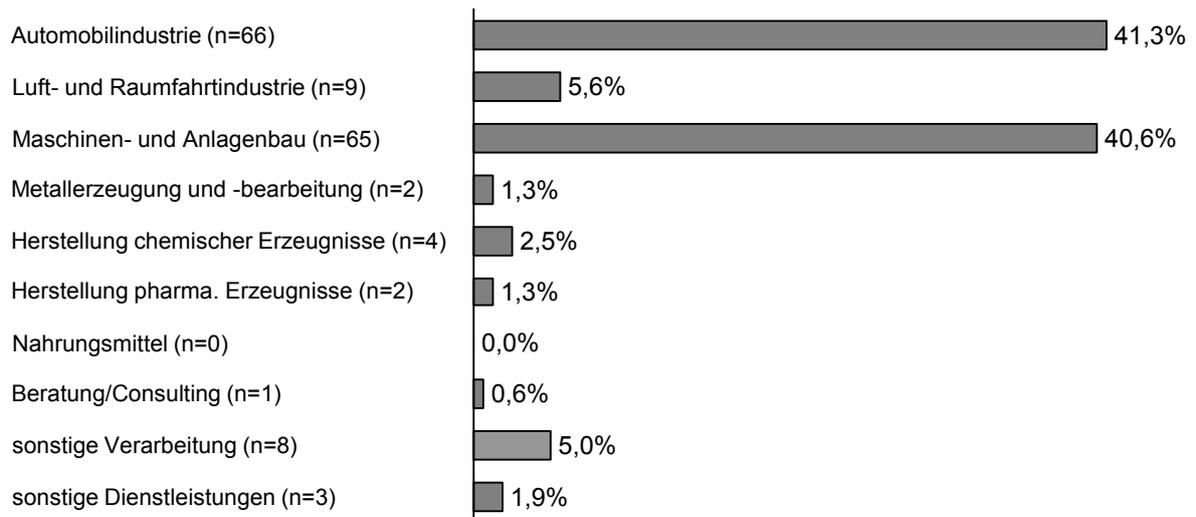
Wie in Abschnitt 5.2.4 erwähnt, wurden 1.733 Teilnehmer zur Unternehmensbefragung eingeladenen. Von diesen haben 160 den Fragebogen vollständig ausgefüllt und können im Zuge der Datenauswertung berücksichtigt werden. Dies entspricht einer Rücklaufquote von 9,23%. Von den 160 Antworten stammt der größte Anteil der Befragten aus den Funktionsbereichen Forschung und Entwicklung (43,8%) und Produktion (12,5%). Die weiteren Teilnehmer verteilen sich auf die Funktionsbereiche Einkauf und Beschaffung (10,6%), Geschäftsleitung (9,4%), Vertrieb (5,6%) und Logistik (2,5%). Ferner haben 16 (10%) Teilnehmer die Kategorie Sonstiges gewählt. Die meisten der Probanden sind dem mittleren (36,3%) und unterem (23,1%) Management zuzuordnen. Zum Top-Management und zur Geschäftsleitung gehören 20,0% bzw. 6,3% der Teilnehmer. Weitere 14,4% der Befragten gaben an, über eine Position ohne Führungsverantwortung zu verfügen. Die Verteilung nach der Position und dem Funktionsbereich kann der Tabelle 18 entnommen werden. Es ist zu erkennen, dass der überwiegende Teil der Befragten aus den Funktionsbereichen Forschung und Entwicklung, Produktion sowie Einkauf und Beschaffung stammt und über Managementenerfahrung verfügt. Die Heterogenität der Funktionsbereiche als auch der Position im Unternehmen stellt sicher, dass die Relevanz und Bedeutung der Faktoren aus verschiedenen Perspektiven bewertet wird.

In Bezug auf die Branchen ist festzustellen, dass die meisten Teilnehmer aus den Branchen Automobilindustrie (41,3%), Maschinen- und Anlagenbau (40,6%) und Luft- und Raumfahrt (5,9%) stammen. Bild 35a zeigt die Branchenverteilung im Überblick. Obwohl bei der Selektion der Teilnehmer keine Einschränkung hinsichtlich der Branche

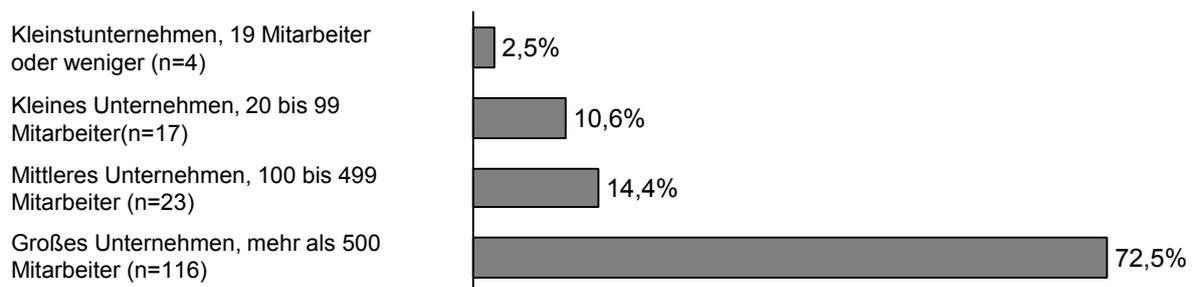
Tabelle 18: Zusammensetzung der Stichprobe nach Funktionsbereich und Position im Unternehmen

Funktionsbereich	Geschäfts- leitung	Top- Management	Mittleres Management	Unteres Management	Keine Management Funktion	Σ
Geschäftsleitung (n=15)	4,4%	2,5%	0,6%	0,6%	1,3%	9,4%
Forschung & Entwicklung (n=70)	0,6%	8,1%	17,5%	13,8%	3,8%	43,8%
Einkauf & Beschaffung (n=17)	-	0,6%	5,6%	2,5%	1,9%	10,6%
Logistik (n=4)	-	-	1,9%	0,6%	-	2,5%
Vertrieb (n=9)	0,6%	1,3%	0,6%	1,9%	1,3%	5,6%
Produktion (n=20)	0,6%	5,6%	4,4%	1,3%	0,6%	12,5%
Qualitätsmanagement (n=9)	-	0,6%	1,9%	1,3%	1,9%	5,6%
Sonstiges (n=16)	-	1,3%	3,8%	1,3%	3,8%	10,0%
Σ (n=160)	6,3%	20,0%	36,3%	23,1%	14,4%	100,0%

(a) Branchenverteilung



(b) Verteilung in Abhängigkeit der Unternehmensgröße



(c) F&E-Instensität

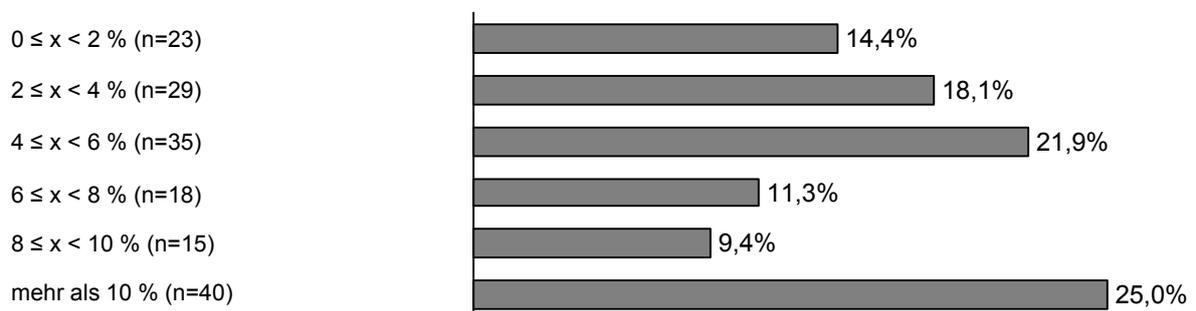


Bild 35: Charakteristika der Befragungsteilnehmer
Quelle: Eigene Darstellung

vorlag, stammen die meisten Antworten aus dem betrachteten verarbeitenden Gewerbe. Dies legt den Rückschluss nahe, dass diese Branchen der Stabilität von F&E-Netzwerken bzw. die Zusammenarbeit mit Partnern in Forschung und Entwicklung einer höheren Bedeutung beimessen.

Zur Evaluierung der Unternehmensgröße wurde innerhalb der Befragung nach der vollzeitäquivalenten Mitarbeiterzahl gefragt. Die Befragten wurden gebeten ihr Unternehmen in vier Kategorien einzuordnen: (1) Kleinstunternehmen, 19 Mitarbeiter oder weniger, (2) Kleines Unternehmen, 20 bis 99 Mitarbeiter, (3) Mittleres Unternehmen, 100 bis 499 Mitarbeiter und (4) Großes Unternehmen, mehr als 500 Mitarbeiter. Bei den meisten Unternehmen (72,5%) handelt es sich um Großunternehmen der Kategorie 4. Bild 35b zeigt die Verteilung der Stichprobe in Abhängigkeit der Unternehmensgröße. Die überwiegende Anzahl der Probanden stammt aus großen (72,5%) und mittleren (14,4%) Unternehmen.

Ferner wurden die Probanden gebeten die Forschungs- und Entwicklungsintensität ihres Unternehmens anzugeben. Die F&E-Intensität wird als Anteil der F&E-Aufwendungen am Umsatz definiert (Specht et al. 2002, S. 10). Diese ist bei den Unternehmen relativ gleich verteilt, siehe Bild 35c. Über 67% aller Unternehmen weisen eine F&E-Intensität von über 4% auf. Bei diesen Unternehmen handelt es sich nach Simon (2009, S. 165) um innovative Unternehmen. In Bezug auf die Branche und Unternehmensgröße sind unterschiedliche F&E-Intensitäten zu registrieren. Die Mehrheit der Unternehmen der Automobilindustrie (42,4%) weisen eine F&E-Intensität von größer 8% auf; Unternehmen der Branchen Maschinen- und Anlagenbau hingegen verfügen vorrangig über eine F&E-Intensität zwischen 2% bis 6%. Ferner verfügen mittlere und große Unternehmen über eine höhere F&E-Intensität, die bei 25% aller befragten Unternehmen über 8% liegt.

5.4.2 Zusammenarbeit mit Partnern in Forschung und Entwicklung

Die Teilnehmer sind befragt worden, in welchen Forschungs- und Entwicklungsbereichen mit Partnern zusammengearbeitet wird. Hier ist festzustellen, dass die meisten Unternehmen in der Produktentwicklung (45,0%) mit Partnern zusammenarbeiten. Weitere 20,6% arbeiten sowohl in der Produktentwicklung als auch in der angewandten Forschung zusammen und 16,8% haben angegeben, dass sie Partnern in alle drei Bereiche involvieren. Wenige Unternehmen integrieren Partner nur in die Grundlagenforschung (3,8%), die angewandte Forschung (6,3%) oder der Kombination der beiden (3,1%). Bild 36a zeigt die Aufteilung der Zusammenarbeit mit Partner in Form eines Venn-Diagramms.

Weiterhin wurden die Teilnehmer gebeten anzugeben, mit welcher Art von Partner sie in einem für ihr Unternehmen repräsentativen F&E-Vorhaben zusammenarbeiten. In den meisten Fällen arbeiten Unternehmen mit Lieferanten (70,0%) und Forschungseinrichtungen (61,3%) zusammen. Kunden (56,9%) und Ingenieurbüro / Beratungsunternehmen (43,1%) werden ebenfalls häufig in F&E-Vorhaben integriert. Lediglich 3,1% der befragten Unternehmen schließen Konkurrenten in ihre Vorhaben ein. Bild 36b zeigt die Verteilung.

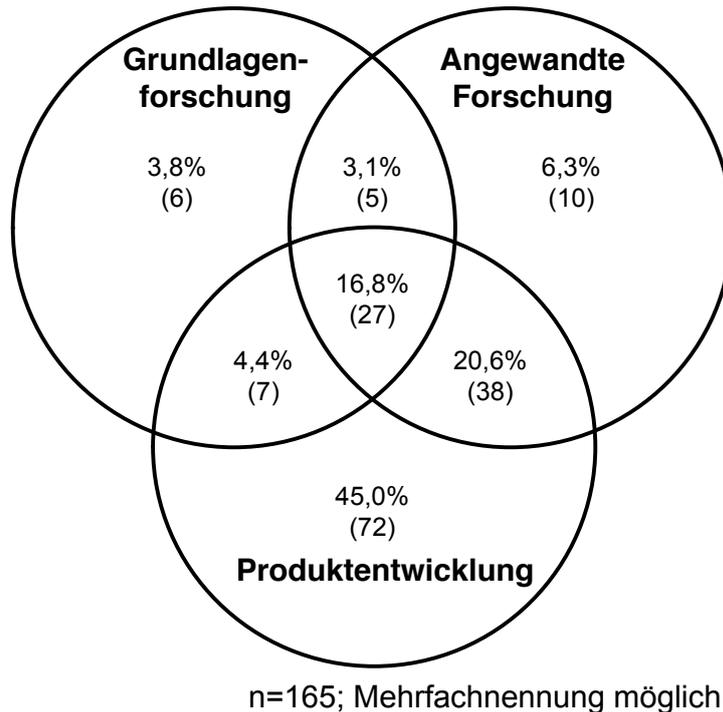
In Bezug auf die Anzahl der Partner, die in Forschungs- und Entwicklungsvorhaben integriert werden, ist festzustellen, dass die befragten Unternehmen häufig nur mit ein bis zwei (45,6%) respektive drei bis vier Partnern (21,9%) zusammenarbeiten, siehe Bild 36c. Dem entgegen steht ein hoher Anteil von 16,9%, der mit 10 oder mehr Partnern zusammenarbeitet. Hierbei handelt es sich vorrangig um Unternehmen aus der Automobilindustrie. Trotz der hohen Anzahl an Unternehmen, die mit ein oder zwei Partner zusammenarbeitet, werden bei 54,4% der befragten Unternehmen drei oder mehr Partner in F&E-Vorhaben integriert. Hierbei handelt es sich nach der Definition in Kapitel 1.1 um F&E-Netzwerke. Die Tabelle 19 zeigt die Verteilung in Abhängigkeit der Branche.

Tabelle 19: Relative Häufigkeitsverteilung der Zusammenarbeit mit Partnern nach Branche

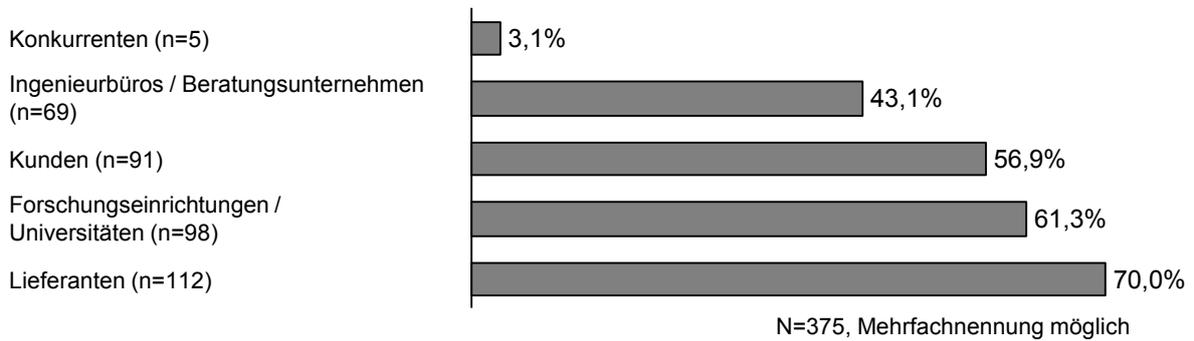
Branche	$1 \leq x < 3$	$3 \leq x < 5$	$5 \leq x < 7$	$7 \leq x < 10$	≥ 10
Automobilindustrie	18,8%	8,1%	4,4%	-	10,0%
Luft- u. Raumfahrtindustrie	0,6%	1,9%	0,6%	1,3%	1,3%
Maschinen- u. Anlagenbau	19,4%	10,0%	3,1%	4,4%	3,8%
Metallerzeugung u. -bearbeitung	1,3%	-	-	-	-
Herstellung chem. Erzeugnisse	1,9%	-	-	0,6%	-
Herstellung pharm. Erzeugnisse	0,6%	0,6%	-	-	-
Beratung/Consulting	-	-	-	-	0,6%
sonstige Verarbeitung	3,1%	1,3%	0,6%	-	-
sonstige Dienstleistungen	-	-	-	0,6%	1,3%
Σ (n=160)	45,6%	21,9%	8,8%	6,9%	16,9%

Ebenfalls wurden die Teilnehmer nach der Entwicklung der Anzahl an Partnern in F&E-Vorhaben in den letzten fünf Jahren befragt. Hier gaben 46,3% der Befragten ein konstantes Niveau an, während 45,6% von einer Zunahme berichteten. Lediglich 8,1% registrierten einen Rückgang. In Bezug auf die Tendenz der Zunahme der Partneranzahl in F&E-Vorhaben zur Branche kann kein signifikanter Unterschied ermittelt werden, siehe Tabelle 20.

(a) Aufteilung der Zusammenarbeit mit Partnern nach F&E-Bereich



(b) Verteilung in Abhängigkeit der Art des Partners



(c) Häufigkeitsverteilung der Zusammenarbeit mit Partner nach Anzahl

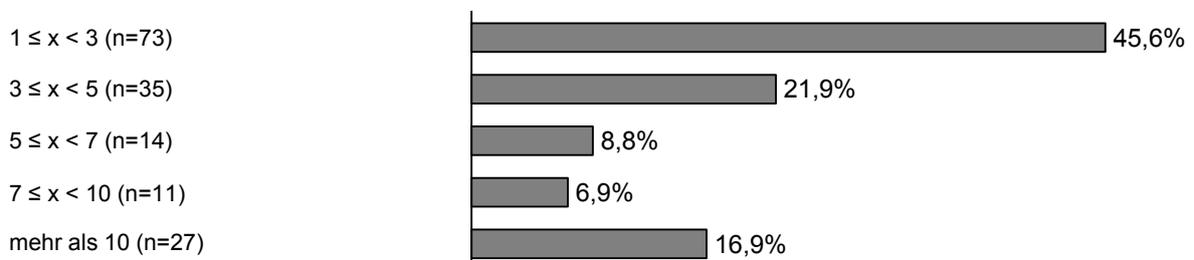


Bild 36: Zusammenarbeit mit Partnern im Bereich Forschung und Entwicklung
Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 20: Relative Häufigkeitsverteilung der Tendenz der Partneranzahlentwicklung nach Branche

Branche	gesunken	konstant	gestiegen	Σ
Automobilindustrie	2,5%	18,1%	20,6%	41,3%
Luft- u. Raumfahrtindustrie	0,6%	1,9%	3,1%	5,6%
Maschinen- u. Anlagenbau	3,8%	21,3%	15,6%	40,6%
Metallerzeugung u. -bearbeitung	-	-	1,3%	1,3%
Herstellung chem. Erzeugnisse	-	2,5%	-	2,5%
Herstellung pharma. Erzeugnisse	0,6%	0,6%	-	1,3%
Beratung/Consulting	-	-	0,6%	0,6%
sonstige Verarbeitung	0,6%	1,9%	2,5%	5,0%
sonstige Dienstleistungen	-	-	1,9%	1,9%
Σ (n=160)	8,1%	46,3%	45,6%	100,0%

Zusammenfassend ist zu konstatieren, dass Unternehmen Partner unterschiedlichen Typs in allen Bereichen der Forschung und Entwicklung integrieren und häufig mit drei oder mehr Partnern diese Aktivitäten durchführen. Bei 54,6% aller befragten Unternehmen werden drei oder mehr Partner in F&E-Vorhaben integriert. Insbesondere bei Unternehmen, die derzeitig nur mit ein oder zwei Partnern zusammenarbeiten, gehen 16,3% der Unternehmen von einem Anstieg der Partneranzahl in F&E-Vorhaben aus. Hierdurch entstehen zukünftig komplexe Forschungs- und Entwicklungsnetzwerke, die über eine hohe Teilnehmerzahl verfügen und für die Unternehmen neue Herausforderungen bei der Koordination und dem Management der F&E-Vorhaben sowie dem daraus resultierenden F&E-Netzwerk darstellen.

5.4.3 Deskriptive Beschreibung der Faktoren

Innerhalb der Unternehmensbefragung sind zu einzelnen Merkmalen jeden Faktors Fragen zur Identifizierung der Ausprägung gestellt worden. In den nachfolgenden Abschnitten werden diese dargestellt.

5.4.3.1 Deskriptive Beschreibung der Merkmalsausprägungen der projektspezifischen Faktoren

Innerhalb des Faktors Art der Forschungs- und Entwicklungsaktivität wurde postuliert, dass der Neuheitsgrad der Entwicklungsaktivität einen Einfluss auf die Stabilität des F&E-Netzwerkes hat. Dies konnte in der Befragung nicht eindeutig nachgewiesen werden. So gaben 57,5% der Befragten an, dass der Einfluss gering bis neutral zu bewerten ist, während 39,4% einen hohen bzw. 3,1% einen sehr hohen Einfluss sehen. Ferner sehen die befragten Unternehmen die Neuproduktentwicklung nicht als negati-

ven Einflussfaktor. Hier bewerteten 56,2% den Einfluss mit sehr gering bis gering und weitere 31,9% mit neutral. Lediglich 11,9% betrachten dies als einen hohen Einflussfaktor. In Bezug auf die Fragestellung, ob Market-Pull oder Technology-Push die Stabilität von F&E-Netzwerken beeinflusst, ist festzustellen, dass die Unternehmen marktgetriebenen im Vergleich zu technologiegetriebenen F&E-Projekten einer höheren Stabilität beimessen. Beim Vergleich der Extreme (trifft nicht zu vs. trifft zu) wird dies deutlich, 12,5% der Probanden sehen bei Market-Pull Projekten eine höhere Stabilität, während 1,3% der Befragten diesem Merkmal einem niedrigen Einfluss bescheinigen. Bild 37 zeigt die relative Häufigkeit der gewählten Antworten zu den einzelnen Merkmalsfragen.

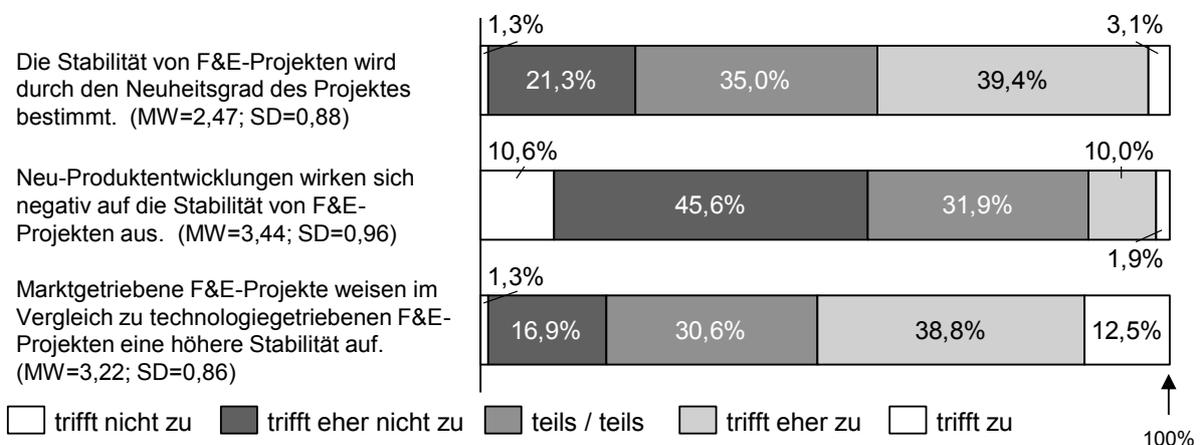


Bild 37: Kumulierte relative Antworten für die Merkmalsausprägungen des Faktors *Art der Forschungs- und Entwicklung*
 Quelle: Eigene Darstellung

Zur Fragestellung, welchen Einfluss die Wahl des Partners auf die Stabilität von F&E-Netzwerken beizumessen ist, sind die befragten Unternehmen einheitlicher Meinung und sprechen sich mehrheitlich (77,5%) für die Nutzung vorhandener Partner aus. Es ist jedoch anzumerken, dass 15% bei dieser Frage indifferent sind. Hieraus wird deutlich, dass auch die Nutzung von bereits bekannten Partnern zu Instabilitäten führen kann. Weiterhin äußern 83,1% (trifft eher zu und trifft zu) der Probanden, dass die Integration der Partner zielgerichtet und systematisch erfolgen soll, siehe Bild 38.

Die Teilnehmer wurden ebenfalls zur Bedeutung und Relevanz der Organisationsform bei der Ausführung von F&E-Aktivitäten befragt. Hierbei ist zwischen der Autonomie der Aufgabendurchführung und der Generierung des Wissens unterschieden worden. In Bezug auf die Generierung des Wissens herrscht bei den Teilnehmer die eindeutige Meinung (76,3%), dass das Wissen gemeinsam mit allen Partner gewonnen wer-

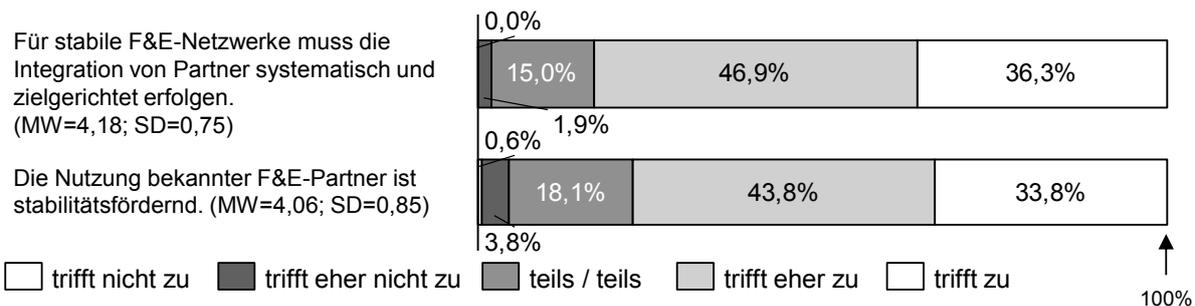


Bild 38: Kumulierte relative Antworten für die Merkmalsausprägungen des Faktors *Wahl des Partners*
Quelle: Eigene Darstellung

den soll. Dies ist ebenfalls in der hierzu gestellten Frage zu erkennen, in der der Vorteil der Wissensgenerierung durch einen oder wenige Partner überprüft wurde. Dem gegenüber äußerten 42,5% der Probanden Bedenken und weitere 33,8% betrachten dies als neutralen Einflussfaktor. Zudem wurde die Bedeutung der Autonomie bei der Durchführung von F&E-Aktivitäten befragt. Hier sehen die befragten Unternehmen die eigenständige Durchführung auf Basis vorher abgestimmter Konzepte als am meisten stabilitätsfördernd. Hierfür sprachen sich 66,9% der Teilnehmer aus. Ebenfalls favorisieren die Unternehmen die gemeinsame und gleichberechtigte Ausführung von F&E-Aktivitäten (57,5%). Bei der Frage, ob die unabhängige und eigenständige Ausführung von F&E-Aktivitäten stabilitätsfördernd ist, liegt keine eindeutige Meinung bei den befragten Unternehmen vor. Während 38,8% eine ablehnende Haltung aufweisen, sprechen sich wiederum 21,9% für einen positiven Einfluss aus. Weiterhin wurden die Unternehmen nach dem Einfluss der Kollaborationsintensität auf die Stabilität von F&E-Netzwerken befragt. Die Kollaborationsintensität betrachten 73,1% der befragten Unternehmen als wichtigen stabilitätsfördernden Faktor; 23,8% bewerten diesen als neutral. Das Antwortverhalten der Probanden zu den Fragen kann dem Bild 39 entnommen werden.

Die Integration von Partnern in den unterschiedlichen Phasen von F&E-Projekten war ebenfalls Gegenstand der Befragung. Zwar sprechen sich meisten Teilnehmer für einen positiven Einfluss von Partnern in allen Phasen von F&E-Projekten auf die Stabilität des F&E-Netzwerkes aus, jedoch ist anhand der Standardabweichung der Antworten für einzelnen Phasen zu erkennen, dass nicht alle Befragten diese Auffassung teilen, siehe Bild 40. Einvernehmen bei den Unternehmen für einen positiven Einfluss auf die Stabilität liegt in den Phasen Konzepterstellung (73,8%) und Entwicklung (65,0%) vor. Die Integration von Partnern in den Phasen Ideengenerierung, Prototypenbau und Test sowie Produktionsanlauf und Markteinführung wird jedoch nicht einheitlich positiv

Die Stabilität von F&E-Netzwerken wird gefördert durch Vorhaben ...

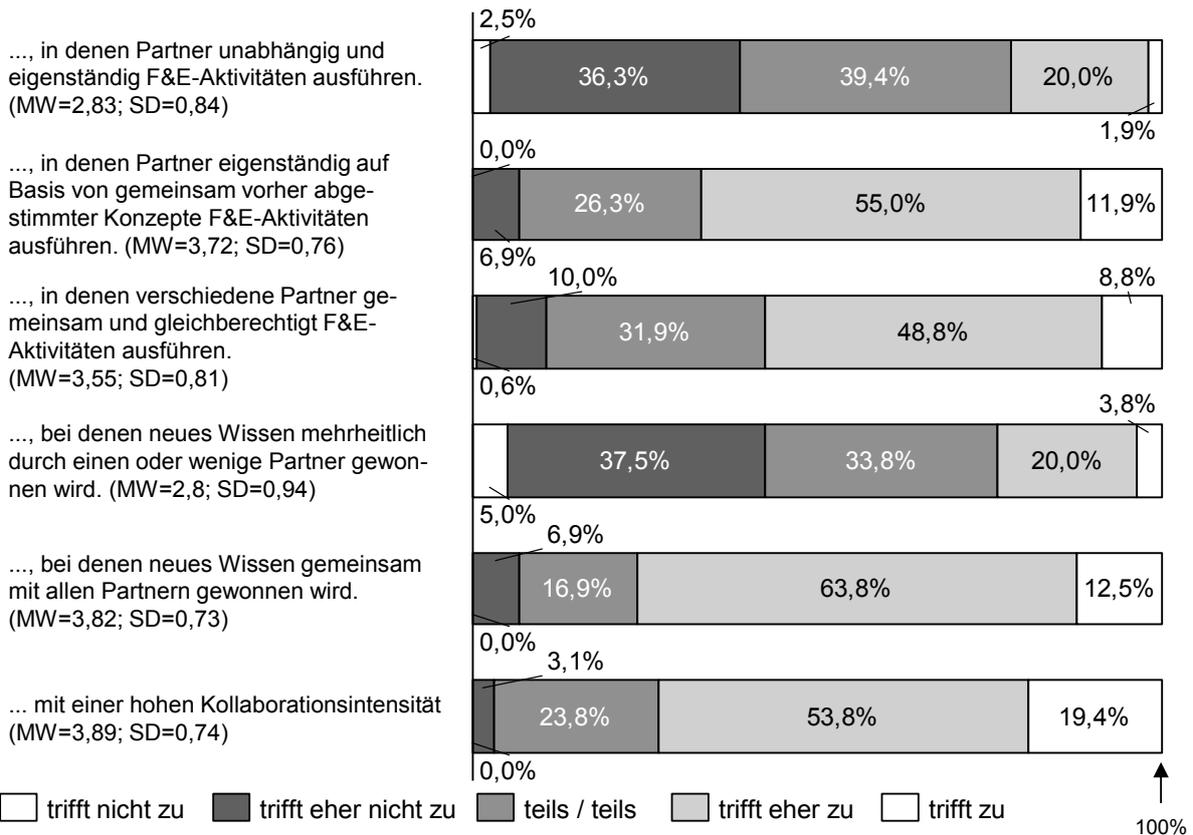


Bild 39: Kumulierte relative Antworten für die Merkmalsausprägungen der Faktoren *Organisationsform* und *Kooperationsintensität*
Quelle: Eigene Darstellung

betrachtet. Insbesondere in der Phase Produktionsanlauf und Markteinführung sehen 37,5% der Unternehmen die Integration von Partnern nicht als stabilitätsfördernd. Die Phasen Ideengenerierung sowie Prototypenbau und Test weisen im Vergleich zu den Phasen Konzepterstellung und Entwicklung höhere Standardabweichungen auf. Es ist jedoch anzumerken, dass die Unternehmen der Integration von Partnern in den Phasen Ideengenerierung sowie Prototypenbau und Test mehrheitlich einen positiven Einfluss bescheinigen.

Häufig wird mit der Integration von Partner in F&E-Aktivitäten auch eine erhöhte Verantwortungsübernahme der Partner für das finale Produkt assoziiert, z.B. [Petersen et al. \(2005, S. 378\)](#). Hierfür wurde den Befragten eine Vergleichsfrage gestellt, in der eine hohe gegenüber einer geringen Verantwortungsübernahme durch einen oder mehrere Partner für das finale Produkt bewertet werden sollte. Eine hohe Verantwortungsübernahme für das finale Produkt wirkt sich laut Aussage der Probanden mehrheitlich

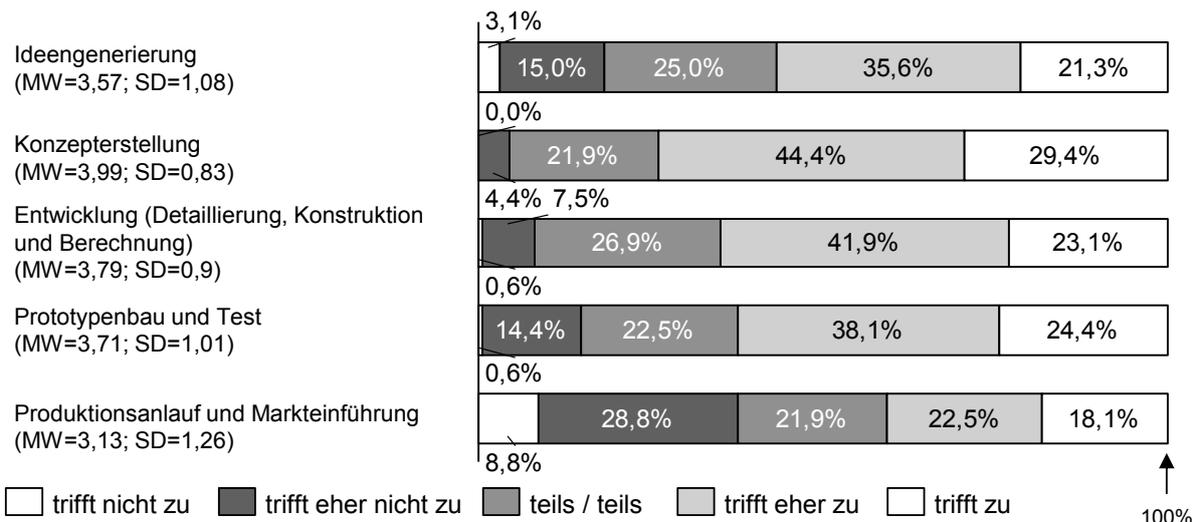


Bild 40: Kumulierte relative Antworten für die Merkmalsausprägungen des Faktors *Zeitpunkt der Integration*
Quelle: Eigene Darstellung

In wieweit wirkt sich Ihrer Meinung nach eine hohe Verantwortungsübernahme – im Gegensatz zu einer geringen Verantwortungsübernahme – für das finale Produkt durch einen oder mehrere Partner auf die Stabilität des F&E-Netzwerkes aus? (MW=3,96; SD=0,92)

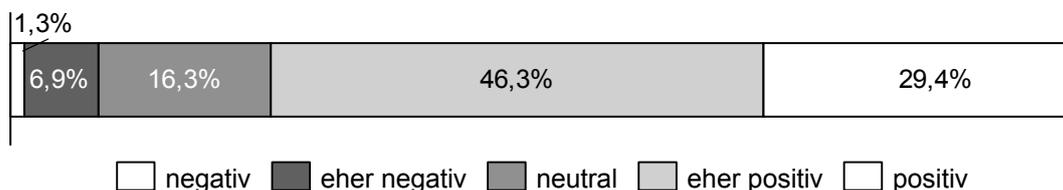


Bild 41: Kumulierte relative Antworten für die Merkmalsausprägungen des Faktors *Spektrum der Partnerintegration*
Quelle: Eigene Darstellung

(75,7%) positiv auf die Stabilität von F&E-Netzwerken aus. Bild 41 zeigt die relative Häufigkeitsverteilung der Antworten.

In Bezug auf die Heterogenität der Partner bewerten die befragten Unternehmen die Integration von Lieferanten, Kunden und Forschungseinrichtungen in F&E-Netzwerke als stabilitätsfördernd, siehe Bild 42. Die Integration von Konkurrenten wird jedoch mehrheitlich (60,0%) negativ gesehen. Die Nutzung von Ingenieurbüros und Beratungsunternehmen in F&E-Vorhaben bewerten die Teilnehmer mit 41,9% vorrangig neutral. Beim Vergleich der Mittelwerte für die einzelnen Partnertypen ist festzustellen, dass die Unternehmen aus stabilitätsfördernder Sicht die Integration von Kunden gegenüber Forschungseinrichtungen bevorzugen. In Abschnitt 5.4.2 gaben die Unternehmen

jedoch an, häufiger Forschungseinrichtungen als Kunden in F&E-Vorhaben zu integrieren.

Die Stabilität von F&E-Netzwerken wird gestärkt durch die Integration von ...

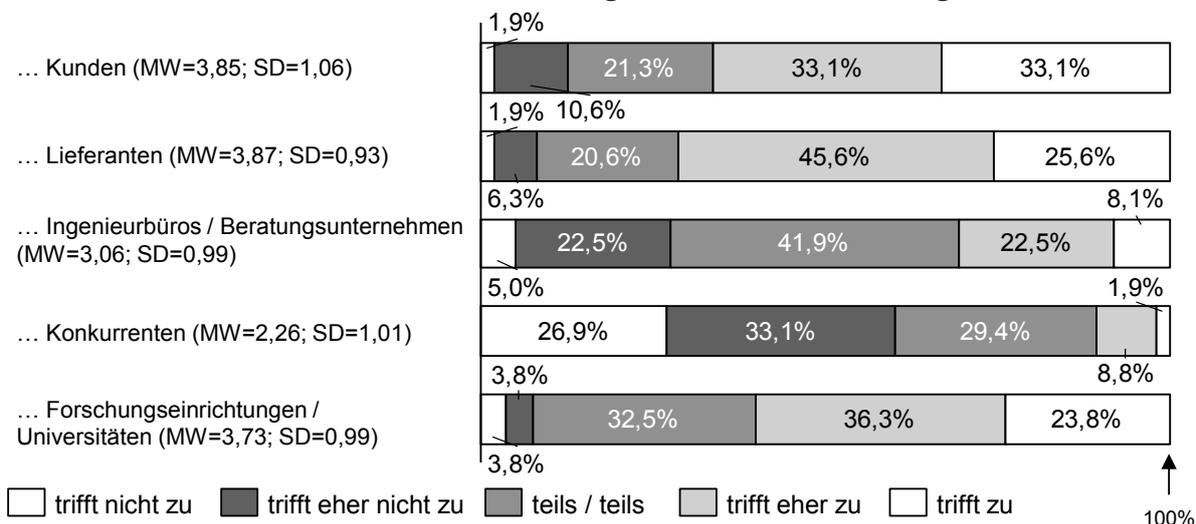


Bild 42: Kumulierte relative Antworten für die Merkmalsausprägungen des Faktors *Heterogenität der Partner*
Quelle: Eigene Darstellung

Ferner wurde innerhalb der empirischen Untersuchung der Zusammenhang von Unternehmensgröße und Alter auf die Stabilität von Forschungs- und Entwicklungsnetzwerken untersucht. Im Gegensatz zu den vorherigen Fragen wurden für die Untersuchung dieses Zusammenhangs die Fragen in negativer Form gestellt, i.e. es wurde nach der Stabilitätsgefährdung gefragt. Für das Merkmal Unternehmensgröße wurde nicht die Mitarbeiterzahl sondern der Unternehmensumsatz als Bezugsgröße gewählt. Für beide Merkmale wurde jeweils zwischen den Ausprägungsarten *umsatzstark* und *umsatzschwach* bzw. *langjährig bestehend* und *neugegründet* unterschieden. Hinsichtlich der Stabilitätsgefährdung betrachten die Teilnehmer beide Merkmale als mit keinen bzw. nur mit geringen Einfluss auf die Stabilität, siehe Bild 43. Lediglich umsatzschwache Unternehmen werden von den Befragten mit 33,8% als stabilitätsgefährdendes Merkmal aufgefasst.

Zur Untersuchung des Zusammenhangs der beiden Merkmale wurde zudem eine Korrelationsanalyse durchgeführt, siehe Tabelle 21. Zwischen den Merkmalsausprägungen *umsatzstark* und *langjährig bestehend* liegt eine moderate positive Korrelation vor. Beide Merkmalsausprägungen wurden jedoch von den Befragten als Merkmale mit sehr geringem Einfluss auf die Stabilität erachtet.

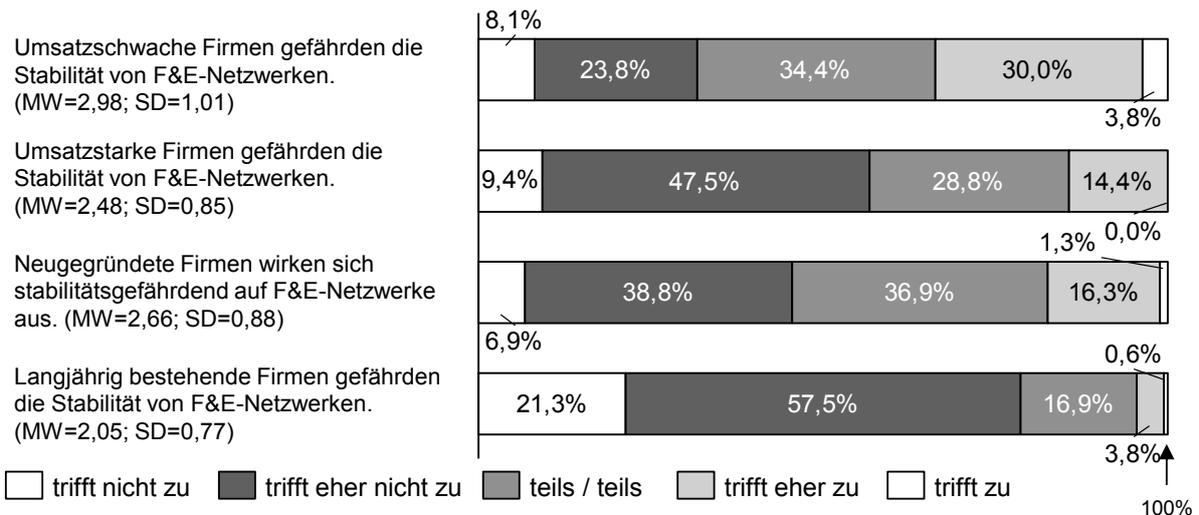


Bild 43: Bedeutung der Adoleszenz und Umsatzstärke
Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 21: Mittelwerte, Standardabweichungen und Korrelationen der Merkmale Unternehmensgröße und Alter

Merkmalsausprägung	MW	SD	1.	2.	3.	4.
1. Umsatzschwache Firmen gefährden die Stabilität von F&E-Netzwerken.	2,98	1,01	1			
2. Umsatzstarke Firmen gefährden die Stabilität von F&E-Netzwerken.	2,48	0,85	-0,205**	1		
3. Neugegründete Firmen wirken sich stabilitätsgefährdend auf F&E-Netzwerke aus.	2,66	0,88	0,147	-0,034	1	
4. Langjährig bestehende Firmen gefährden die Stabilität von F&E-Netzwerken.	2,05	0,77	-0,047	0,405**	0,081	1

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Als weitere projektspezifische Einflussgröße auf die Stabilität von F&E-Netzwerken wurde die Art der Konstitutionalisierung der Zusammenarbeit identifiziert. Diese kann von einer Vereinbarung über gegenseitige Kapitalbeteiligungen bis hin zu Unternehmensgründungen variieren. Die Teilnehmer sind der Auffassung, dass alle sechs aufgelisteten Merkmalsausprägungen sich positiv auf die Stabilität von F&E-Netzwerken auswirken, wobei jedoch Unterschiede zwischen den einzelnen Ausprägungen existieren, siehe Bild 44. So sehen 63,1% der Probanden, die Konstitutionalisierung des F&E-Netzwerks durch ein gemeinsam gegründetes, über den Zeitraum der Forschung und Entwicklung hinaus bestehendes Unternehmen als Ausprägung, die die höchste Stabilität ermöglicht, gefolgt von gegenseitigen Kapitalbeteiligungen (61,3%) und Vereinbarungen (57,5%). Die Absicherung des F&E-Netzwerkes durch Verträge mit oder

Die Stabilität von F&E-Netzwerken wird positiv beeinflusst durch Kollaborationen, die konstitutionalisiert sind durch ...

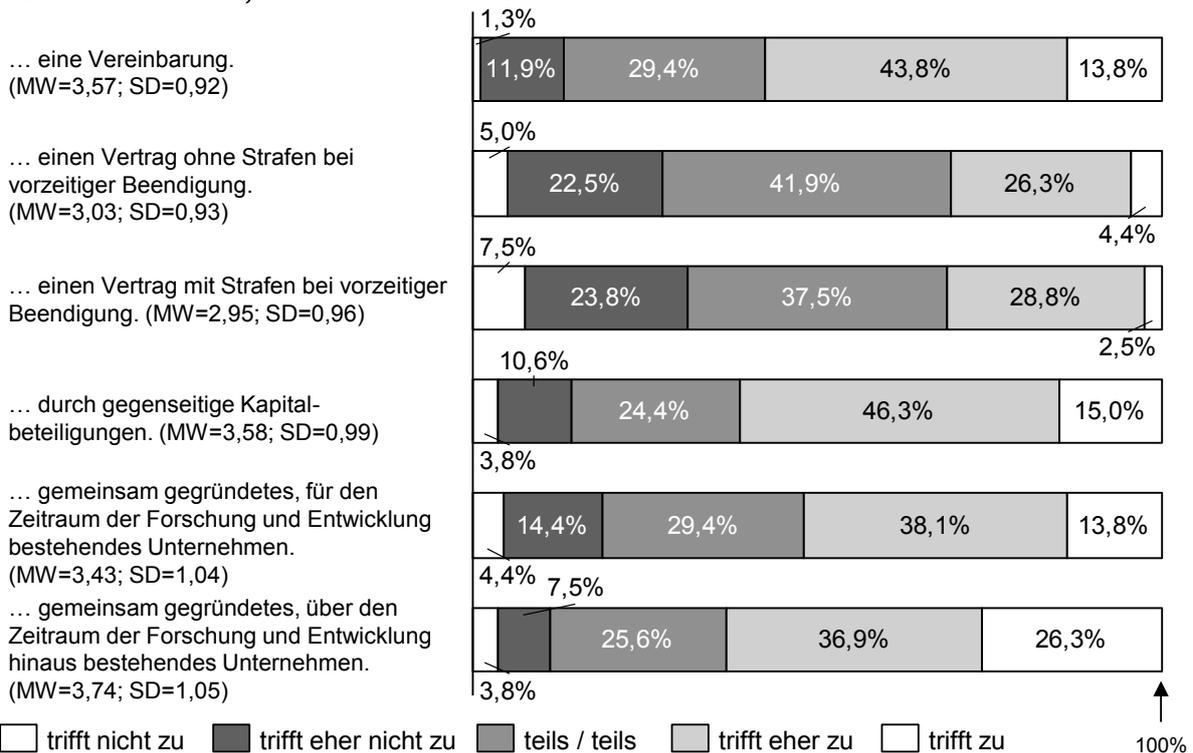


Bild 44: Kumulierte relative Antworten für die Merkmalsausprägungen des Faktors *Formalrechtliche Institutionalisierung der Kollaboration*
Quelle: Eigene Darstellung

ohne Konventionalstrafen bei vorzeitiger Beendigung wird von den Teilnehmern als weniger probates Mittel zur Stabilitätssicherung von F&E-Netzwerken angesehen. Beide Merkmalsausprägungen verfügen jedoch über einen hohen Anteil an Antworten der Kategorie *teils / teils*, so dass ein Ausschluss der Merkmalsausprägungen nicht möglich ist.

5.4.3.2 Deskriptive Beschreibung der Merkmalsausprägungen der partnerspezifischen Faktoren

Im folgenden Abschnitt werden die partnerspezifischen stabilitätsbeeinflussenden Faktoren behandelt. Hierbei handelt es sich im Speziellen um die Faktoren interne, partnerspezifische F&E-Fähigkeit, die Teilnahmemotivation und der Einfluss des partnerspezifischen Verhaltens.

In der Literatur wurde die partnerspezifische Forschungs- und Entwicklungsfähigkeit als Faktor auf die Stabilität von F&E-Netzwerken identifiziert. Dieser Faktor wurde innerhalb der Befragung durch die Unterscheidung zwischen Methoden- und Fachkom-

petenz sowie durch Erfahrungen auf dem Gebiet der F&E-Aktivität operationalisiert. Bild 45 zeigt die relative Häufigkeitsverteilung der Antworten. Es ist eindeutig zu erkennen, dass die Teilnehmer die drei unterschiedlichen Merkmalsausprägungen als wichtige Einflussgrößen für die Stabilität erachten. Der Erfahrung auf dem projektspezifischen Gebiet der F&E-Aufgabe wird hierbei einer höheren Bedeutung beigemessen als den anderen beiden Merkmalsausprägungen.

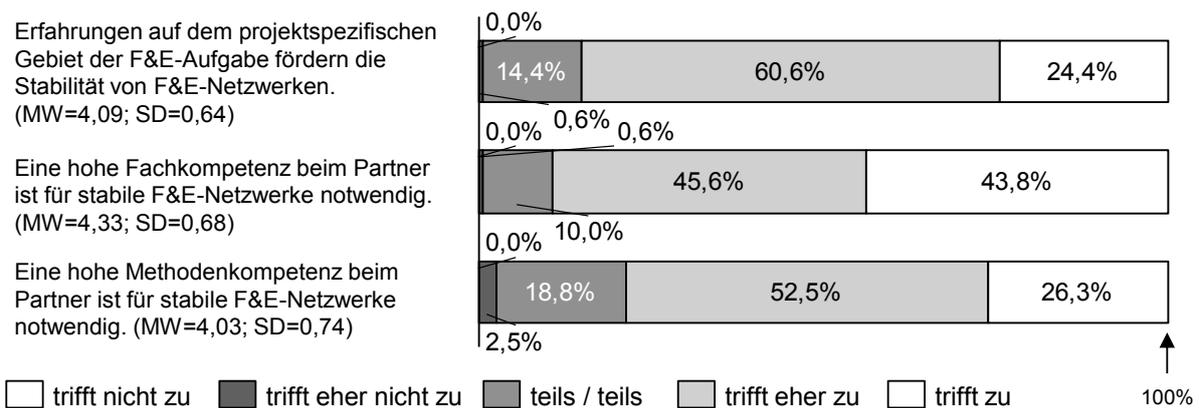


Bild 45: Kumulierte relative Antworten für die Merkmalsausprägungen des Faktors *Interne F&E-Fähigkeit*
Quelle: Eigene Darstellung

Zur weiteren Analyse wurde für die drei Merkmalsausprägungen die Korrelation zwischen den Merkmalen berechnet, siehe Tabelle 22. Zwischen den Merkmalen *Erfahrung auf dem projektspezifischen Gebiet der F&E-Aufgabe* und *hohe Fachkompetenz* sowie zwischen den Merkmalen *hohe Fachkompetenz* und *hohe Methodenkompetenz* liegen moderate Korrelationen vor. Die Ergebnisse zeigen, dass mit zunehmender Erfahrung die Fachkompetenz bei den Unternehmen steigt und eine wechselseitige Beziehung zwischen Fach- und Methodenkompetenz vorliegt. Letzteres bedeutet, dass mit einer Erhöhung der Fachkompetenz auch eine Erhöhung der Methodenkompetenz sowie vice versa einhergeht. Ferner folgt aus der Korrelationsanalyse die Erkenntnis, dass die drei Merkmale nicht unabhängig voneinander sind. Daher sind bei der Auswahl von Partnern für Aktivitäten in F&E-Netzwerken deren Erfahrungen, Fach- und Methodenkompetenz zu berücksichtigen.

Die partnerspezifische Motivation der Teilnahme an F&E-Vorhaben war ebenfalls Bestand der Umfrage. Bild 46 zeigt das Antwortverhalten der Probanden. Es ist zu erkennen, dass die Teilnehmer den meisten Merkmalsausprägungen einen positiven Einfluss auf die Stabilität von F&E-Netzwerken bescheinigen. Lediglich die Merkmale *Risikodi-*

Tabelle 22: Mittelwerte, Standardabweichungen und Korrelationen der Merkmalsausprägungen für den Faktor interne, partnerspezifische F&E-Fähigkeit

Merkmalsausprägung	MW	SD	1.	2.	3.
1. Erfahrungen auf dem projektspezifischen Gebiet der F&E-Aufgabe fördern die Stabilität von F&E-Netzwerken.	4,09	0,64	1		
2. Eine hohe Fachkompetenz beim Partner ist für stabile F&E-Netzwerke notwendig.	4,33	0,68	0,370**	1	
3. Eine hohe Methodenkompetenz beim Partner ist für stabile F&E-Netzwerke notwendig.	4,03	0,74	0,154	0,371**	1

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

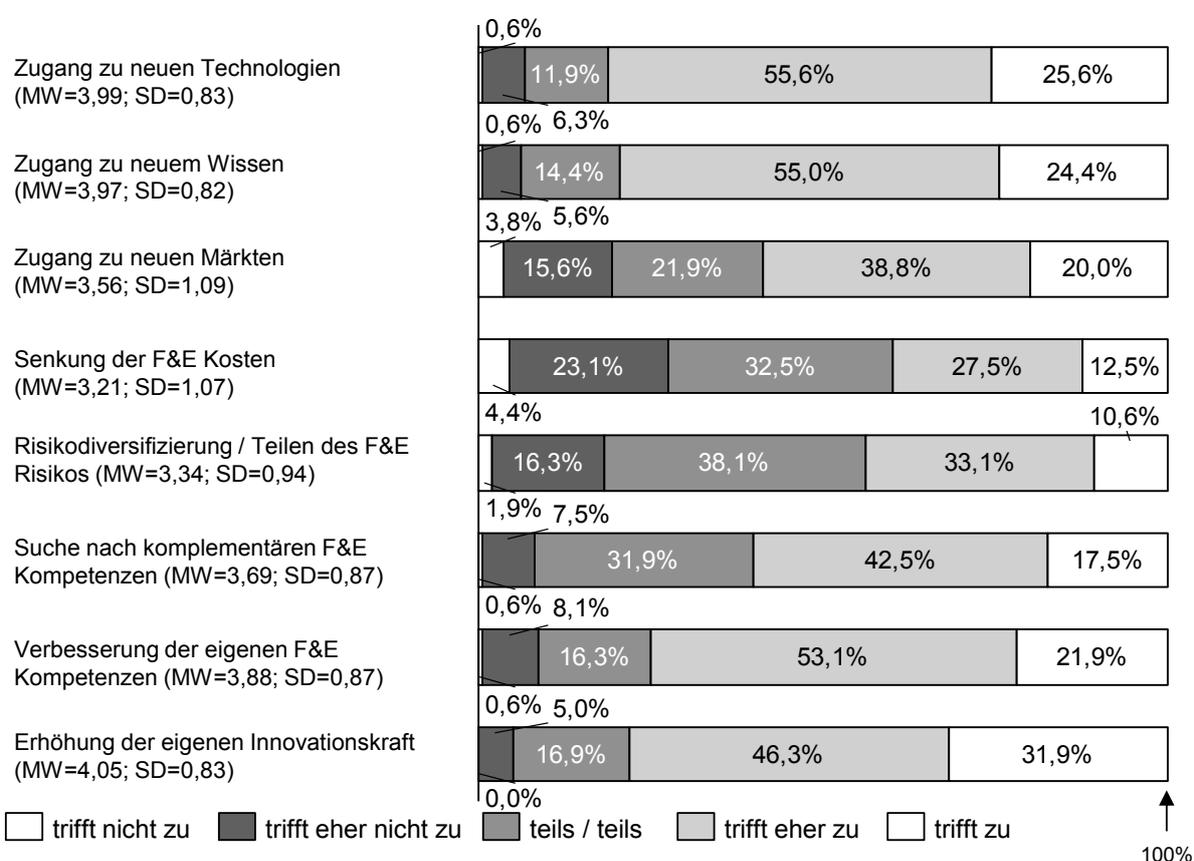


Bild 46: Kumulierte relative Antworten für die Merkmalsausprägungen des Faktors *Motivation der Zusammenarbeit*
Quelle: Eigene Darstellung

risikodiversifizierung / Teilen des F&E-Risikos und *Senkung der F&E-Kosten* werden von den Befragten als nicht zwingend stabilitätsfördernd erachtet.

Häufig ist die Teilnahme eines Partner an F&E-Vorhaben jedoch nicht durch eine einzelne Motivation zu begründen, so dass die Korrelation zwischen den einzelnen Merk-

malsausprägungen zu betrachten ist. Die Tabelle 23 zeigt die Mittelwerte, Standardabweichungen und Korrelation der Merkmalsausprägungen für den Faktor Motivation der Teilnahme. Die Merkmale *Zugang zu neuen Technologien* und *Zugang zu neuem Wissen* weisen eine hohe Korrelation (0,778) auf. Weiterhin ist eine mittlere Korrelation zwischen den Merkmalen *Verbesserung der eigenen F&E-Kompetenzen* und *Erhöhung der eigenen Innovationskraft* (0,577) zu registrieren. Die anderen Faktoren besitzen nur geringe bis schwach moderate Korrelationen. Bei den Merkmalen *Risikodiversifizierung / Teilen des F&E-Risikos* und *Senkung der F&E-Kosten* kann zudem eine moderate Korrelation festgestellt werden. Dies bedeutet, dass Unternehmen, die aus einem der beiden Gründe an einem F&E-Vorhaben teilnehmen, mit erhöhter Wahrscheinlichkeit auch den jeweils anderen Motivationsgrund verfolgt.

Das Zusammenarbeiten von Partnern in F&E-Netzwerken wird auch durch das individuelle Verhalten der Partner untereinander geprägt. Zur Identifikation der Auswirkungen des Verhaltens auf die Stabilität von F&E-Netzwerken ist innerhalb der Umfrage nach dem negativen Einfluss durch verhaltensspezifische Risikofaktoren gefragt worden. Die Ergebnisse zeigen, dass die Probanden allen aufgeführten verhaltensspezifischen Einflussgrößen eine negative Auswirkung auf die Stabilität von F&E-Vorhaben bescheinigen, siehe Bild 47. Insbesondere *fehlendes Vertrauen* (92,5%), *mangelnde Kommunikation* (92,5%), *fehlendes Commitment* (88,8%) sowie eine *negative Einstellung gegenüber der Partnerschaft* (86,9%) wurden von den Teilnehmern als Größen mit einem hohen negativen Einfluss auf die Stabilität identifiziert. Der *kultureller Misfit* wurde von den Befragten als Merkmalsausprägung mit dem geringsten Einfluss gesehen, jedoch wird diese von der Mehrheit der Probanden (51,3%) als relevant betrachtet.

Die Tabelle 24 zeigt die Mittelwerte, Standardabweichungen und Korrelationen der Merkmalsausprägungen für den Faktor partnerspezifisches Verhalten. Die Merkmalsausprägungen weisen untereinander nur geringe bis mittlere Korrelationen auf. Die Merkmale *fehlendes Vertrauen*, *mangelnde Kommunikation*, *fehlendes Commitment* sowie eine *negative Einstellung gegenüber der Partnerschaft*, die als Größen mit einem hohen negativen Einfluss identifiziert wurden, verfügen über mittlere Korrelationen. Dies bedeutet, dass z.B. bei F&E-Kooperationen, in denen ein oder mehrere Partner eine negative Einstellung gegenüber der Partnerschaft aufweisen, auch häufig fehlendes Commitment oder mangelnde Kommunikation vorzufinden ist.

Tabelle 23: Mittelwerte, Standardabweichungen und Korrelationen der Merkmalsausprägungen für den Faktor Motivation der Teilnahme

Merkmalsausprägung	MW	SD	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1. Zugang zu neuen Technologien	3,99	0,83	1							
2. Zugang zu neuem Wissen	3,97	0,82	0,778**	1						
3. Zugang zu neuen Märkten	3,56	1,09	0,303**	0,392**	1					
4. Senkung der F&E Kosten	3,21	1,07	0,044	0,129	0,186*	1				
5. Risikodiversifizierung / Teilen des F&E Risikos	3,34	0,94	0,100	0,055	0,217**	0,355**	1			
6. Suche nach komplementären F&E Kompetenzen	3,69	0,87	-0,029	-0,023	0,005	0,090	0,217**	1		
7. Verbesserung der eigenen F&E Kompetenzen	3,88	0,87	0,244**	0,287**	0,107	0,130	0,130	0,273**	1	
8. Erhöhung der eigenen Innovationskraft	4,05	0,83	0,211**	0,252**	0,073	0,109	0,075	0,231**	0,577**	1

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

Tabelle 24: Mittelwerte, Standardabweichungen und Korrelationen der Merkmalsausprägungen für den Faktor partnerspezifisches Verhalten

	MW	SD	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
1. Opportunistisches Verhalten	3,89	0,85	1								
2. Fehlendes Vertrauen	4,55	0,70	0,448**	1							
3. Fehlendes Commitment	4,32	0,76	0,362**	0,589**	1						
4. Mangelnde Kommunikation	4,54	0,72	0,250**	0,542**	0,405**	1					
5. Ausnutzung von Machtasymmetrien	4,13	0,87	0,384**	0,512**	0,420**	0,531**	1				
6. Ungewollter Know-How Abfluss	3,86	0,95	0,253**	0,369**	0,233**	0,275**	0,348**	1			
7. Strategischer Misfit	3,91	0,83	0,261**	0,396**	0,458**	0,374**	0,475**	0,482**	1		
8. Kultureller Misfit	3,56	0,92	0,206**	0,339**	0,344**	0,422**	0,404**	0,254**	0,484**	1	
9. Negative Einstellung gegenüber der Partnerschaft	4,34	0,85	0,260**	0,525**	0,533**	0,515**	0,521**	0,323**	0,363**	0,395**	1

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

* . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

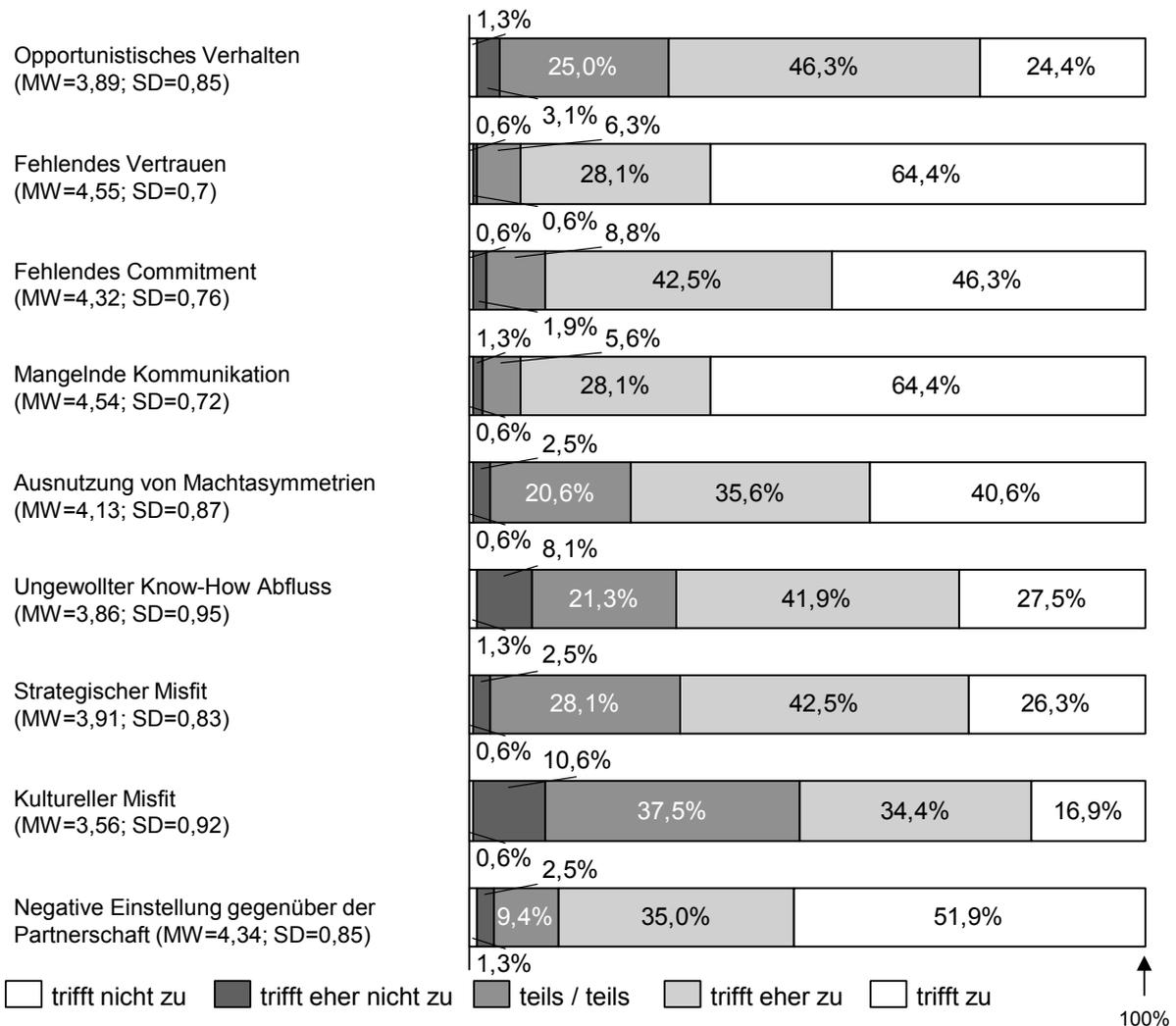


Bild 47: Kumulierte relative Antworten für die Merkmalsausprägungen des Faktors *Partnerspezifische Verhaltensrisiken*
Quelle: Eigene Darstellung

5.4.3.3 Deskriptive Beschreibung der Merkmalsausprägungen der netzwerkspezifischen Faktoren

Nachdem bereits in den vorher gegangenen Abschnitten die projekt- und partnerspezifischen stabilitätsbeeinflussenden Faktoren analysiert worden sind, folgt in diesem Abschnitt die Analyse der netzwerkspezifischen Faktoren. Das Antwortverhalten der Probanden zu den netzwerkspezifischen Merkmalsausprägungen kann dem Bild 48 entnommen werden.

Innerhalb der Analyse der netzwerkspezifischen stabilitätsbeeinflussenden Faktoren in Kapitel 4.4.1 wurde eine Auswirkung der Struktur, Größe sowie Dichte des Netzwerks, Position der Knoten und Dynamik auf die Stabilität postuliert. Die befragten Unterneh-

Die Struktur eines F&E-Netzwerks bestimmt die Stabilität des Netzwerks. (MW=3,68; SD=0,78)

F&E-Netzwerke mit einer geringen im Vergleich zu einer hohen Teilnehmerzahl weisen eine höhere Stabilität auf. (MW=3,79; SD=0,85)

Für stabile F&E-Netzwerke müssen alle Teilnehmer eng miteinander arbeiten. (MW=3,9; SD=0,89)

F&E-Netzwerke, in denen einige Teilnehmer Informationen bündeln und an andere Teilnehmer weiterleiten, sind stabiler als andere Netzwerke. (MW=3,24; SD=0,87)

Die Position von einzelnen Teilnehmern im F&E-Netzwerk wirkt sich auf dessen Stabilität aus. (MW=3,48; SD=0,87)

F&E-Vorhaben mit einer hohen Teilnehmerzahl sind innovativer als Vorhaben mit einer geringen Teilnehmerzahl. (MW=2,37; SD=0,79)

Das Hinzufügen oder das Entfernen von Teilnehmern wirkt sich negativ auf die Stabilität von F&E-Netzwerken aus. (MW=3,33; SD=0,87)

Bei F&E-Vorhaben bin ich mir über die Position meines Unternehmens und der Bedeutung der Position im F&E-Netzwerk bewusst. (MW=4,13; SD=0,78)

Durch Erfahrungen aus vorherigen F&E-Vorhaben wird die Stabilität des F&E-Netzwerkes gestärkt. (MW=4,06; SD=0,71)

Die Gruppierung von F&E-Partnern und die Kommunikation der Ergebnisse durch einen einzigen Gruppenteilnehmer wirkt sich positiv auf die Stabilität aus. (MW=3,31; SD=0,91)

Das Zusammenfinden von F&E-Partnern in Gruppen wirkt sich durch die zunehmende Gefahr der Trennung der Gruppe vom restlichen Netzwerk negativ auf die Stabilität aus. (MW=3,09; SD=0,85)

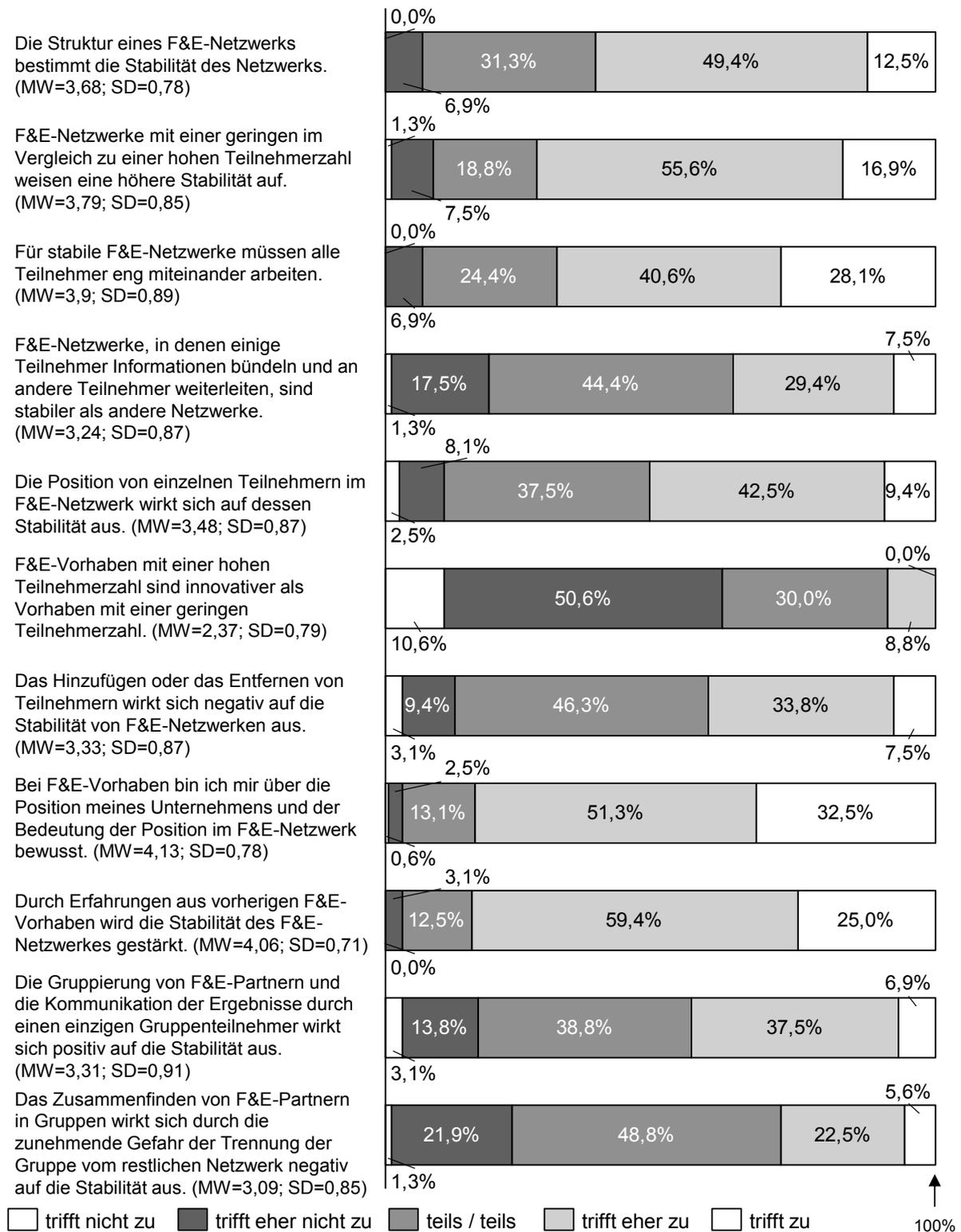


Bild 48: Kumulierte relative Antworten für die Merkmalsausprägungen der Faktoren *Struktur und Modularisierung des F&E-Netzwerks*

Quelle: Eigene Darstellung

men bestätigen mit 61,9% den Zusammenhang der Struktur auf die Stabilität der F&E-Netzwerke und sehen die Position eines F&E-Teilnehmers im Netzwerk mit 51,90% als Einflussgröße auf die Stabilität. Die Mehrzahl der befragten Unternehmen (83,5%) gab an, sich über ihre Position und Bedeutung der Position in F&E-Netzwerken bewusst zu sein. Dies steht im Widerspruch zur Studie von [Lhuillery und Pfister \(2011, S. 107\)](#), in der die Mehrzahl der Teilnehmer ihre Position sowie Bedeutung der Position im Netzwerk nicht kannten. Erklärungsansätze für die Abweichung der empirischen Ergebnisse zur Studie von [Lhuillery und Pfister \(2011\)](#) stellen die Interpretation der Frage und die Größe des Netzwerkes dar. [Lhuillery und Pfister \(2011\)](#) untersuchten, ob Unternehmen ihre Position unter Berücksichtigung der direkten und indirekten Verbindungen kannten. In der vorliegenden Untersuchung wurde jedoch nur nach der Bekanntheit der Position im F&E-Netzwerk gefragt. Es ist also fraglich, ob die Umfrageteilnehmer auch die indirekten Verbindungen berücksichtigten. In Bezug auf die Netzwerkgröße ist festzustellen, dass in den Branchen Luft- und Raumfahrtindustrie sowie Maschinen und Anlagenbau häufig ein bis drei Unternehmen innerhalb von F&E-Projekten zusammenarbeiten (siehe Tabelle 19). Hierdurch können die Netzwerkteilnehmer die Gesamtheit des Netzwerkes erfassen und hierauf Rückschlüsse auf ihre Position innerhalb des Netzwerkes ziehen. Zwar liegt der Mittelwert der Netzwerkgröße in der Studie von [Lhuillery und Pfister \(2011, S. 121\)](#) bei 4,48, jedoch weist diese eine Standardabweichung von 19,61 auf. Es scheint daher Unternehmen mit zunehmender Netzwerkgröße nicht mehr möglich zu sein, die Struktur des Netzwerkes zu erfassen und somit ihre Position innerhalb des Netzwerkes zu bestimmen.

Weiterhin bezeugen die Befragungsteilnehmer, dass F&E-Vorhaben mit einer geringen Teilnehmerzahl und einer engen Zusammenarbeit eine höhere Stabilität aufweisen als Vorhaben mit einer hohen Teilnehmerzahl und einer geringen Dichte. Die Auswirkungen der Dynamik von F&E-Netzwerken auf dessen Stabilität werden von den Probanden unterschiedlich gesehen. Zwar schätzen 41,3% der Befragten das Hinzufügen oder Entfernen von Teilnehmer aus dem F&E-Netzwerk negativ ein, jedoch sind 46,3% bei dieser Frage indifferent.

Die Modularisierung von F&E-Netzwerken und das Zusammenfinden von Teilnehmer in Gruppen werden von den Probanden als nicht stabilitätsgefährdend erachtet. So sehen die Befragten keine steigende Gefahr durch das Zusammenfinden von Teilnehmer in Gruppen und der Möglichkeit der Abtrennung der Gruppe vom restlichen F&E-Netzwerk. Es ist jedoch anzumerken, dass sich 48,8% der Befragten die Frage mit *teils/teils* beantwortet haben. Daher ist ein Ausschluss dieser Merkmalsausprägung nicht möglich. Zudem registrieren 44,4% einen positiven Einfluss der Modularisierung und der Kommunikation der Ergebnisse durch einen oder wenige Partner auf das F&E-Netzwerk.

5.4.3.4 Analyse der stabilitätsbeeinflussenden Faktoren

Neben unterschiedlicher Merkmalsausprägungen der stabilitätsbeeinflussenden Faktoren wurden die Teilnehmer innerhalb der Umfrage auch zu den Faktoren selbst befragt. In der Literaturrecherche (Kapitel 4) wurden elf stabilitätsbeeinflussende Faktoren identifiziert. Bei der Operationalisierung der Faktoren wurden die beiden Faktoren „Spektrum und Zeitpunkt der Partnerintegration“ und „Organisationsform und Intensität der Zusammenarbeit“, die jeweils über zwei Aspekte verfügen, in ihre einzelnen Aspekte aufgeteilt. Die Aufteilung erfolgte, um Aussagen über die jeweiligen einzelnen Aspekte tätigen zu können. Durch die Aufteilung sind folglich in den nächsten Abschnitten 13 stabilitätsbeeinflussende Faktoren zu finden.

Die relative Häufigkeitsverteilung der gewählten Antworten kann dem Bild 49 entnommen werden. Es ist zu erkennen, dass keiner der Faktoren von den Teilnehmern als unbedeutend erachtet wird, jedoch weisen die Mittelwerte der einzelnen Faktoren eine erhöhte Varianz auf. Zu den Faktoren mit der höchsten Zustimmung für einen positiven Einfluss auf die Stabilität von F&E-Netzwerken gehören die *Motivation der Zusammenarbeit* (95,7%), die *Intensität der Zusammenarbeit* (88,7%) sowie die *Verantwortungsübernahme durch Partner* (86,5%). Die *Heterogenität der Partner* (43,8%), die *Institutionalisierung der Kollaboration* (41,9%) und die *Modularisierung des F&E-Netzwerkes* (39,4%) werden von den Probanden als Faktoren mit geringerem Einfluss erachtet. Der Faktor *Verantwortungsübernahme durch Partner* zeigt im Vergleich zu der Vergleichsfrage in Kapitel 5.4.3.1 eine leichte Abweichung. Bei der Beantwortung der Vergleichsfrage bezüglich einer hohen Verantwortungsübernahme für das Ergebnis des F&E-Vorhabens durch einen oder wenige Partner haben 75,7% der Befragten sich für einen hohen Einfluss auf die Stabilität geäußert. Bei der allgemeinen Frage, ob innerhalb des F&E-Vorhabens die *Verantwortungsübernahme durch Partner* sich positiv auf die Stabilität auswirkt, ist die Zustimmung noch höher (82,5%). Ferner ist bei der Beurteilung des Faktors *partnerspezifische Verhaltensrisiken* durch die Probanden ein erstaunliches Ergebnis festzustellen, da 50,0% der Befragten von einem positiven Einfluss auf die Stabilität von F&E-Netzwerken ausgehen. Eine mögliche Erklärung hierfür ist, dass die Befragungsteilnehmer nicht unmittelbar die Risiken, sondern den Umgang mit jenen unter der Beschreibung verstanden haben.

Die Tabelle 25 zeigt die Mittelwerte, Standardabweichungen und Korrelationen zwischen den stabilitätsbeeinflussenden Faktoren. Die einzelnen Faktoren verfügen untereinander nur über eine sehr geringe bis geringe Korrelationen. Die höchste Korrelation herrscht zwischen den Faktoren *Struktur des F&E-Netzwerkes* und *Modularisierung des F&E-Netzwerkes*, wobei diese mit 0,457 auch nur gering ausfällt.

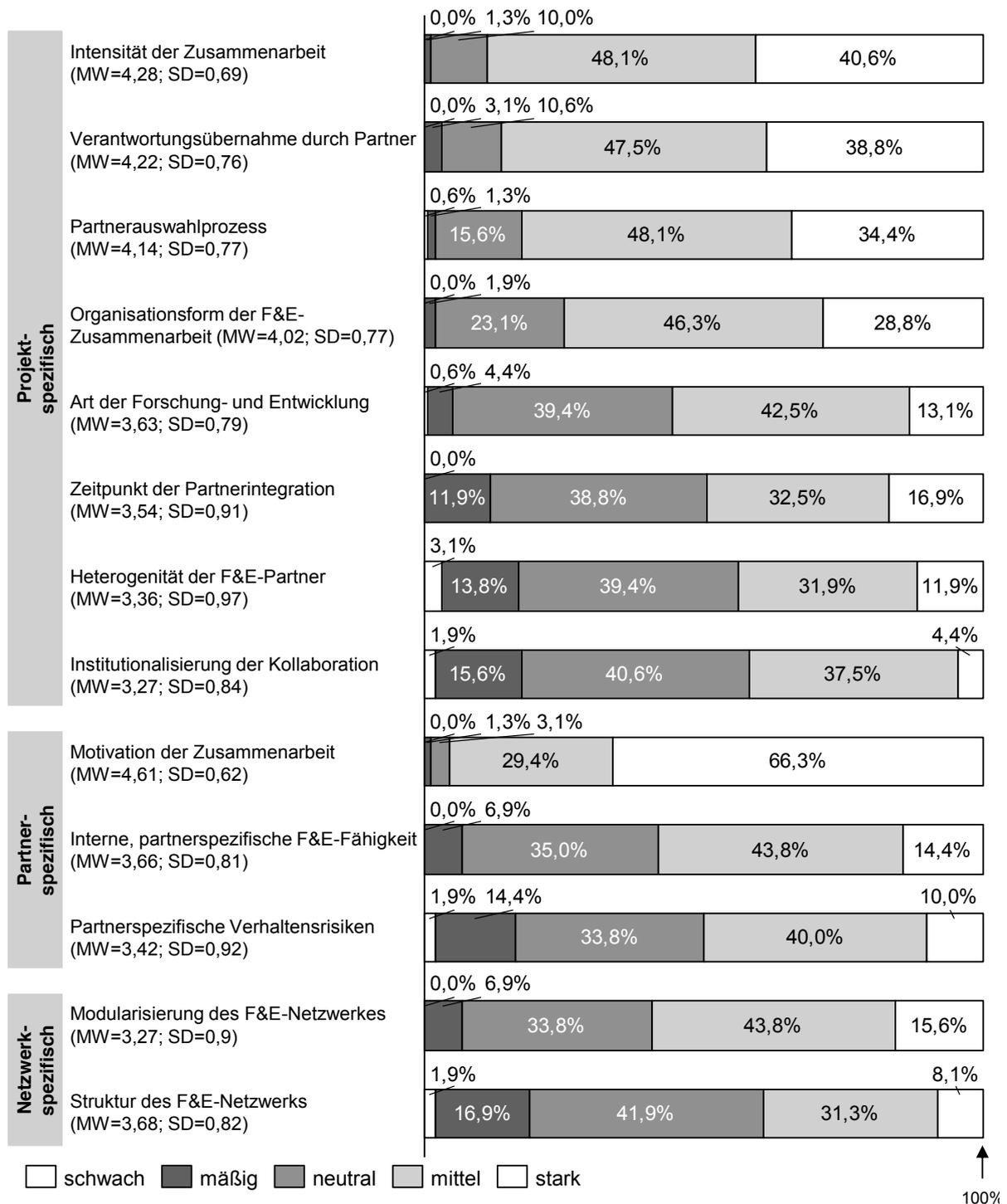


Bild 49: Kumulierte relative Antworten der stabilitätsbeeinflussenden Faktoren
Quelle: Eigene Darstellung

Um den Ausschluss von nicht durch die Literaturrecherche identifizierten stabilitätsbeeinflussenden Faktoren zu vermeiden, wurden die Befragungsteilnehmer gebeten weitere in der Auflistung nicht enthaltende Einflussgrößen zu nennen. Kapitalintensität, Empathie und Zuverlässigkeit, kulturelle Heterogenität, Klarheit der Zieldefinition,

gegenseitiger Respekt sowie Rationalität und Emotionalität wurden als weitere Ursachen für die Stabilität von F&E-Netzwerken genannt. Die genannten Faktoren wurden jedoch jeweils nur mit einfacher bis zweifacher Nennung von den Befragungsteilnehmer aufgeführt.

Für die weitere Analyse der stabilitätsbeeinflussenden Faktoren wird in den nachfolgenden Abschnitten eine explorative Faktorenanalyse (EFA) durchgeführt. Die Ergebnisse der explorativen Faktorenanalyse sollen für die Ausarbeitung der Empfehlungen zur Gestaltung von stabilen F&E-Netzwerken genutzt werden.

5.4.4 Explorative Faktorenanalyse

Aufbauend auf den bisherigen dargestellten Ergebnissen der empirischen Untersuchung, insbesondere den Ergebnissen der Analyse der stabilitätsbeeinflussenden Faktoren, soll im Weiteren untersucht werden, wie die Faktoren zu Clustern bzw. Sammelbegriffen zusammengeführt werden können. Hierfür wird zunächst die Datengrundlage betrachtet und hinsichtlich der Gütekriterien aus Kapitel 5.3.2.1 überprüft. Anschließend erfolgt die eigentliche Faktorenanalyse. Der Abschnitt schließt mit einer Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

Die in der Faktorenanalyse extrahierten Faktoren werden zum besseren Verständnis als Komponenten bezeichnet. Sofern in den nachfolgenden Abschnitten von Faktoren gesprochen wird, bezieht sich dies auf die in die Faktorenanalyse einbezogenen Variablen.

5.4.4.1 Betrachtung der Datengrundlage

Die in die explorative Faktorenanalyse einzubeziehenden Variablen haben einen hohen Einfluss auf das Ergebnis der Faktorenanalyse. In der Analyse der unterschiedlichen Merkmalsausprägungen der stabilitätsbeeinflussenden Faktoren als auch in der Analyse der Faktoren an sich wurde ein Faktor identifiziert, der von den Befragungsteilnehmer als von geringerer Bedeutung erachtet wird. Hierbei handelt es sich um den Faktor *Art der Forschung und Entwicklung*. Er wird daher im Rahmen der explorativen Faktorenanalyse nicht berücksichtigt. Ferner ist bei der Heterogenität der F&E-Partner festzustellen, dass sowohl die Unternehmensgröße als auch das Alter des Unternehmens keinen Einfluss auf die Stabilität haben. Da jedoch der Heterogenität der F&E-Partner hinsichtlich des Typs der Partner einen hohen Stellenwert auf die Stabilität von F&E-Netzwerken eingeräumt wird, kann der Faktor nicht ausgeschlossen werden.

Table 25: Mittelwerte, Standardabweichungen und Korrelationen zwischen den stabilitätsbeeinflussenden Faktoren

MW	SD	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	
1.	4,61	0,62	1												
2.	4,28	0,69	0,379**	1											
3.	4,22	0,76	0,348**	0,349**	1										
4.	4,14	0,77	0,267**	0,125	0,356**	1									
5.	4,02	0,77	0,267**	0,389**	0,240**	0,250**	1								
6.	3,68	0,82	0,261**	0,347**	0,346**	0,243**	0,397**	1							
7.	3,66	0,81	0,270**	0,196*	0,144	0,242**	0,212**	0,204**	1						
8.	3,63	0,79	-0,029	0,076	0,062	0,078	0,063	0,070	0,096	1					
9.	3,42	0,92	0,215**	0,041	0,210**	0,208**	0,033	0,295**	0,203*	0,188*	1				
10.	3,54	0,91	0,138	0,225**	0,273**	0,193*	0,200*	0,200*	0,161*	0,097	0,282**	1			
11.	3,36	0,97	0,184*	0,094	0,176*	0,024	0,100	0,271**	0,310**	0,115	0,283**	0,357**	1		
12.	3,27	0,84	-0,025	0,160*	0,143	0,095	0,214**	0,170*	0,256**	0,027	0,226**	0,291**	0,152	1	
13.	3,27	0,90	-0,069	0,271**	0,143	0,116	0,218**	0,457**	0,127	0,096	0,219**	0,120	0,192*	0,226**	1

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant. * Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

1. Motivation der Zusammenarbeit; 2. Intensität der Zusammenarbeit; 3. Verantwortungsübernahme durch Partner; 4. Partnerauswahlprozess;
5. Organisationsform der F&E-Zusammenarbeit; 6. Struktur des F&E-Netzwerks; 7. Interne, partnerspezifische F&E-Fähigkeit; 8. Art der
- Forschung- und Entwicklung; 9. Partnerspezifische Verhaltensrisiken; 10. Zeitpunkt der Partnerintegration; 11. Heterogenität der F&E-Partner;
12. Institutionalisierung der Kollaboration; 13. Modularisierung des F&E-Netzwerkes

Außerdem sind für die Prüfung der Eignung der Datengrundlage für die EFA der Stichprobenumfang als auch die Korrelationmatrix für die einzubeziehenden Variablen zu berücksichtigen. Hinsichtlich des Stichprobenumfangs ist festzustellen, dass die untere Grenze von $n = 150$ eingehalten wird. Die Korrelationen können der Tabelle 25 entnommen werden¹⁵. Die Korrelationsmatrix weist viele geringe und keine hohen Korrelationen zwischen den Faktoren auf. Die Signifikanzniveaus der Faktoren mit geringer Korrelation liegen zwischen 0,01 (2-seitig) und 0,05 (2-seitig). Somit können die Korrelationen weitgehend als von Null verschieden betrachtet werden. Dies weist auf eine Eignung der Variablen zur Durchführung der explorativen Faktorenanalyse hin, obwohl viele kleine und geringe Korrelationen vorhanden sind.

Als weiteres Kriterium zur Güteprüfung wird die Anti-Image-Kovarianz-Matrix herangezogen. Diese kann der Tabelle 26 entnommen werden. Bei der Betrachtung der Anti-Image-Kovarianz-Matrix sollen zwei Kriterien erfüllt sein. Die Diagonalelemente sollen größer als 0,5 sein und der Anteil der Nicht-diagonal-Elemente, die größer als 0,09 sind, soll weniger als 25% betragen. Beide Kriterien sind erfüllt. Das Kaiser-Meyer-Olkin-Kriterium wird zudem für die Beurteilung der Güte der Datengrundlage herangezogen. Mit einem Wert von 0,726 können die Daten insgesamt als „ziemlich gut“ bezeichnet werden¹⁶. Die Durchführung des Barlett-Test ist nicht möglich, da die Bedingung der Normalverteilung der Datengrundlage nicht erfüllt ist¹⁷.

Von den sechs anwendbaren Gütekriterien werden vier uneingeschränkt erfüllt, die Korrelationsmatrix und die Signifikanzniveaus weisen hingegen leichte Schwächen auf. Folglich kann die Datengrundlage als hinreichend qualifiziert für die Durchführung einer explorativen Faktorenanalyse charakterisiert werden.

5.4.4.2 Durchführung der explorativen Faktorenanalyse

Nach der Betrachtung der Datengrundlage und deren Güteprüfung folgt die explorative Faktorenanalyse. Für die Extraktion der Komponenten wird die Hauptfaktorenanalyse genutzt. Begründet wird dies durch das Ziel der Faktorenanalyse des Findens eines Sammelbegriffs für die stabilitätsbeeinflussenden Faktoren, da die im Rahmen der Literaturrecherche identifizierten Faktoren nicht zwingend in die gebildeten Gruppen *projektspezifische*, *partnerspezifische* und *netzwerkspezifische* Faktoren einzuordnen

¹⁵Die Tabelle 25 enthält auch die Korrelationen für den ausgeschlossenen Faktor *Art der Forschung und Entwicklung*, die für die EFA nicht berücksichtigt werden müssen. Auf eine erneute Darstellung der Korrelationsmatrix ohne den ausgeschlossenen Faktor wurde aufgrund von Redundanzvermeidung verzichtet.

¹⁶Die qualitative Beschreibung über die Beurteilung des KMO-Kriteriums kann [Backhaus et al. \(2006, S. 276\)](#) entnommen werden.

¹⁷Kolmogorow-Smirnow-Test mit $p < 2.2 \times 10^{-16}$

Tabelle 26: Anti-Image-Kovarianz-Matrix der einbezogenen Faktoren

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.	0,757	-0,095	0,096	-0,184	-0,085	0,031	-0,087	-0,065	-0,036	0,139	-0,139	-0,041
2.	-0,095	0,707	-0,125	0,013	-0,055	-0,102	-0,076	0,119	-0,158	0,026	-0,041	-0,025
3.	0,096	-0,125	0,641	-0,125	-0,099	-0,037	-0,200	0,110	-0,053	0,080	-0,049	-0,150
4.	-0,184	0,013	-0,125	0,702	-0,076	-0,038	-0,102	-0,027	-0,093	0,040	0,057	0,018
5.	-0,085	-0,055	-0,099	-0,076	0,731	-0,144	0,046	-0,118	0,023	-0,217	0,047	0,054
6.	0,031	-0,102	-0,037	-0,038	-0,144	0,793	0,121	-0,116	0,019	0,023	-0,159	-0,067
7.	-0,087	-0,076	-0,200	-0,102	0,046	0,121	0,639	-0,131	-0,056	-0,072	-0,105	0,195
8.	-0,065	0,119	0,110	-0,027	-0,118	-0,116	-0,131	0,744	-0,103	-0,074	-0,032	-0,098
9.	-0,036	-0,158	-0,053	-0,093	0,023	0,019	-0,056	-0,103	0,593	-0,084	0,007	-0,220
10.	0,139	0,026	0,080	-0,040	-0,217	0,023	-0,072	-0,074	-0,084	0,724	-0,188	-0,073
11.	-0,139	-0,041	-0,049	0,057	0,047	-0,159	-0,105	-0,032	0,007	-0,188	0,767	-0,003
12.	-0,041	-0,025	-0,150	0,018	0,054	-0,067	0,195	-0,098	-0,220	-0,073	-0,003	0,677

1. Partnerauswahlprozess, 2. Organisationsform der F&E-Zusammenarbeit, 3. Intensität der Zusammenarbeit, 4. Verantwortungsbewusstsein durch Partner, 5. Zeitpunkt der Partnerintegration, 6. Institutionalisierung der Kollaboration, 7. Motivation der Zusammenarbeit, 8. Partnerspezifische Verhaltensrisiken, 9. Struktur des F&E-Netzwerkes, 10. Heterogenität der F&E-Partner, 11. Interne, partnerspezifische F&E-Fähigkeit, 12. Modularisierung des F&E-Netzwerkes

sind. Für die Erarbeitung von Empfehlungen und Maßnahmen zur Gestaltung von stabilen Forschungs- und Entwicklungsnetzwerken in Kapitel 6 ist die Zuordnung der Faktoren zu Komponenten mit hohen Ladungen erforderlich.

Für die Bestimmung der Komponentenzahl wurde vorab eine Faktorenanalyse durchgeführt. Hierbei wurden drei Komponenten mit einem Eigenwert größer Eins extrahiert, die 50,06% der Gesamtvarianz erklären. Der Screen-Plot der Komponentenlösung ist in Bild 50 dargestellt. Der Screenplot ist uneindeutig. Der stärkste Knickpunkt liegt bei der Komponente mit der Rangordnung zwei vor, die 39,89% der Gesamtvarianz erklären würden. Gemäß der Empfehlung in Kapitel 5.3.2.3 zu einer Über- als Unterextraktion zu tendieren, werden in der nachfolgenden Faktorenanalyse drei Komponenten extrahiert.

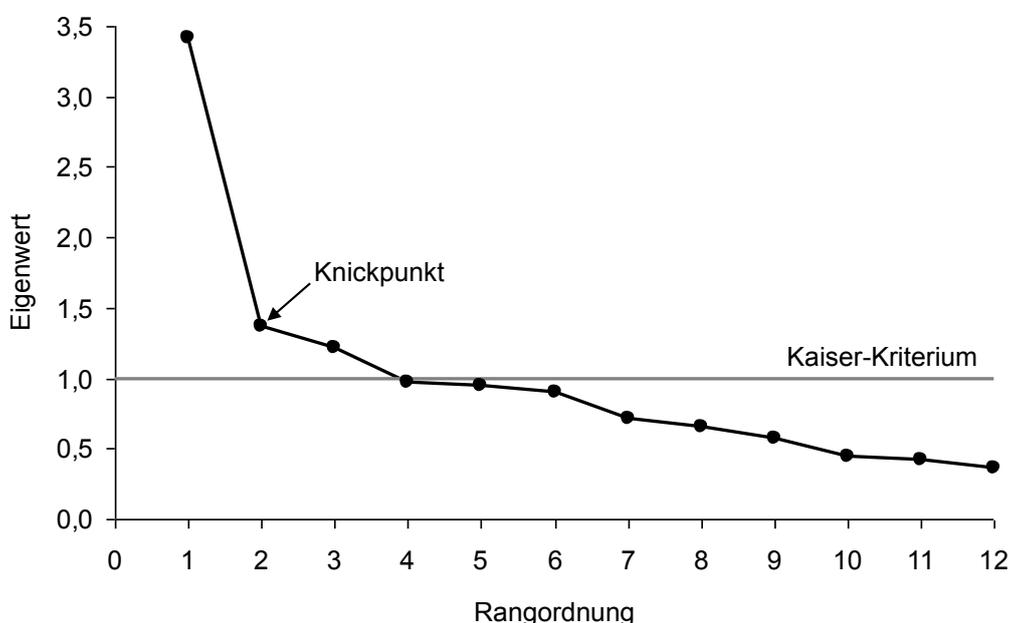


Bild 50: Screeplot der Komponentenlösung
Quelle: Eigene Darstellung

Bevor die explorative Faktorenanalyse durchgeführt werden kann, ist eine Rotationsmethode zu wählen. Da Korrelationen zwischen den Komponenten zu erwarten sind, wird die Obliminrotation angewandt. Die anfänglichen und extrahierten Kommunalitäten der Faktoren können der Tabelle 27 entnommen werden. Die Faktoren *Partnerauswahlprozess* und *interne, partnerspezifische F&E-Fähigkeit* weisen jeweils Kommunalitäten von $< 0,4$ aus. Aufgrund der Stichprobengröße ($n=160$) und dem Verhältnis von Faktoren und Stichproben 13,3: 1 können auch die Faktoren mit geringen Kommunalitäten genutzt werden.

Im Folgenden soll die Komponentenlösung dargestellt und interpretiert werden. Die Tabellen 28 und 29 enthalten die Muster- und Strukturmatrix der rotierten Komponentenlösung. Zur besseren Darstellung werden in den Tabellen 28 und 29 Komponentenladungen $< 0,4$ nicht dargestellt.

Die erste Komponente enthält die Faktoren *Motivation der Zusammenarbeit*, *Verantwortungsübernahme durch Partner* und *Partnerauswahlprozess*. Ebenfalls lädt der Faktor *Intensität der Zusammenarbeit* positiv auf die Komponente. Die Faktoren *Motivation der Zusammenarbeit*, *Verantwortungsübernahme durch Partner* und *Intensität der Zusammenarbeit* beziehen sich auf den inneren Zusammenhalt der Gruppe der F&E-Teilnehmer und beschreiben die - zum Teil subjektiven - Bedingung, unter denen sich die Teilnehmer veranlasst sehen, Mitglied des F&E-Vorhabens zu sein. Der Faktor *Partnerauswahlprozess* stellt hierfür ein Bindeglied her, in dem nur Teilnehmer ausgewählt werden, deren Ziele und Erwartungen sich mit denen der Gruppe oder des fokalen Unternehmens überdecken. Diese Komponente wird daher als **Partner-Fit** bezeichnet.

Die zweite Komponente umfasst die Faktoren *Heterogenität der F&E-Partner*, *Partnerspezifische Verhaltensrisiken*, *Zeitpunkt der Partnerintegration*, *Interne, partnerspezifische F&E-Fähigkeit* und *Institutionalisierung der Kollaboration*. Diese Faktoren beschreiben Entscheidungen, die im Rahmen der Initialisierung von F&E-Projekten zu treffen sind. Diese Entscheidungen werden - in Abhängigkeit des F&E-Vorhabens - von Unternehmen individuell, bilateral aber auch von allen beteiligten Unternehmen im Kollektiv getroffen und stellen Leitlinien für die Planung und Emergenz von F&E-Netzwerken dar. Die Komponente kann folglich als **Planungsleitlinie** charakterisiert werden.

Die Faktoren *Modularisierung des F&E-Netzwerkes*, *Struktur des F&E-Netzwerkes*, *Organisationsform der F&E-Zusammenarbeit* und *Intensität der Zusammenarbeit* bilden die dritte Komponente. Zudem lädt der Faktor *Institutionalisierung der Kollaboration* auf die Komponente. Hierbei handelt es sich um Faktoren, die die Topologie und die Verbindung zwischen den Akteuren im F&E-Netzwerk definieren bzw. beeinflussen und dessen Dynamik beschreiben. Somit kann die Komponente als **relationale Komplexität** bezeichnet werden.

Bei der Durchführung der Hauptkomponentenanalyse wurde das Oblimin-Rotationsverfahren genutzt, da Korrelationen zwischen den Komponenten zu erwarten sind. Die Komponentenkorrelationen sind in der Tabelle 30 abgebildet. Die Korrelationen zwischen den Komponenten fallen sehr gering bis gering aus. Die höchste,

Tabelle 27: Kommunalitäten

	Anfänglich	Extraktion
Partnerauswahlprozess	1,000	0,356
Organisationsform der F&E-Zusammenarbeit	1,000	0,529
Intensität der Zusammenarbeit	1,000	0,564
Verantwortungsübernahme durch Partner	1,000	0,466
Zeitpunkt der Partnerintegration	1,000	0,422
Institutionalisierung der Kollaboration	1,000	0,401
Motivation der Zusammenarbeit	1,000	0,679
Partnerspezifische Verhaltensrisiken	1,000	0,495
Struktur des F&E-Netzwerks	1,000	0,573
Heterogenität der F&E-Partner	1,000	0,504
Interne, partnerspezifische F&E-Fähigkeit	1,000	0,334
Modularisierung des F&E-Netzwerkes	1,000	0,685

Tabelle 28: Mustermatrix

	Partner-Fit	Planungs- leitlinie	Relationale Komplexität
Motivation der Zusammenarbeit	0,812		
Verantwortungsübernahme durch Partner	0,534		
Partnerauswahlprozess	0,522		
Heterogenität der F&E-Partner		0,725	
Partnerspezifische Verhaltensrisiken		0,713	
Zeitpunkt der Partnerintegration		0,610	
Interne, partnerspezifische F&E-Fähigkeit		0,472	
Institutionalisierung der Kollaboration		0,460	
Modularisierung des F&E-Netzwerkes			-0,768
Struktur des F&E-Netzwerks			-0,657
Organisationsform der F&E-Zusammenarbeit			-0,649
Intensität der Zusammenarbeit			-0,624

Tabelle 29: Strukturmatrix

	Partner-Fit	Planungs- leitlinie	Relationale Komplexität
Motivation der Zusammenarbeit	0,819		
Verantwortungsübernahme durch Partner	0,608		
Partnerauswahlprozess	0,564		
Heterogenität der F&E-Partner		0,708	
Partnerspezifische Verhaltensrisiken		0,699	
Zeitpunkt der Partnerintegration		0,639	
Institutionalisierung der Kollaboration		0,518	-0,407
Interne, partnerspezifische F&E-Fähigkeit		0,518	
Modularisierung des F&E-Netzwerkes			-0,731
Struktur des F&E-Netzwerks			-0,731
Organisationsform der F&E-Zusammenarbeit			-0,669
Intensität der Zusammenarbeit	0,469		-0,655

Tabelle 30: Komponentenkorrelationen

Komponente	1.	2.	3.
1. Partner-Fit	1		
2. Planungsleitlinie	0,155*	1	
3. Relationale Komplexität	-0,211**	-0,303**	1

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

* . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

wenn auch gleich negative, Korrelation (-0,303) besteht zwischen den Komponenten *relationale Komplexität* und *Planungsleitlinie*.

Field (2009, S. 673f) empfiehlt nach einer Faktorenanalyse die Komponenten mittels einer Reliabilitätsanalyse zu überprüfen. Die Reliabilität der Komponenten wird durch die Berechnung des Cronbachs Alpha geprüft. Die Überprüfung wird einmal für die Komponenten ohne Nebenladung und einmal für die Komponenten mit Nebenladungen durchgeführt. Die Ergebnisse der Überprüfung sind in der Tabelle 31 dargestellt. Insgesamt sind die Cronbachs Alpha Werte niedrig, wobei alle Werte über der Grenze von 0,5 liegen (Eckstein 2012, S. 302f). Hierdurch ist die Bedingung für eine ausreichende Reliabilität erfüllt.

Tabelle 31: Ergebnisse der Reliabilitätsanalyse

Komponente	Cronbachs Alpha	
	ohne Nebenladung	mit Nebenladung
Partner-Fit	0,587	0,630
Planungsleitlinie	0,629	-
Relationale Komplexität	0,676	0,661

5.4.4.3 Ergebnisse der explorativen Faktorenanalyse

Für die stabilitätsbeeinflussenden Faktoren wurde eine Hauptkomponentenanalyse durchgeführt, die sich auf zwölf Items bezog. Insgesamt wurden drei Komponenten extrahiert. Bei der Interpretation der Komponenten wurden nur Faktoren einbezogen, die eine Komponentenladung $> 0,4$ aufwiesen. Bei den drei extrahierten Komponenten handelt es sich um *Partner-Fit*, *Planungsleitlinie* und *relationale Komplexität*. Die Tabelle 32 zeigt die zu den einzelnen Komponenten gehörenden Faktoren. Zudem enthält die Tabelle die Relevanz und den Rang der Faktoren. Hierfür wurden die relativen Antworthäufigkeiten der Wahlmöglichkeiten „trifft eher zu“ und „trifft zu“ addiert und anschließend für die Rangbildung absteigend geordnet.

Die Komponente *Partner-Fit* umfasst - unter Berücksichtigung der Nebenladungen - die Faktoren mit der höchsten Relevanz. Die Faktoren der Komponente *Planungsleitlinie* wurden hingegen von den Befragten mit geringerem Einfluss auf die Stabilität von F&E-Netzwerken bewertet. Die letzte Komponente *relationale Komplexität* ist in Bezug auf die Relevanz zweideutig. Während die Befragungsteilnehmer die Faktoren *Intensität der Zusammenarbeit*, *Organisationsform der F&E-Zusammenarbeit*, *Struktur des F&E-Netzwerks* eine hohe bis mittlere Bedeutung beimessen, werden die Faktoren *Institutionalisierung der Kollaboration* und *Modularisierung des F&E-Netzwerkes* als Einflussgrößen mit geringer Relevanz erachtet.

Tabelle 32: Extrahierte Komponenten, ihre zugehörigen Faktoren sowie deren Bedeutung

Komponente	Faktor	Relevanz	Rang
Partner-Fit	Motivation der Zusammenarbeit	95,63%	1
	Verantwortungsübernahme durch Partner	86,25%	3
	Partnerauswahlprozess (Intensität der Zusammenarbeit)	82,50%	4
Planungsleitlinie	Heterogenität der F&E-Partner	43,75%	10
	Partnerspezifische Verhaltensrisiken	50,00%	8
	Zeitpunkt der Partnerintegration	49,38%	9
	Institutionalisierung der Kollaboration	41,88%	11
	Interne, partnerspezifische F&E-Fähigkeit	58,13%	7
Relationale Komplexität	Modularisierung des F&E-Netzwerkes	39,38%	12
	Struktur des F&E-Netzwerkes	59,38%	6
	Organisationsform der F&E-Zusammenarbeit	75,00%	5
	Intensität der Zusammenarbeit (Institutionalisierung der Kollaboration)	88,75%	2

5.5 Einschränkungen der empirischen Untersuchung

Die empirische Untersuchung unterliegt einigen Einschränkungen, die sich auf die Interpretation und den Erkenntnisgewinnung auswirken können. Eine wesentliche Einschränkung liegt in der Natur von Befragungen, da nur eine begrenzte Anzahl an Variablen berücksichtigt werden können. Bei der Gestaltung der Umfrage folgte eine Fokussierung auf die - der Meinung des Autors nach - wichtigsten Einflussgrößen und Merkmalsausprägungen. Diese können von anderen Betrachtern unterschiedlich bewertet werden.

Sowohl die Wahl der Erhebungsmethode als auch die Erhebung an sich stellen zwei weitere Einschränkungen dar. In Kapitel 5.2 wurde bereits auf die Risiken der Online-

Befragung hingewiesen. Durch die Identifikation der Befragungsteilnehmer über ein deutschsprachiges soziales Netzwerk für Beruf und Karriere kann die Verzerrung durch Technik und Selbstauswahl nicht ausgeschlossen werden. Ferner kann nicht überprüft werden, ob die eingeladenen Teilnehmer an der Umfrage selbst teilgenommen haben oder die Anfrage an andere Personen weiterleiteten bzw. ob die Teilnehmer die Fragen nach bestem Wissen und Gewissen oder willkürlich ausfüllten. Letzteres sollte durch die Betrachtung der Bearbeitungszeit (nur Teilnehmer mit einer Bearbeitungszeit > 10 min) ausgeschlossen werden. Dieses stellt jedoch ein schwaches Ausschlusskriterium dar.

Hinsichtlich der Erhebung sind als Einschränkungen die Fokussierung auf deutschsprachige Befragungsteilnehmer sowie die Nicht-Repräsentativität der Stichprobe zu nennen. Zudem stammen die Mehrzahl der Befragungsteilnehmer aus den Branchen Automobilindustrie sowie Maschinen- und Anlagenbau, wodurch eine Verzerrung bei der Auswertung und Interpretation der Daten durch die beiden Branchen in Bezug auf die Grundgesamtheit nicht ausgeschlossen werden kann. Eine weitere Einschränkung besteht in der Wahl der Auswertungsmethodik. Im Rahmen der Auswertung sind vorrangig Verfahren der explorativen Forschung genutzt worden. Die Anwendung von konfirmatorische Verfahren wie z.B. Regressionsanalysen oder Strukturgleichungsmodelle hat nicht stattgefunden, da der Arbeit keine Hypothesen zugrunde liegen. Ziel der empirischen Analyse war die Ermittlung der Relevanz der stabilitätsbeeinflussenden Faktoren, die für die Entwicklung von Empfehlungen zur Gestaltung von stabilen F&E-Vorhaben in Betracht gezogen werden sollen.

Die letzte Einschränkung stellt die Art der Fragen innerhalb der Befragung dar. Die Teilnehmer sind nach ihrer persönlichen Meinung bzw. Einschätzung gefragt worden, die nicht der allgemeinen Meinung des Unternehmens entsprechen muss. Dies bedeutet, dass die Aussagen der Probanden nicht hinsichtlich der Unternehmenscharakteristika interpretiert werden dürfen, sondern nur hinsichtlich der Aussage, welche Faktoren und deren Merkmalsausprägungen die Stabilität von F&E-Netzwerken grundsätzlich beeinflussen.

5.6 Schlussfolgerungen

Wenn auch die empirische Untersuchung einigen Einschränkungen unterliegt, konnte das Ziel der Ermittlung der Relevanz der unterschiedlichen stabilitätsbeeinflussenden Faktoren und deren Merkmalausprägungen erreicht werden.

Die Mehrzahl der in der Literatur identifizierten Faktoren wird von den Befragungsteilnehmer als bedeutend erachtet. Die Faktoren *Motivation und Intensität der Zusam-*

menarbeit, Verantwortungsübernahme durch Partner sowie der *Partnerauswahlprozess* wurden von den Befragungsteilnehmern als Einflussgrößen von großer Bedeutung gesehen. Des Weiteren wurde herausgearbeitet, dass die Organisationsform und die Struktur des F&E-Netzwerkes die Stabilität von F&E-Netzwerken bestimmen. Lediglich die *Art der Forschung und Entwicklung* sowie die *Heterogenität der Partner* in Bezug auf deren Unternehmensgröße und Adoleszenz wurden im Rahmen der Unternehmensbefragung als Größen mit keinem bzw. geringen Einfluss ermittelt. Diese Größen werden für die Ausarbeitung der Empfehlungen und Maßnahmen zur Gestaltung von stabilen F&E-Netzwerken nicht herangezogen.

Die Ergebnisse der explorativen Faktorenanalyse zeigen, dass die Gruppierung der Faktoren in die Kategorien *projektspezifisch*, *partnerspezifisch* und *netzwerkspezifisch* für die Entwicklung des Konzeptes zur Gestaltung von stabilen F&E-Netzwerken nicht die optimale Lösung darstellt. Die Faktoren sind der explorativen Faktorenanalyse nach in die Komponenten *Partner-Fit*, *Planungsleitlinie* und *Relationale Komplexität* einzuordnen. Sowohl in Bezug auf die erklärte Gesamtvarianz als auch hinsichtlich der Relevanz der Faktoren, nimmt die Komponente *Partner-Fit* eine herausgehobene Stellung ein. Folglich ist dieser Komponente bei der Erarbeitung der Empfehlungen und Maßnahmen zur Gewährleistung der Stabilität von F&E-Netzwerken eine besondere Rolle beizumessen.

6 Implikationen für die Gestaltung stabiler F&E-Netzwerke

6.1 Einführung

Die Ableitung und Ausarbeitung von Empfehlungen zur Gestaltung stabiler F&E-Netzwerken ist Gegenstand dieses Kapitels. Grundlage hierfür bilden die Ergebnisse der Unternehmensbefragung und der explorativen Faktorenanalyse. Des Weiteren wurden Experteninterviews durchgeführt, um die abgeleiteten Implikationen zu triangulieren und die Empfehlungen zu detaillieren.

Das sechste Kapitel gliedert sich wie folgt: In dem nachfolgenden Abschnitt 6.2 wird das methodische Vorgehen bei der Durchführung der Experteninterviews vorgestellt. Anschließend folgen die Empfehlungen für die Gestaltung von stabilen F&E-Netzwerken. Hierfür werden vor den Empfehlungen zur Erstellung einer Planungsleitlinie, zur Sicherstellung des Partner-Fits und zum Umgang mit der relationalen Komplexität die organisatorischen und prozessualen Implikationen bei der Initialisierung von F&E-Netzwerken vorgestellt.

6.2 Experteninterviews: Methodisches Vorgehen und Auswertungsmethodik

Für die Ausarbeitung der Empfehlungen zur Gestaltung stabiler F&E-Netzwerke wurden neben den Ergebnissen der Unternehmensbefragung auch Experteninterviews zur Detaillierung und Triangulation genutzt. Experteninterviews sind insbesondere dienlich, um spezifische und praxisrelevante Fragestellungen zu beantworten und bieten die Möglichkeit ein umfassendes Bild zu gewinnen (Liebold und Trinczek 2009, S. 35). Für die Durchführung der Experteninterviews wurde ein leitfadengestützter Ansatz gewählt. Der Leitfaden diente der Strukturierung der Experteninterviews. Er wurde auf Basis der Ergebnisse der Unternehmensbefragung, der explorativen Faktorenanalyse und ersten explorativen Überlegungen für die Gestaltung von stabilen F&E-Netzwerken erstellt. Der für die Experteninterviews genutzte Leitfaden ist in Anhang A vollständig abgebildet.

Als Experten für die Interviews wurden Personen mit einem breiten Erfahrungsspektrum in Forschung und Entwicklung sowie der Initialisierung und der Durchführung von Kooperationen ausgewählt. Die identifizierten Personen wurden per E-Mail mit einer kurzen Beschreibung der Zielsetzung der Untersuchung kontaktiert und Termine für die Experteninterviews wurden vereinbart. Insgesamt wurden mit fünf Experten aus verschiedenen Branchen und Unternehmensbereichen Interviews geführt. Der Untersuchungszeitraum für die Experteninterviews war der August 2013. Eine anonymisierte Auflistung der Gesprächspartner und Informationen zu seiner Funktion, die Art des Interviews und dem Gesprächstermin kann der Tabelle 33 entnommen werden.

Tabelle 33: Experten für die Detaillierung der Empfehlungen

Nr.	Funktion	Branche	Datum	Art
1	Leiter Forschung & Entwicklung	Investitionsgüter	06.08.2013	persönlich
2	Leiter Technologieentwicklung	Investitionsgüter	06.08.2013	persönlich
3	Partner (Operations Practise)	Managementberatung	05.08.2013	telefonisch
4	Professor ¹⁸	Forschung	09.08.2013	persönlich
5	Abteilungsleiter Produktentwicklung	Automobilindustrie	07.08.2013	persönlich

Vor den jeweiligen Interviews wurden mit den Befragten die Aspekte der Anonymität und der Aufzeichnung des Experteninterviews geklärt¹⁹. Die durchgeführten Experteninterviews dauerten zwischen 45 und 180 Minuten, wobei die Mehrzahl der Interviewdauer zwischen 60 und 90 Minuten betrug. Für die Auswertung der Interviews wurden die Mitschriften und Tonbandprotokolle in Form elektronischer Gesprächsnotizen dokumentiert. Auf Basis der Gesprächsnotizen wurde anschließend die Ergebnisdarstellung angefertigt.

6.3 Gestaltung von stabilen F&E-Netzwerken

Ausgehend von der explorativen Faktorenanalyse muss bei der Gestaltung stabiler F&E-Netzwerke auf einen hohen Partner-Fit geachtet werden. Hierbei ist der empirischen Untersuchung nach insbesondere auf die Kongruenz der Teilnahmemotivation sowie die Bereitschaft zur Übernahme von Verantwortung für das Ergebnis als auch für die Führung und Koordination von Aufgaben innerhalb des F&E-Vorhabens zu achten. Zudem stellt die Planungsleitlinie einen wichtigen Faktor bei der Gestaltung stabiler F&E-Netzwerke dar. Die Planungsleitlinie umfasst Entscheidungen und Entschlüsse

¹⁸Der Experte 4 berichtet einerseits über seine Zeit als Projektmanager und -leiter bei einem europäischen Flugzeughersteller und andererseits über seine Erfahrungen bei der Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben in Netzwerken.

¹⁹In zwei Fällen verbot die Unternehmensrichtlinie eine Aufzeichnung der Interviews.

des fokalen Unternehmens oder einer Gruppe von Netzwerkteilnehmern zum Beginn oder in den sehr frühen Phasen des F&E-Vorhabens über die Identifikation, Art und Zeitpunkt der Einbindung weiterer F&E-Partner in das F&E-Netzwerk. Die relationale Komplexität resultiert aus der Planungsleitlinie sowie dem Partner-Fit und bestimmt über die Struktur und Bindung zwischen den einzelnen Netzwerkpartnern. Die Organisationsform bestimmt dabei unmittelbar über die Struktur und Modularisierung des F&E-Netzwerkes, während die Intensität der Zusammenarbeit und die Institutionalisierung der Kollaboration die Bindung zwischen den Partnern bedingt. Diese Abhängigkeiten zwischen den in Kapitel 5.4.4 extrahierten Komponenten ist in dem Bild 51 schematisch dargestellt. Entscheidungen und Entschlüsse, die im Rahmen der Planungsleitlinie manifestiert oder vorbereitet werden, nehmen dabei direkten Einfluss auf den Partner-Fit und die relationale Komplexität. Beispielsweise kann das Hinzufügen eines Konkurrenten eines bereits vorhandenen Netzwerkpartners dessen Motivation und Bereitschaft zur Verantwortungsübernahme negativ beeinflussen und somit innerhalb des Netzwerkes zu Spannungen führen. Hierdurch verändert sich auch die relationale Komplexität, da die Intensität der Zusammenarbeit mit dem Konkurrenten nicht zwangsweise den gleichen Grad im Vergleich zu anderen Netzwerkpartnern einnehmen wird.

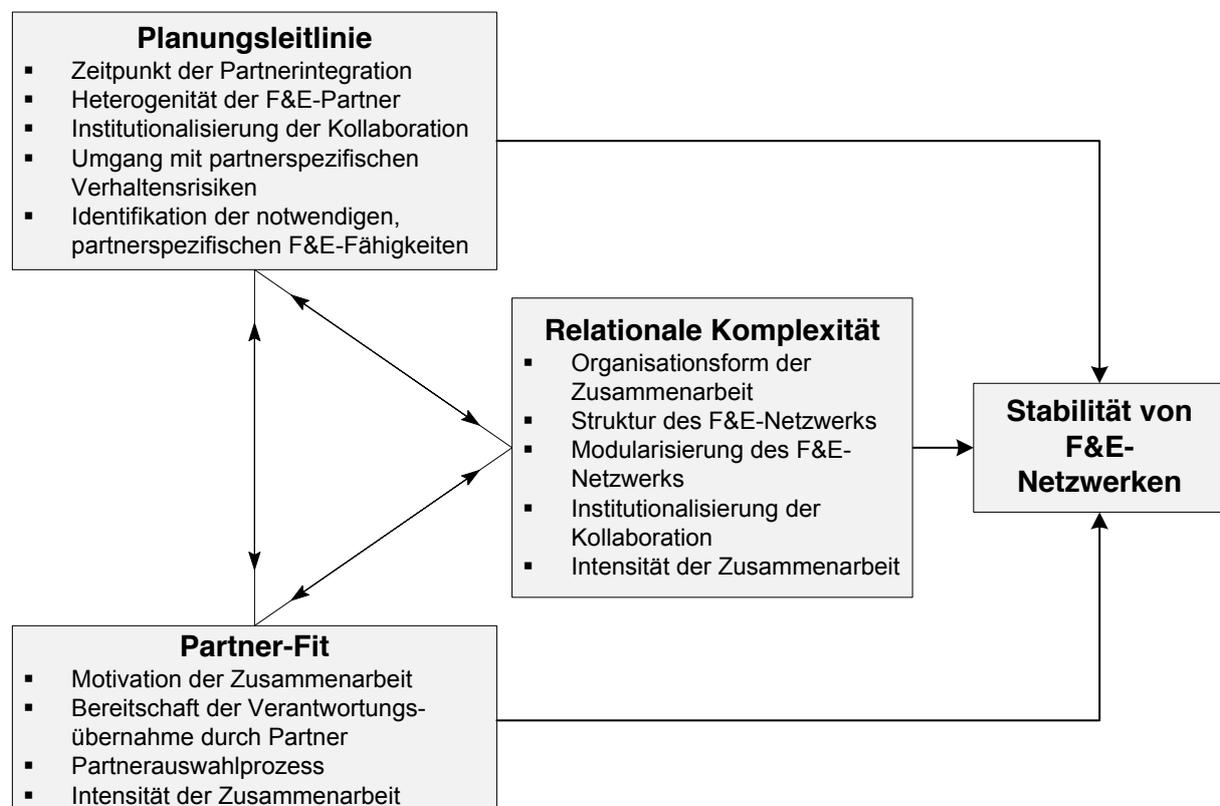


Bild 51: Interdependenzen zwischen den Komponenten Planungsleitlinie, Partner-Fit und relationale Komplexität
Quelle: Eigene Darstellung

Für die Gestaltung stabiler F&E-Netzwerke sind im Rahmen der Initialisierung des Netzwerkes Randbedingungen einzuhalten. Die Randbedingungen betreffen primär die Auswahl der ersten Netzwerkmitglieder sowie das Verfahren zur Anbahnung mit den weiteren Netzwerkpartnern. Die sich hieraus ergebenden organisatorischen und prozessualen Implikationen werden in dem nachfolgenden Abschnitt erläutert. Anschließend werden die Empfehlungen zur Erstellung der Planungsleitlinie, der Sicherstellung des Partner-Fits sowie zum Umgang mit der relationalen Komplexität ausgesprochen.

6.3.1 Organisatorische und prozessuale Implikationen bei der Initialisierung von F&E-Netzwerken

Neben der Planungsleitlinie, dem Partner-Fit und der relationalen Komplexität sind bei der Initialisierung von F&E-Netzwerken auch die organisatorischen und prozessualen Implikationen zu berücksichtigen. Für die Initialisierung des F&E-Netzwerkes bedarf es eines Organisationsmodells, das nach Hensel (2007, S. 209) aus den drei Ebenen Netzwerkmanager, Netzwerkkernteam und Netzwerkpartner besteht, siehe Bild 52. Der Netzwerkmanager steuert und koordiniert das F&E-Vorhaben. Das Netzwerkkernteam stellt die Entscheidungsebene des Netzwerkes dar und definiert die Regeln und Normen der Zusammenarbeit. Hierbei muss das Netzwerkkernteam auf die Vereinbarkeit aller Ziele und Belange der Netzwerkpartner achten. Innerhalb des Organisationsmodells stellen die Netzwerkpartner die Ebene der Leistungserbringung dar.

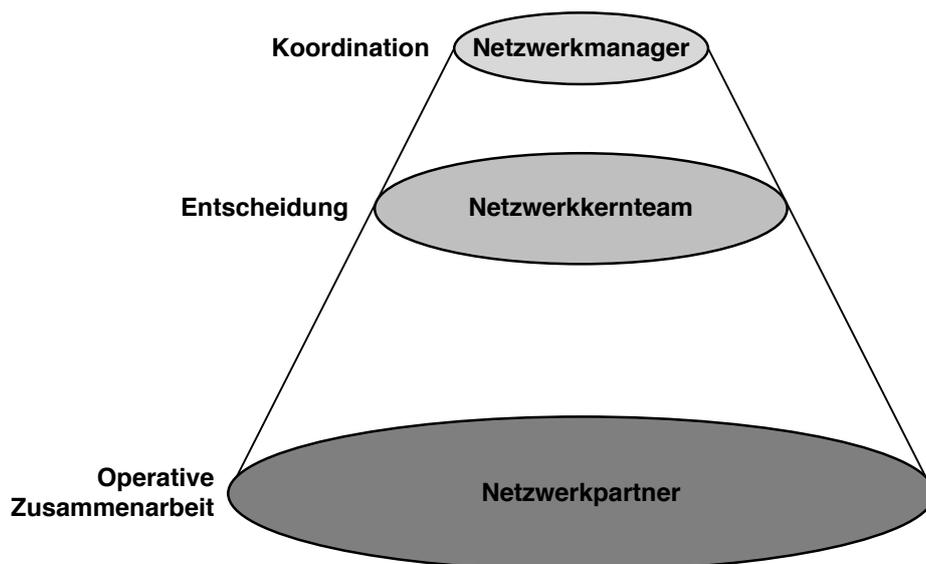


Bild 52: Organisationsmodell für vernetzte Zusammenarbeit
Quelle: in Anlehnung an Hensel (2007, S. 209)

Eng mit dem Organisationsmodell ist der Prozess der Initialisierung, Durchführung und Auflösung von F&E-Netzwerken verknüpft. Aus der Sicht des Initiators und des Netzwerkmanagers besteht dieser Prozess aus den fünf Phasen (1) unternehmensinterne Vorbereitung, (2) Anbahnung, (3) Durchführung, (4) Abschluss und (5) unternehmensinterne Nach- und gegebenenfalls Vorbereitung (Hensel 2007, S. 228). Die Aufgaben und Schwerpunktthemen der jeweiligen Phasen kann Hensel (2007, S. 229-235) entnommen werden.

Auf Basis der Experteninterviews ist die Phase *Anbahnung* in sieben Abschnitte zu unterteilen, die aus den einzelnen Abschnitten (1) Identifikation und Anbahnung mit strategisch relevanten Partnern, (2) Bildung und Organisation des Netzwerkkernteams, (3) Aufbau eines gemeinsamen Verständnisses für die Vorhabenszielsetzung im Netzwerkkernteam, (4) Dekomposition der F&E-Zielsetzung in überschaubar und handbare Teilziele, (5) Stakeholder-Analyse zur Ermittlung von erforderlichen (F&E) Kompetenzen, (6) Requirements Engineering und Erstellung von Kompetenz- und Ressourcenprofilen und (7) Anbahnung mit weiteren potentiellen Netzwerkpartnern bestehen.

Bei Entwicklungsvorhaben im Schnittstellenmodell muss die Phase *Anbahnung* von mehreren Partnern absolviert werden. Für ein F&E-Vorhaben in der Automobilindustrie bedeutet dies, dass der Prozess sowohl von den OEMs, den Systempartnern als auch von Systemintegratoren und Modullieferanten durchlaufen wird. Der OEM als F&E-Vorhabens-Initiator bereitet intern das F&E-Vorhaben vor, wählt die Systempartner aus und schließt Verträge mit den Partnern mit denen das F&E-Vorhaben durchgeführt werden soll. Diese stellen mit dem OEM das Netzwerkkernteam dar (Hensel 2007, S. 209; Steinhorst 2005, S. 75). Die Mitglieder des Netzwerkkernteams durchlaufen auch diesen Prozess, um Entwicklungsaufgaben an ihre Partner zu delegieren. Hierdurch kommt es bis zum Abschluss des F&E-Vorhabens durch eine sukzessive Erweiterung des F&E-Netzwerks.

Die Identifikation von und Anbahnung mit strategisch relevanten Partnern stellt den Übergang der unternehmensinternen Vorbereitung zur Anbahnung dar. Der Übergang zwischen den Phasen ist fließend. Häufig sind dem Vorhabensinitiator die strategisch relevanten Partner bereits bekannt und haben in der Vergangenheit bereits an vorherigen F&E-Vorhaben mitgearbeitet. Nachdem die Kooperationspartner für das Netzwerkkernteam identifiziert wurden, ist das Netzwerkkernteam zu bilden und zu organisieren. Innerhalb des Netzwerkkernteams sind für die einzelnen Unternehmen ihre Rollen und Verantwortungen zu definieren. Bei der Bildung der unternehmensspezifischen Projektteams ist auf eine hohe Interdisziplinarität der Mitglieder zu achten, so dass alle unmittelbar, unternehmensübergreifend betroffenen Funktionen und Abteilungen in das F&E-Vorhaben involviert werden. Neben den Abteilungen Forschung

und Entwicklung, Einkauf / Beschaffung und Produktion gehören hierzu auch Mitarbeiter des Vertriebs sowie der Rechtsabteilung. Innerhalb der unternehmensspezifischen Projektteams sowie im Netzwerkkernteam ist eine offene Kommunikation sicherzustellen und die Teamentwicklung zu fördern. Ferner sind vertrauensbildende Maßnahmen einzuleiten (Hensel 2007, S. 228f).

Nach der Bildung und Organisation des Netzwerkkernteams muss innerhalb des Teams ein gemeinsames Verständnis für die Zielsetzung des F&E-Vorhabens aufgebaut werden. Anschließend muss für das Management des Vorhabens eine Dekomposition der Zielsetzung in überschau- und handbare Teilzielsetzungen erfolgen und eine Stakeholder-Analyse zur Ermittlung der erforderlichen Kompetenzen und Ressourcen zur Bewältigung der vorhabensspezifischen Zielsetzung ist durchzuführen. Auf Basis der Ergebnisse der Stakeholder-Analyse sind für die Teilziele das Requirements Engineering zu absolvieren und Kompetenz- und Ressourcenprofile für die notwendigen, noch hinzuzufügenden Partner zu erstellen. Anhand der Kompetenz- und Ressourcenprofile können im späteren Verlauf die partnerspezifischen F&E-Fähigkeiten überprüft und bewertet werden. Hierdurch wird die gezielte teilvorhabensspezifische Identifikation von Partnern ermöglicht und unzureichende partnerspezifische F&E-Fähigkeiten können vermieden werden.

Im Rahmen der Anbahnung mit weiteren potentiellen Partnern ist der Partner-Fit sicherzustellen. Die Empfehlungen zur Erhöhung und Sicherstellung des Partner-Fits sind in Kapitel 6.3.3 zu finden. Nachdem ex-ante ein ausreichender Partner-Fit durch den Netzwerkmanager - besser jedoch durch das Netzwerkkernteam - bestätigt wurde, ist mit der Integration der Partner ins F&E-Netzwerk zu beginnen. Hierfür ist wieder ein gemeinsames Verständnis für das Vorhabensziel herzustellen, vertrauensbildende Maßnahmen sind einzuleiten und eine offene Kommunikation innerhalb des F&E-Netzwerkes ist sicherzustellen. Anschließend kann mit der Durchführung des F&E-Vorhabens begonnen werden.

6.3.2 Empfehlungen für die Erstellung einer Planungsleitlinie

Die *Planungsleitlinie* umfasst gemäß der explorativen Faktorenanalyse in Kapitel 5.4.4 die Faktoren *Heterogenität der F&E-Partner*, *Partnerspezifische Verhaltensrisiken*, *Zeitpunkt der Partnerintegration*, *interne, partnerspezifische F&E-Fähigkeit* und *Institutionalisierung der Kollaboration*. Sie ist von dem Netzwerkkernteam auszuarbeiten und ab der Phase *Aufbau eines gemeinsames Verständnis für die Zielsetzung im Netzwerkkernteam* kann mit der Ausgestaltung der Planungsleitlinie begonnen werden. Die Ausarbeitung der Planungsleitlinie sollte parallel zur Dekomposition der F&E-Zielsetzung, Stakeholder-Analyse und Erstellung von Kompetenz- und Ressourcenprofilen stattfinden.

den und spätestens bis zur Anbahnung mit weiteren potentiellen Netzwerkpartnern abgeschlossen sein.

In den nachfolgenden Aufzählungen werden zu den fünf Faktoren jeweils Empfehlungen aufgelistet und die zu berücksichtigenden Aspekte dargestellt, um möglichst stabile F&E-Netzwerke zu erhalten.

a) **Heterogenität der Netzwerkpartner**

✓ **Definition unterschiedlicher Auswahlkriterien und Erstellung von Integrations- und Managementprofilen je Partnertyp**

Für das Management der Heterogenität der Netzwerkpartner sind verschiedene Auswahlkriterien zu definieren und je nach Partnertyp, aber auch Unternehmenskultur, geographische Lage sowie strategischer und operativer Bedeutung innerhalb des F&E-Vorhabens Integrations- und Managementprofile zu erstellen. Bei der Definition der Auswahlkriterien ist zum Beispiel die Lieferfähigkeit für die entwickelnde Komponente oder Baugruppe zu berücksichtigen. Dies betrifft jedoch primär Partner des Typs *Lieferant*. Bei Ingenieurdienstleistern können zum Beispiel die Anzahl der verfügbaren Personen, Berechnungskapazitäten oder Software-Lizenzen mögliche Auswahlkriterien darstellen. Die Erstellung des Auswahlkriterienkatalogs ist in Abhängigkeit des F&E-Vorhabens und der zu erwartenden unterschiedlichen Partnertypen festzulegen.

Im Rahmen der Definition der Auswahlkriterien sind auch die Integrations- und Managementprofile zu erstellen. Für die Erstellung der Profile sind neben den Auswahlkriterien auch die notwendigen Ressourcen- und Kompetenzprofile und die Dekomposition der Vorhabenszielsetzung in überschaubar- und handbare Teilziele zu nutzen. Bei der Ausgestaltung der Integrations- und Managementprofile sind die unterschiedlichen Partnertypen zu berücksichtigen. So erfordert die Integration von Kunden oder Forschungseinrichtungen andere Managementfähigkeiten als zum Beispiel die Integration von Ingenieurdienstleistern oder Lieferanten.

✓ **Vermeidung der Integration von Konkurrenten von Netzwerkpartnern in das Netzwerk**

Unabhängig von der Art des Partners sollte bei der Partnerwahl die Integration von konkurrierenden Unternehmen in das F&E-Netzwerk vermieden werden. Aufgrund von unterschiedlichen Beschaffungsstrategien wie z.B. Dual Sourcing und den damit verbundenen Auswirkungen zum Zeitpunkt der Forschung und Entwicklung kann eine Integration von konkurrierenden Unternehmen jedoch nicht immer vermieden werden, wobei die Art des F&E-Projektes zu berücksichtigen ist. Bei F&E-Vorhaben in den Bereichen Grundlagenforschung und angewandte bzw. vor-

wettbewerbliche Forschung lässt die geringe Vermarktungsfähigkeit die Integration von konkurrierenden Unternehmen in F&E-Netzwerke zu, da die gemeinsam erforschten Technologien erst in konkrete Produkte oder Dienstleistungen überführt werden müssen. Hierdurch steigt die Wahrscheinlichkeit, dass die jeweiligen entstehenden Produkte über eine erhöhte Anzahl an Differenzierungsmerkmalen verfügen und somit nicht unmittelbar vom Endverbraucher als Konkurrenzprodukte wahrgenommen werden. Die Prüfung, ob innerhalb des F&E-Netzwerkes konkurrierende Unternehmen vorhanden sind, ist von den Netzwerkmitgliedern zum Zeitpunkt des Eintritts in das F&E-Netzwerk zu durchzuführen. Hierfür sollte das Netzwerkteam das Mitgliederverzeichnis inklusive Nennung der Ansprechpartner zur Verfügung stellen. Bei F&E-Kooperationen mit direkten Konkurrenten ist vor Beginn des Projektes unter Umständen eine kartellrechtliche Freigabe einzuholen.

✓ **Bereitstellung des Mitgliederverzeichnisses inkl. Kontaktinformationen**

Für die Sicherstellung der offenen Kommunikation und zur Erhöhung der Transparenz innerhalb des F&E-Netzwerks ist ein Mitgliederverzeichnis zu erstellen. Neben einem Unternehmenskurzprofil und Darstellung des Beitrages des Unternehmens im Kontext des Vorhabens sind für das Unternehmen Ansprechpartner und deren Kontaktinformationen zu nennen. In Bezug auf die Transparenz ermöglicht das Mitgliederverzeichnis Unternehmen die Überprüfung auf konkurrierende Unternehmen als auch potentielle Ansprechpartner bei der Lösung von Problemen im F&E-Vorhaben.

b) **Zeitpunkt der Integration**

✓ **Frühzeitige Einbindung aller Partner in das Netzwerk; vorzugsweise in den Phasen *Konzepterstellung* und *Entwicklung***

Bezüglich der Integrationszeitpunkte ergab die Unternehmensbefragung in Kapitel 5.4.3.1, dass die Unternehmen die Einbindung von Partnern in den Phasen *Konzepterstellung* und *Entwicklung* favorisieren. Daher sollte versucht werden, die meisten der Partner zu Beginn der jeweiligen Phasen in das F&E-Netzwerk zu integrieren. Von den Experten wurde im Rahmen der Interviews die enge und frühzeitige Zusammenarbeit mit dem endverbrauchernahen Unternehmen und den Partnern betont. Insbesondere wurde die Integration von Kunden in den Phasen *Ideengenerierung* und *Konzepterstellung* als vorteilhaft beschrieben. Bei Lieferanten ist eine Integration ab der Phase *Konzepterstellung* zu empfehlen.

✓ **Definition von festen Integrationszeitpunkten bei Entwicklungsvorhaben im Teammodell bzw. Delegation der Integrationszeitpunkte an die Netzwerkpartner bei Entwicklungsvorhaben im Schnittstellenmodell**

In Abhängigkeit der Organisationsform der Zusammenarbeit können entweder von Netzwerkkernteam feste Integrationszeitpunkte definiert werden (Entwicklungsvorhaben im Teammodell / Gemeinschaftliche Entwicklung) oder die Festlegung der Integrationszeitpunkte an die Koordinatoren der Teilvorhaben delegiert werden (Entwicklungsvorhaben im Schnittstellenmodell).

Bei Entwicklungsvorhaben im Teammodell eignen sich zum Beispiel der Beginn der in Bild 6 abgebildeten Phasen als Integrationszeitpunkte. Ferner eignen sich nach Aussage der Experten die Integration von Partnern nach Abschluss von „größeren“ Meilensteinen.

Bei Entwicklungsvorhaben im Schnittstellenmodell sind die jeweiligen Unternehmen für die Erweiterung des Netzwerkes verantwortlich. Sie bestimmen den jeweiligen Integrationszeitpunkt und übernehmen damit auch die Verantwortung für die Integration sowie das Management der neuen Mitglieder. In diesem Fall ist von dem Netzwerkkernteam auf einen hohen Partner-Fit bei den neu hinzugefügten Unternehmen zu achten.

c) **Umgang mit verhaltensspezifischen Risiken**

Für den Umgang mit den verhaltensspezifischen Risiken muss zwischen präventiven und kurativen Empfehlungen und Maßnahmen unterschieden werden. Im Rahmen der Planungsleitlinie können nur die präventiven Maßnahmen erarbeitet werden, wobei diese die kurativen Maßnahmen beeinflussen. Folglich werden im Rahmen der Implikationen für die Gestaltung stabiler F&E-Netzwerke sowohl die präventiven als auch die kurativen Maßnahmen und Empfehlungen diskutiert.

✓ **Installation eines Netzwerkcoachs, Netzwerkmoderators und/oder einer Schlichtungsstelle**

Im Rahmen der präventiven Maßnahmen ist von dem Netzwerkkernteam ein Netzwerkcoach oder -moderator auszuwählen. Der Netzwerkcoach oder -moderator kann ein internes Netzwerkmitglied als auch eine externe Person oder Organisation sein. Bei der Wahl ist insbesondere auf die Akzeptanz des Netzwerkcoachs bzw. -moderators durch die anderen Netzwerkmitglieder zu achten. Personen oder Organisationen, die im Rahmen des F&E-Vorhabens eine wichtige Rolle spielen oder im Falle einer Organisation durch ihre strukturellen Rahmenbedingungen über ein hohes Machtpotential innerhalb des Netzwerkes verfügen, sind hierfür weniger geeignet. Die Aufgaben des Netzwerkcoaches bzw. -moderators sind beim Auftreten

von Problemen zwischen Organisationen bi- oder multilaterale Gespräche zu organisieren sowie zu moderieren, die Kommunikation zu erhöhen und dadurch Vertrauen aufzubauen und Commitment herzustellen (kurative Maßnahmen). Hierfür muss der Netzwerkmoderator bzw. -coach über die Fähigkeit verfügen, die Ursachen für die Spannungen zwischen den Partnern zu identifizieren und auf Basis dieser Exploration Lösungsstrategien zur Behebung zu erarbeiten.

Bei F&E-Netzwerken mit einer sehr hohen Teilnehmerzahl ist die Einrichtung einer Schlichtungsstelle empfehlenswert. Die Schlichtungsstelle sollte sowohl aus netzwerkinternen und -externen Mitgliedern bestehen. Die Aufgabe der Schlichtungsstelle liegt in der Schlichtung und Mediation von F&E-vorhabensspezifischen Streitfällen. Von dem Netzwerkkernteam ist die Freiwilligkeit der Teilnahme an den Verfahren im Falle von Streitfällen und der Verbindlichkeit der Ergebnisse festzulegen. Sofern eine Verbindlichkeit der Teilnahme und der Ergebnisse festgelegt wird, ist dies bei der Konstitutionalisierung der Kooperationen zu berücksichtigen. Neben den Schlichtungen von Streitfällen zwischen Kooperationspartnern kann die Schlichtungsstelle auch über den Ausschluss von Mitglieder von dem Netzwerk entscheiden (kurative Maßnahme). Von dieser Option sollte jedoch nur bei schwerwiegenden Fehlverhalten eines Kooperationspartners Gebrauch gemacht werden, da es das Netzwerk maßgeblich beeinflussen kann.

✓ **Implementierung eines Feedbacksystems**

Neben der Installation eines Netzwerkcoaches- bzw. moderators und/oder einer Schlichtungsstelle ist von dem Netzwerkkernteam ein Feedbacksystem zu implementieren. Inhaltlich sollte das Feedbacksystem auf die soziale Komponente des F&E-Netzwerkes ausgerichtet sein und sich mit Fragestellungen um das gefüllte Wohlbefinden der Netzwerkmitglieder und die Identifikation von Spannungen zwischen Netzwerkunternehmen beschäftigen. Weiterhin können Themen der Offenheit, der Entscheidungsfähigkeit, der Transparenz, der Motivation sowie das Netzwerkklima angesprochen werden.

Sofern für das Einholen des Feedbacks Fragebögen genutzt werden, ist auf die Unmissverständlichkeit der Fragen und auf die Anonymität der individuell Befragten zu achten. Ferner sollten die Ergebnisse des Feedbacks zeitnah an die Mitglieder kommuniziert werden.

✓ **Erarbeitung von Leitlinien für Normen und Werte sowie Sanktionen**

Eine weitere präventive Maßnahme stellt die Erarbeitung einer Leitlinie für Normen und Werte sowie die Ausarbeitung von Sanktionen bei Fehlverhalten dar. Die Ausarbeitung der Leitlinie und Sanktionen tragen innerhalb des F&E-Netzwerkes zu einem verbesserten Verständnis und zu einem verbesserten Umgang miteinander

bei. Bei der Erarbeitung der Leitlinie sind die unterschiedlichen kulturellen Aspekte der zukünftigen Netzwerkmitglieder zu berücksichtigen. Die Ausarbeitung von Sanktionen zum Umgang mit Fehlverhalten kann innerhalb des F&E-Netzwerkes zu einem erhöhten Vertrauen und gesteigerten Commitment zwischen den Netzwerkmitgliedern führen, da den Netzwerkmitgliedern Konsequenzen für Fehlverhalten und der Abweichung der Werte und Normen aufgezeigt werden.

✓ **Einrichtung eines Open-Data-Rooms**

Zur Erhöhung des Vertrauens und Positivierung der Einstellung gegenüber der F&E-Partnerschaft kann ein Open-Data-Room eingerichtet werden. In einem Open-Data-Room werden von den Netzwerkmitgliedern z.B. Konstruktionszeichnungen, Berechnungen, Prototypen oder andere kritische projektspezifische Informationen für die anderen Mitglieder bereitgestellt (Kim et al. 2002, S. 593; Wildemann 2004, S. 7). Die innerhalb des Open-Data-Rooms bereitgestellten Informationen dürfen zwar von den anderen Netzwerkmitgliedern betrachtet, jedoch nicht mitgenommen oder kopiert werden. Hierdurch wird innerhalb des F&E-Projektes die Transparenz über den Fortschritt erhöht und trägt durch die Offenlegung der Information zur Bildung von Vertrauen bei. Der Open-Data-Room kann sowohl physisch als auch elektronisch²⁰ eingerichtet werden.

✓ **Organisation von Veranstaltungen zur Förderung der Kommunikation und des Vertrauens**

Zur Förderung der Kommunikation innerhalb des F&E-Netzwerkes sollte von dem Netzwerkkernteam regelmäßige betriebliche und außerbetriebliche Veranstaltungen organisiert werden. Hierdurch können sich die Mitarbeiter der Unternehmen des F&E-Netzwerkes besser kennen und einschätzen lernen. Die hierdurch geschaffene offene Kommunikation und Kommunikation abseits der „offiziellen“ Wege führt zu einem verbesserten Problemlösungsverhalten zwischen den Unternehmen innerhalb des F&E-Netzwerkes.

d) **Interne, partnerspezifische F&E-Fähigkeit**

✓ **Abgleich der Ressourcen- und Kompetenzprofile mit den partnerspezifischen F&E-Fähigkeiten**

Die im Rahmen der Phase *Anbahnung* identifizierten notwendigen Ressourcen und Kompetenzen können genutzt werden, um die partnerspezifischen F&E-Fähigkeiten zu analysieren und zu bewerten. Für die Bewertung der Fähigkeiten sollte von dem

²⁰Die Einrichtung eines elektronischen Open-Data-Rooms kann auch cloud-basiert erfolgen. Die Entscheidung der technischen Realisierung des Open-Data-Rooms sollte jedoch von den F&E-Netzwerkmitgliedern getragen werden, um eine hohe Akzeptanz der realisierten Lösung zu gewährleisten.

Netzwerkkernteam Interviews mit Mitarbeitern des zu bewertenden Unternehmens durchgeführt werden. Gegenstand der Interviews sollten bereits absolvierte F&E-Projekte mit einer vergleichbaren Zielsetzung sein. Ferner ist bei dem Unternehmen nach externen Referenzen zu fragen.

e) **Institutionalisierung der F&E-Kooperation**

Innerhalb der Planungsleitlinie sind für die Institutionalisierung des F&E-Netzwerkes verschiedene Optionen zu wählen:

✓ **Gründung eines Gemeinschaftsunternehmens bzw. verpflichtenden Investitionen in das F&E-Netzwerk**

Bei F&E-Netzwerken mit einer begrenzten Teilnehmerzahl und einem hohen Neuheitsgrad sollte die Option der Gründung eines Gemeinschaftsunternehmens geprüft werden. Sofern dies nicht möglich oder zweckmäßig ist, ist von dem Netzwerkkernteam für F&E-Vorhaben mit einem hohen Neuheitsgrad zu überlegen, ob verpflichtende monetäre Investitionen in das F&E-Netzwerk zu tätigen sind. Hierdurch kann die Dynamik des F&E-Netzwerkes eingeschränkt²¹ sowie die Wahrscheinlichkeit des plötzlichen Austritts von Mitgliedern aus dem F&E-Netzwerk verringert werden. Ferner erleichtert dies den Umgang mit unternehmensspezifischen geistigem Eigentum und die Weitergabe von strategischem und taktischem Wissen und Know-How an die Netzwerkmitglieder.

✓ **Vertraglich basierte Geheimhaltungsvereinbarungen zum Know-How-Schutz der Netzwerkpartner inkl. Definition von Sanktionen bei Verstößen**

Sofern die Gründung eines Gemeinschaftsunternehmens nicht möglich oder nicht zweckmäßig ist, sind bei der Gestaltung der Kooperationsvereinbarungen oder Verträge auf eine Geheimhaltungsvereinbarung zu achten, um ungewollten Abfluss von Know-How zu vermeiden bzw. zu reduzieren. Neben der Absicherung des geistigen Eigentums sowie des strategischen und taktischen Wissens sind in den Geheimhaltungsvereinbarungen auch Regeln und Sanktionen bei der Nicht-Einhaltung der Geheimhaltungsvereinbarung zu regeln. Ebenfalls ist in der Kooperationsvereinbarung die Formalisierung der Informations- und Kommunikationsprozesse zu regulieren.

²¹Die vertraglichen und monetären Verpflichtungen, die aus der Gründung eines Gemeinschaftsunternehmens resultieren, erschweren die Ein- und Austritt. In Abhängigkeit der gewählten Rechtsform, z.B. GmbH müssen die Mitglieder dem Eintritt neuer bzw. dem Austritt bestehender Partner zu stimmen.

✓ **Vertraglich basierte Regelung einer fairen Chancen- und Risikoverteilung aller Netzwerkmitglieder**

Ebenfalls ist bei der Ausgestaltung der Kooperationsvereinbarung auf eine faire Chancen- und Risikoverteilung zu achten. Unternehmen, die innerhalb des F&E-Vorhabens größere Risiken übernehmen, sollten von den Ergebnissen stärker profitieren. Bei produzierenden Unternehmen in Produktentwicklungsnetzwerken sollte eine langfristige Zusammenarbeit auch über den Zeitraum der F&E-Kooperation hinaus aufgezeigt und gegebenenfalls bereits zum Beitrittszeitpunkt Rahmenverträge für spätere Absatzmengen berücksichtigt werden. Zudem sind Regelungen zum Umgang mit den aus der F&E-Kooperation gewonnenen Schutzrechten zu definieren. Bei der Verteilung der Schutzrechte ist die Institutionalisierung des Netzwerkes zu berücksichtigen.

✓ **Definition von klaren Ausstiegsregeln**

Ferner ist bei der Gestaltung der Kooperationsvereinbarungen oder -verträge die Unsicherheit von F&E-Vorhaben zu achten und klare Ausstiegsregeln für das Verlassen des F&E-Netzwerkes zu definieren. Insbesondere ist bei der Definition der Ausstiegsregeln auf die Verwendung der bisherigen gemeinsam gewonnenen Erkenntnisse aus dem F&E-Vorhaben durch das ausscheidende Mitglied als auch die im F&E-Netzwerk verbleibende Mitglieder zu achten.

6.3.3 Empfehlungen zur Erhöhung des Partner-Fits

Nachdem in dem vorherigen Abschnitt bereits die Notwendigkeit der Prüfung des Partner-Fits bei der Anbahnung und Integration von Mitgliedern in das F&E-Netzwerk genannt wurde, folgen in diesem Abschnitt Empfehlungen und Maßnahmen zur Erhöhung des Partner-Fits. Die Komponente Partner-Fit setzt sich aus den Faktoren *Partnerauswahlprozess*, *Motivation der Teilnahme*, *Verantwortungsübernahmebereitschaft* und *Intensität der Zusammenarbeit* zusammen. Für die einzelnen Faktoren werden nachfolgend jeweils Empfehlungen und Maßnahmen genannt.

a) Partnerauswahlprozess

Der Faktor *Partnerauswahlprozess* kann durch die Planungsleitlinie stark beeinflusst werden. Zum Umgang mit der Heterogenität der Mitglieder sollten im Rahmen der Planungsleitlinie unterschiedliche Kriterien zur Auswahl der verschiedenen Partnertypen definiert werden. Diese sind bei der Erweiterung des F&E-Netzwerkes anzuwenden. Hierdurch kann die Autonomie der einzelnen Unternehmen für die Auswahl von Partnern begrenzt werden. Dies ist insbesondere der Fall, wenn die in der Planungsleitlinie definierten Kriterien nicht oder nur im begrenzten Umfang

mit den unternehmensinternen Kriterien übereinstimmen. Je nach Art der Institutionalisierung der Kooperation, wie z.B. Gründung eines Gemeinschaftsunternehmens, muss die Erweiterung des Netzwerks durch das Netzwerkkernteam oder alle Netzwerkmitglieder bewilligt werden. Der Partnerauswahlprozess sollte Transparenz stattfinden und systematisch sein; auf intuitives Verhalten ist zu verzichten.

✓ **Berücksichtigung strategischer, kultureller, fundamentaler und sprachlicher Aspekte bei der Partnerwahl sowie Berücksichtigung vorheriger Erfahrungen bei der Zusammenarbeit in und / oder Führung von Netzwerken**

Bei der Auswahl der Partner sollte neben den fundamentalen und operativen Aspekten auf eine Übereinstimmung der strategischen Ziele sowie kulturelle und sprachliche Verträglichkeit geachtet werden. Bei der Prüfung der strategischen Ziele ist der Partnertyp zu berücksichtigen. Unternehmen, die im Anschluss an das F&E-Vorhaben auch an dem Wertschöpfungsnetzwerk beteiligt sind, sollten über eine hohe Übereinstimmung der strategischen Ziele verfügen. Bei Ingenieurdienstleistern, Forschungseinrichtungen und Kunden bedarf es in erster Linie eine hohe Übereinstimmung hinsichtlich der strategischen Zielsetzung und Ausrichtung des F&E-Netzwerks.

Bei der Berücksichtigung der fundamentalen und operativen Aspekte der Partner ist insbesondere die Prozess- und Systemvernetzbarkeit sicherzustellen. Hierbei sollte neben der Vereinbarkeit von Geschäftsprozessen auch die IT-Systemlandschaft berücksichtigt werden. Insbesondere die Kompatibilität von CAD-Systemen wurde von den Experten als notwendiger Punkt bei der Überprüfung genannt. Weiterhin sollte sowohl die Erfahrung der Unternehmen als auch der Projektverantwortlichen bei der Führung oder Mitarbeit in F&E-Netzwerken betrachtet werden. Hierbei ist auf die soziale und interkulturelle Kompetenz der Projektverantwortlichen und -mitarbeiter zu achten. Ferner wurde die Berücksichtigung der zwischenmenschlichen Beziehung zwischen den Projektverantwortlichen von den Experten als wichtiger Einflussfaktor genannt.

✓ **Durchführung von unternehmensübergreifenden Due Diligence Workshops mit potentiellen Partnern**

Die Übereinstimmung in Bezug auf strategische, kulturelle und sprachliche Verträglichkeit sowie Prozess- und Systemvernetzbarkeit kann in unternehmensübergreifenden Due Diligence Workshops²² geprüft werden. Die Due Diligence Workshops ermöglichen ferner eine Bewertung der Faktoren *Motivation der Teilnahme*, *Verantwortungsübernahmebereitschaft* und *Intensität der Zusammenarbeit*. An

²²Bei der Durchführung der Due Diligence Workshops handelt es sich primär um die operationale Due Diligence bei der die Übereinstimmung der operativen Faktoren geprüft wird. Kulturelle und strategische Aspekte werden häufig bei der Prüfung nicht ausreichend beachtet.

diesen Workshops sind alle Stakeholder zu beteiligen bzw. deren Interessen sind zu berücksichtigen. Um die Effizienz nicht zu gefährden, sollte daher von dem erweiternden Unternehmen oder dem Netzwerkkernteam vor der Durchführung der Due Diligence Workshops eine Selektion und Einschränkung der zu prüfenden Partner stattfinden. Hierbei ist sicherzustellen, dass die Auswahl der Partner sowie die Entscheidung über Nicht-Selektion systematisch und für alle am Prozess beteiligten Unternehmen bzw. Netzwerkmitglieder transparent erfolgt.

b) Motivation der Teilnahme

Die Motivation der Teilnehmer stellt nach den Ergebnissen der Unternehmensbefragung den Faktor mit dem höchsten Einfluss auf die Stabilität von F&E-Netzwerken dar. Eine hohe Motivation bei den Netzwerkmitgliedern führt zu erhöhtem Engagement und Commitment. Bei der Kooperationspartnerwahl kann ein Motivationsprofil für die beteiligten Unternehmen erstellt werden und somit die einzelnen Motive und Erwartungen an die Kooperation identifiziert werden.

✓ Erstellung von Motivationsprofilen je Netzwerkpartner und Identifikation signifikanter Abweichungen

Für die Erstellung der Motivationsprofile können beispielsweise die in dem Bild 46 aufgelisteten Motive genutzt werden. Durch eine Bewertung dieser Motive mittels einer Intervall- oder Ratingskala durch die jeweiligen Unternehmen entsteht das Motivationsprofil. Anschließend kann das Motivationsprofil hinsichtlich Übereinstimmungen und Abweichungen ausgewertet werden. In Abhängigkeit der Abweichungen oder Übereinstimmungen kann der Partner-Fit hinsichtlich der Motivation bewertet werden. Hierbei stellt weder eine Abweichung noch eine Übereinstimmung grundsätzlich einen negativen respektive positiven Einfluss auf stabile F&E-Netzwerke dar. So kann zum Beispiel eine hohe Übereinstimmung von zwei oder mehreren Partnern bei den Motivationen *Zugang zu neuen Technologien* oder *Zugang zu neuem Wissen* zu Learning-Races innerhalb des F&E-Netzwerkes führen. Die Bewertung der Motivationsprofile ist daher im Kontext des F&E-Vorhabens durchzuführen. Es empfiehlt sich ferner den Partnertyp bei der Bewertung heranzuziehen. Insbesondere bei konkurrierenden Unternehmen ist die Motivationsteilnahme differenziert und detailliert zu prüfen.

✓ Gewährleistung der Verfolgung eigener Zielsetzungen innerhalb des F&E-Netzwerks und Entwicklung von Anreizsystemen für langfristige Investitionen und hohe Loyalität der Netzwerkmitglieder

Nach der Erstellung der Motivationsprofile sind von dem Netzwerkkernteam oder von dem mit der Auswahl beauftragten Unternehmen Strategien zur Steigerung und dem Aufrechterhalten der Motivation zu entwickeln. Hierbei ist die Balance der

extrinsischen und intrinsischen Motivation des zu integrierenden Unternehmens sicherzustellen. Bei der Entwicklung der Motivationsstrategien muss auf die Heterogenität der unterschiedlichen Partner eingegangen und deren strategische Ausrichtung, strukturelle Randbedingungen und Zielsetzung innerhalb des F&E-Vorhabens berücksichtigt werden. Neben monetären Anreizen sind für das zu integrierende Unternehmen Möglichkeiten zur Realisierung eigener Zielsetzungen zu bieten und gegebenenfalls Verantwortung zu übertragen. Auf diese Weise wird ein Anreiz für langfristige Investitionen zum Beispiel in Form von Ressourcenbereitstellung oder Billigung der Nutzung unternehmensspezifischer Eigentumsrechte geschaffen und führt auch zu einer hohen Loyalität der Mitglieder untereinander sowie zum Netzwerk.

c) **Verantwortungsübernahme durch Partner**

✓ **Übernahme der Verantwortung für das entstehende Produkt und den Vorhabensfortschritt**

Innerhalb des F&E-Vorhabens können dem zu integrierenden Partner verschiedene Verantwortungen übertragen werden. So kann ein Unternehmen die Verantwortung für das Einhalten der Zielsetzung, Kosten und Qualität des F&E-Vorhabens ebenso wie die Verantwortung für die anschließende Vermarktung des Produktes oder der Technologie übernehmen.

Bei der Übertragung der Verantwortung an Partner muss die Freiwilligkeit dieser Verantwortungsübernahme eingehalten werden; auf den Zwang zur Übernahme von Verantwortung ist zu verzichten. Für die Verantwortungsübernahme sollte durch den Netzwerkmanager oder das Netzwerkkernteam Anreize geschaffen werden. Die Art der Gestaltung des Anreizsystems ist abhängig von der Art der Forschung und Entwicklung. Bei Grundlagenforschungs- oder Technologieentwicklungsvorhaben können zum Beispiel die Unternehmen, die Verantwortung für das Netzwerk übernehmen, in Form höher gewichteter Rechte an den Ergebnissen des Vorhabens beteiligt werden.

✓ **Verantwortungsübernahme für das Sub-Netzwerk zentraler Netzwerkmitglieder**

Sofern Netzwerkmitglieder innerhalb des Netzwerkes eine zentrale Position einnehmen und über eine Vermittlerrolle im Netzwerke verfügen, so ist von diesen Netzwerkmitgliedern die Verantwortung für das Sub-Netzwerk mit zu übernehmen. Diese Netzwerkmitglieder müssen sich dazu verpflichten Informationen unverzerrt an das Sub-Netzwerk weiterzuleiten. Bei F&E-Entwicklungsvorhaben in der Automobilindustrie oder andersartigen pyramidenförmigen F&E-Netzwerken übernehmen die Systempartner durch ihre Nähe zum endverbrauchernahen Unternehmen als

auch durch ihre eigenen strukturellen Rahmenbedingungen eine erhöhte Verantwortung für die Sicherstellung einer fairen Chancen- und Risikoverteilung für die Sub-Netzwerkmitglieder.

d) **Intensität der Zusammenarbeit**

✓ **Regelmäßige Kommunikation zur Mitteilung von Veränderungen innerhalb des Netzwerkes oder von neuen Erkenntnissen innerhalb des F&E-Vorhabens**

Die Intensität der Zusammenarbeit wird einerseits über die Anzahl der Interaktionen mit dem Partner und andererseits über die Einbindung des Partners in das F&E-Netzwerk beeinflusst. Letzteres ist jedoch von der Art des F&E-Vorhabens abhängig und muss mit dem Netzwerkkernteam besprochen werden.

Für die Erhöhung der Interaktion kann eine regelmäßige Kommunikation sowie ein kontinuierlicher Erfahrungs- und Know-How-Austausch beitragen. Die Mitteilung von Veränderungen im F&E-Netzwerk oder von wichtigen neuen Erkenntnissen oder Projektfortschritten stellen hierbei die Basis dar. Auch die Durchführung unternehmensübergreifender, auch außerbetrieblicher Veranstaltungen kann zur Festigung der Sozial- und Arbeitsbeziehung genutzt werden, um die Intensität der Zusammenarbeit zu erhöhen. Ebenfalls bietet die Möglichkeit der Bereitstellung und das Teilen von Ressourcen die Intensität der Zusammenarbeit positiv zu beeinflussen.

✓ **Einbindung von Netzwerkpartnern bei der Entscheidungsfindung zu netzwerkrelevanten Themen und Fragestellungen**

Das Netzwerkkernteam sollte bei netzwerkrelevanten Themen und Fragestellungen die Einbindung aller Netzwerkmitglieder verfolgen. Hierdurch wird das „Wir-Gefühl“ gefördert und trägt dadurch zur Kohäsion des Netzwerkes bei. Die Ausgestaltung der Art der Einbindung und der Teilnahme der Netzwerkmitglieder am Entscheidungsfindungsprozess bleibt dem Netzwerkkernteam überlassen. Mögliche Formen hierfür variieren von der Vorbereitung von Fragestellungen und Entscheidungen in Gremien mit einem abschließenden finalen Beschluss durch alle Netzwerkmitglieder bis hin zu einer offenen Diskussion mit abschließendem Beschluss durch das Netzwerkkernteam oder einem erweiterten Netzwerkkernteam.

✓ **Pflegen und Fördern einer Netzwerkkultur**

Durch das Aufbauen und Fördern einer Netzwerkkultur - analog zu einer Unternehmenskultur - kann das Gemeinschaftsgefühl innerhalb des F&E-Netzwerks gestärkt werden. Die Netzwerkkultur wird stark beeinflusst durch den Führungsstil und -form der Netzwerkmitglieder, die entwickelten und identifizierten Werte und Normen sowie durch das Informations- und Kommunikationsverhalten innerhalb des

Netzwerkes. Das Pflegen und Fördern einer Netzwerkkultur trägt wiederum zu einer Erhöhung der Intensität der Zusammenarbeit bei. Es ist daher wichtig, dass die Netzwerkkultur von dem Netzwerkkernteam gelebt und kommuniziert wird.

6.3.4 Empfehlungen zum Umgang mit der relationalen Komplexität

Nachdem die Planungsleitlinie Empfehlungen zur Initialisierung des F&E-Netzwerkes durch das Netzwerkkernteam aufzeigt und für die Wahl der Partner der Fit zu beachten ist, folgen in diesem Abschnitt die Implikationen zum Umgang mit der relationalen Komplexität innerhalb des F&E-Netzwerkes. Anhand der Unternehmensbefragung, siehe Bild 49, kann hierfür - in Bezug auf die Stabilität - ein optimales Szenario dargestellt werden:

Ein stabiles F&E-Netzwerk sollte aus einer geringen²³ Anzahl an Teilnehmern bestehen, in dem die Mitglieder stark vernetzt sind und in Form eines gemeinschaftlichen F&E-Vorhabens gestaltet ist. Innerhalb des F&E-Netzwerkes sollte das Wissen und die neuen Erkenntnisse durch alle Partner gemeinschaftlich generiert werden und verfügbar sein; auf eine Modularisierung des F&E-Netzwerkes ist zu verzichten.

Dieses Szenario kann jedoch nur bei einer begrenzten Anzahl an interorganisationaler Kooperationen umgesetzt werden. Entwicklungsprojekte in der Automobilindustrie werden vorrangig in Form von Entwicklungsvorhaben im Schnittstellenmodell realisiert. Dieses bietet aus Sicht des OEMs die Möglichkeit den Koordinations- und Kommunikationsaufwand innerhalb des Vorhabens zu reduzieren.

a) Organisationsform

Die relationale Komplexität kann in erster Linie von den Unternehmen durch die Wahl der Organisationsform beeinflusst werden. Die Organisationsform beeinflusst einerseits die Informations- und Kommunikationsstruktur innerhalb des Netzwerkes andererseits aber auch die Art und Anzahl der Beziehungen zwischen den einzelnen Netzwerkmitgliedern. F&E-Vorhaben, die im Schnittstellenmodell organisiert sind, verfügen über eine geringe Netzwerkdichte als gemeinschaftlich organisierte F&E-Vorhaben. Sie zeichnen sich gleichzeitig durch einen geringeren Koordinations- und Kommunikationsaufwand aus.

Für die Wahl der Organisationsform werden im Rahmen der Dekomposition des F&E-Vorhabens in handbare, überschaubare Teilziele die Rahmenbedingungen ge-

²³Nach Meinung des Autors sollten F&E-Netzwerke aus weniger als 50 Teilnehmern bestehen. Die Entwicklung der Boeing 787 „Dreamliner“ zeigte zum Beispiel, dass die Koordination der 80 global verteilten Lieferanten eines der Hauptprobleme für Boeing darstellte (Holzmann und Shenhar 2010).

schaffen. Sofern eine Dekomposition des Vorhabensziels nicht in einzelne Teilprojekte oder Module möglich ist, sollte die gemeinschaftliche Entwicklung als Organisationsform gewählt werden. Sofern die Möglichkeit besteht das F&E-Vorhaben im Form eine Schnittstellenmodells zu organisieren, ist von dem Netzwerkkernteam zu entscheiden, ob im Rahmen des Vorhabens die Stabilität oder die Kommunikations- und Koordinationseffizienz im Vordergrund steht. Wenn die Stabilität als Kriterium gewählt wird, sollte das Netzwerkkernteam mit der detaillierten Aufnahme des Ist-Zustandes des F&E-Netzwerks beginnen und alle Veränderungen in der Zusammensetzung dokumentieren. Durch die Visualisierung und Analyse des F&E-Netzwerks kann das Netzwerkkernteam Mitglieder identifizieren, die über Vermittlerpositionen verfügen und damit ein Teil des Netzwerkes manipulieren können. Diese Netzwerkmitglieder sind noch einmal hinsichtlich ihres Partner-Fits zu überprüfen und eine Risikoanalyse in Bezug auf das individuelle Verhalten durchzuführen. Gesetzt den Fall, dass eines dieser Mitglieder in Bezug auf den Partner-Fit oder sein individuelles Verhalten die von dem Netzwerkkernteam festgelegten Kriterien nur hinreichend erfüllt, ist zu überlegen, einen Mitarbeiter aus einem dem netzwerk-kernteamangehörigen Unternehmen bei dem zu überwachenden Unternehmen in dessen F&E-Aufgaben lokal zu involvieren.

b) Struktur und Modularisierung des F&E-Netzwerkes

Unabhängig von der Organisationsform ist die Möglichkeit des Netzwerkkernteams die Struktur des F&E-Netzwerk zu beeinflussen gering. Die Erweiterung des F&E-Netzwerks sollte dabei nur zweckmäßig stattfinden; und wenn möglich, die Mitgliederzahl des F&E-Netzwerkes gering halten. F&E-Netzwerke mit einer geringeren Mitgliederzahl sind leichter zu führen und der Aufwand für das Aufrechterhalten der Beziehung zwischen den dem netzwerkangehörigen Unternehmen ist geringer als bei Netzwerken mit einer hohen Teilnehmerzahl.

7 Schlussbetrachtung

7.1 Zusammenfassung zentraler Ergebnisse

Anhaltender Rationalisierungsdruck durch kürzere Technologie- und Produktlebenszyklen, die Zunahme der Variantenvielfalt wie auch die stetige Spezialisierung von Forschungs- und Entwicklungspartnern haben in den vergangenen Jahren zu Veränderungen in Forschung und Entwicklung geführt. Die zunehmende Integration von und die Kooperation mit unternehmensexternen Partnern in Forschung und Entwicklung, die in Form von Netzwerken organisiert sind, stellen die Ausgangslage der vorliegenden Arbeit dar. Sie verfolgte dabei die übergreifende Zielsetzung, die Stabilität von Forschungs- und Entwicklungsnetzwerken zu analysieren und Empfehlungen zur Gestaltung von stabilen Netzwerken auszuarbeiten.

Für die Analyse der Stabilität von Forschungs- und Entwicklungsnetzwerken wurden einerseits eine Simulationsstudie und andererseits eine empirische Studie durchgeführt. Beide Vorgehen wurden durch eine Literaturrecherche begleitet. Im Rahmen der Simulationsstudie in Kapitel 3 wurde eine Vielzahl an Forschungs- und Entwicklungsnetzwerken generiert und die Auswirkung der Entfernung zentraler Netzwerkpartner im F&E-Netzwerken auf den des Informations- und Kommunikationsfluss sowie auf die Anzahl nicht erreichbarer Netzwerkmitgliedern untersucht. Die Simulationsstudie hat gezeigt, dass die Entfernung von Netzwerkmitgliedern, die einen Brückenkopf innerhalb des Netzwerkes darstellen (Betweenness-Zentralität), spürbare negative Auswirkung auf den Informations- und Kommunikationsfluss, die Anzahl der nicht erreichbaren Netzwerkmitglieder und somit auf die Stabilität des F&E-Netzwerkes hat. Während die Simulationsstudie das Ziel verfolgte, den Ausfall von Netzwerkmitgliedern auf das F&E-Netzwerk zu quantifizieren, stand innerhalb der Literaturrecherche in Kapitel 4 die Analyse der Einflussfaktoren auf die Stabilität von F&E-Netzwerken im Vordergrund. Hierfür wurden vorrangig Beiträge zu den Themen unternehmensübergreifende Forschung- und Entwicklung, Innovationsnetzwerke sowie Risiken in dezentralen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben studiert. Im Rahmen der Literaturrecherche wurden elf Faktoren identifiziert und hinsichtlich ihres Einflusses auf die Stabilität untersucht.

Für die Bewertung der in der Literaturrecherche identifizierten stabilitätsbeeinflussenden Faktoren wurde in Kapitel 5 eine Unternehmensbefragung durchgeführt. Hierbei

wurde nach den unterschiedlichen Merkmalsausprägungen des jeweiligen stabilitätsbeeinflussenden Faktors sowie nach der Relevanz des stabilitätsbeeinflussenden Faktors an sich gefragt. Insgesamt wurden zu der Unternehmensbefragung 1.733 Teilnehmer aus den Bereichen Forschung und Entwicklung, Technologie- und Innovationsmanagement, Produktentwicklung und Konstruktion, Einkauf und Beschaffung sowie Lieferantenmanagement eingeladen. Davon haben 160 Personen die Umfrage beendet. Die Unternehmensumfrage zeigte, dass die Motivation und Intensität der Zusammenarbeit, die Verantwortungsübernahmebereitschaft durch die Partner und der Partnerauswahlprozess die Stabilität von F&E-Netzwerken maßgeblich beeinflussen. Ferner konnte durch die Unternehmensbefragung die Anzahl der stabilitätsbeeinflussenden Faktoren reduziert werden, ergab doch die Umfrage, dass die Art der Forschung und Entwicklung nur einen sehr geringen Einfluss auf die Stabilität des F&E-Netzwerkes besitzt.

Durch die Anwendung einer explorativen Faktorenanalyse konnten die zehn verbleibenden Faktoren auf drei Komponenten (Planungsleitlinie, Partner-Fit und relationale Komplexität) reduziert werden. Diese wurden anschließend als Basis der Implikationen für die Gestaltung von stabilen F&E-Netzwerken in Kapitel 6 genutzt. Hierfür wurde auf die Ergebnisse der Simulationsstudie und Unternehmensbefragung sowie die Erkenntnisse aus zusätzlichen Experteninterviews zurückgegriffen. Für die Gestaltung von stabilen F&E-Netzwerken ist von dem Netzwerkmanager und dem Netzwerkkernteam auf einen hohen Partner-Fit zu achten. Dieser wird insbesondere von der Motivation und Intensität der Zusammenarbeit beeinflusst. Zur Sicherstellung und Erhöhung des Partner-Fits sind von dem Netzwerkkernteam im Rahmen der Initialisierung des F&E-Vorhabens Strategien zur Motivationssteigerung zu erarbeiten. Neben monetären, extrinsischen Anreizen sind den Unternehmen innerhalb des Netzwerkes auch intrinsische Anreize zu bieten. Diese können von einer gesteigerten Integration und damit auch einhergehenden Verantwortung für das Endprodukt als auch hin zur Selbstverwirklichung bei der Erforschung und Entwicklung neuer Technologien reichen. Die Strategien zur Erhöhung des Partner-Fits sind in Abhängigkeit der Partnerheterogenität und des F&E-Vorhabens zu entwickeln.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die im Rahmen der Literaturrecherche identifizierten Faktoren die Stabilität von F&E-Netzwerken beeinflussen und Unternehmen im Rahmen der Initialisierung von F&E-Vorhaben diese gezielt thematisieren sollen. Durch die Befolgung der ausgearbeiteten Empfehlungen zur Initialisierung von F&E-Netzwerken sowie zur Gewährleistung des Partner-Fits können die Unternehmen die Erfolgswahrscheinlichkeit ihrer in Form von Netzwerken organisierten F&E-Vorhaben erhöhen.

7.2 Ausblick

Im Rahmen der vorangegangenen Abschnitte konnten zahlreiche weitere relevante Fragestellungen auf dem Gebiet von F&E-Netzwerken identifiziert werden, die in künftigen Forschungsarbeiten stärker thematisiert werden sollten. Im Zentrum dieser Forschungsbemühungen sollten dabei vier Aspekte stehen:

Prüfung der Empfehlungen zur Gestaltung stabiler F&E-Netzwerke: Die Empfehlungen zur Gestaltung stabiler F&E-Netzwerke in Kapitel 6 basieren auf den Ergebnissen der Simulationsstudie und der Unternehmensbefragung. Die in der Simulationsstudie gewählten Parameter und die Ergebnisse der empirischen Untersuchungen - insbesondere hinsichtlich der F&E-Netzwerkgröße - weisen Diskrepanzen auf. Um die Übertragbarkeit der Simulationsergebnisse zu gewährleisten, sind im Rahmen weiterer Forschungsaktivitäten, F&E-Netzwerke inkl. ihrer Struktur zu erheben und hinsichtlich charakteristischer Eigenschaften, wie z.B. Netzwerkgröße, -dichte oder Grad der Modularisierung, zu untersuchen. Anhand der gewonnenen charakteristischen Eigenschaften von realen F&E-Netzwerken kann eine Überprüfung der Ergebnisse der Simulationsstudie erfolgen. Mit der Diskrepanz hinsichtlich der Netzwerkgröße ist auch die Frage zu beantworten, ob bei einer Netzwerkgröße von $N \geq 100$ von einem einheitlichen Ziel des F&E-Netzwerkes ausgegangen werden kann. Damit geht auch die Fragestellung einher, ob ein Zerfall des F&E-Netzwerkes gravierende Auswirkungen auf die Zielerreichung individueller F&E-Vorhaben innerhalb des Netzwerkes hat.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit hat keine Überprüfung der Empfehlungen zur Gestaltung stabiler F&E-Netzwerke stattgefunden. Ein Nachweis, dass die Empfehlungen zu stabileren F&E-Netzwerken führen liegt folglich nicht vor. Des Weiteren ist zu überprüfen, ob die gewonnenen Ergebnisse und die daraus resultierenden Implikationen für alle Branchen des verarbeitenden Gewerbes gültig sind oder auf andere Branchen als das verarbeitende Gewerbe übertragen werden können. Für die Verifikation der Implikationen wird vorgeschlagen erfolgreiche als auch fehlgeschlagene F&E-Netzwerke zu untersuchen, Mitglieder hinsichtlich den Erfolgsfaktoren erfolgreicher F&E-Netzwerke zu befragen und die Informationen mit den Implikationen zur Gestaltung stabiler F&E-Netzwerke abzugleichen.

Individuelle, personenspezifische Motivation: Im Rahmen der Unternehmensbefragung als auch in den Experteninterviews wurde die Motivation der Zusammenarbeit als wichtige Einflussgröße auf die Stabilität von F&E-Netzwerken genannt. In der vorliegenden Arbeit wurde jedoch ausschließlich die unternehmensspezifische Motivation des Eingehens der F&E-Kooperation behandelt. Für den Erfolg von F&E-Kooperationen sind auch die daran beteiligten Personen verantwortlich.

Daher ist es notwendig die Motivation der an dem F&E-Vorhaben beteiligten Personen zu analysieren und gegebenenfalls zu steigern respektive auszubauen.

Verbesserung der Kommunikation zwischen den Projektmitgliedern: In den Experteninterviews wurde die Kommunikation und der Austausch von Informationen zwischen den Partnern in F&E-Vorhaben bemängelt. Hierbei wurde wiederholt das Problem angesprochen, dass keine ausreichende Kommunikation zwischen den Projektmitglieder vorhanden ist. Dies tritt sowohl zwischen den externen Unternehmen als auch zwischen Abteilungen eines Unternehmens auf. Hierdurch sind in der Vergangenheit bei den befragten Unternehmen wiederholt technische Spezifikationen von den beteiligten Unternehmen falsch verstanden oder missinterpretiert worden und haben in Ausnahmefällen zu erheblichen Verzögerungen innerhalb der F&E-Vorhaben geführt.

Notwendigkeit von Längsschnittstudien: Die Dynamik von F&E-Kooperationen und F&E-Netzwerken erfordert die Analyse und Überprüfung der identifizierten stabilitätsbeeinflussenden Faktoren über den gesamten Zeitraum von F&E-Kooperationen als auch in verschiedenen Branchen sowie unterschiedlichen F&E-Vorhaben. Insbesondere die Analyse der Bedeutung der stabilitätsbeeinflussenden Faktoren in den verschiedenen Phasen von F&E-Kooperationen ist zu erforschen. Die Durchführung von Längsschnittstudien kann dabei helfen, die Relevanz der Faktoren und die Interdependenzen der Faktoren besser zu verstehen. In Kombination mit kausalanalytischen Untersuchungen könnten durch die Längsschnittstudien die ausgearbeiteten Empfehlungen weiter detailliert bzw. überarbeitet werden und führen dadurch letztlich zu einer Steigerung der Erfolgswahrscheinlichkeit von F&E-Kooperationen.

A Anhang

Fragebogen

Willkommenseite

Herzlich Willkommen zur Unternehmensbefragung „Stabilität von Forschungs- und Entwicklungsnetzwerken“

Sehr geehrte Damen und Herren,
vielen Dank für Ihr Interesse an der Unternehmensbefragung „Stabilität von Forschungs- und Entwicklungsnetzwerken“.

Ziel der Unternehmensbefragung ist die Identifikation von stabilitätsgefährdenden Faktoren von Forschungs- und Entwicklungsnetzwerken (F&E-Netzwerken). Als F&E-Netzwerk wird der Zusammenschluss von drei oder mehr Unternehmen zur Durchführung gemeinsamer Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten verstanden. Stabilität beschreibt in diesem Zusammenhang die Änderungsfähigkeit des Netzwerkes in Bezug auf die Zusammensetzung sowie dem Verhalten einzelner F&E-Teilnehmer ohne dass es zu einem Abbruch der F&E-Aktivitäten kommt.

Ihre Meinung als Experte ist für die Unternehmensbefragung von höchster Bedeutung. Wir möchten Sie daher bitten, sich 15 Minuten Zeit zu nehmen, um diesen Fragebogen zu beantworten.

Unter allen Teilnehmern verlosen wir ein Amazon Kindle Paperwhite.

Die Unternehmensbefragung erfolgt im Rahmen meiner Promotion am Lehrstuhl Konstruktion an der Bergischen Universität Wuppertal. Die Promotion wird durch die Dr. Friedrich Jungheinrich-Stiftung finanziell unterstützt.

Sollten Sie Interesse an den Ergebnissen der Studie haben, können Sie dies am Ende der Befragung angeben und Sie erhalten die Auswertung nach Beendigung der Studie.

Für Ihre Mitarbeit bedanken wir uns ganz herzlich.

Freundliche Grüße,

Nils Altfeld

Prof. Dr. Peter Gust

Hinweis:

Am Ende jeder Seite gelangen Sie mit der Schaltfläche „weiter“ zur nächsten Seite - mit der Schaltfläche „zurück“ können Sie auf die vorherige Seite zurückwechseln und Ihre Antworten noch einmal korrigieren - je nach Bildschirmauflösung müssen Sie gegebenenfalls nach unten scrollen, um die Schaltflächen sehen zu können.

Falls Sie eine Frage nicht genau beantworten können, wählen Sie bitte diejenige Antwortkategorie, die aus Ihrer Sicht am ehesten zutrifft.

Alle Angaben werden **streng vertraulich** behandelt! Die Auswertung erfolgt anonymisiert und lässt keine Rückschlüsse auf Ihr Unternehmen zu!

Seite 1

In welcher Branche bzw. welchem Industriezweig ist Ihr Unternehmen hauptsächlich tätig?

- Automobilindustrie
- Luft- und Raumfahrtindustrie
- Maschinen- und Anlagenbau
- Metallherzeugung und -bearbeitung
- Herstellung chemischer Erzeugnisse
- Herstellung pharmazeutischer Erzeugnisse
- Nahrungsmittel
- Beratung/Consulting
- sonstige Verarbeitung
- sonstige Dienstleistungen

Bitte ordnen Sie Ihr Unternehmen der Größe nach ein?

- Kleinstunternehmen, 19 Mitarbeiter oder weniger
- Kleines Unternehmen, 20 bis 99 Mitarbeiter
- Mittleres Unternehmen, 100 bis 499 Mitarbeiter
- Großes Unternehmen, mehr als 500 Mitarbeiter

Wie hoch war die F&E Intensität Ihres Unternehmens bzw. Geschäftsbereich im letzten Geschäftsjahr?

- $0 \leq x < 2 \%$
- $2 \leq x < 4 \%$
- $4 \leq x < 6 \%$
- $6 \leq x < 8 \%$
- $8 \leq x < 10 \%$
- mehr als 10 %

In welchen Funktionsbereich sind Sie in Ihrem Unternehmen beschäftigt?

- Geschäftsleitung
- Forschung und Entwicklung
- Einkauf und Beschaffung
- Logistik
- Vertrieb
- Produktion
- Qualitätsmanagement
- Sonstiges

In welcher Position sind Sie in Ihrem Unternehmen tätig?

- Geschäftsleitung
- Geschäftsbereichsleitung
- Abteilungsleitung
- Team- / Gruppenleitung
- Position ohne Führungsverantwortung

Seite 2

In welchen F&E-Bereichen arbeitet Ihr Unternehmen mit F&E Partnern zusammen?

- Grundlagenforschung
- Angewandte Forschung
- Produktentwicklung

Bitte nenne Sie die Anzahl der F&E-Partner mit denen Sie in einem für Ihr Unternehmen repräsentatives F&E-Projekt zusammenarbeiten.

- $1 \leq x < 3$
- $3 \leq x < 5$
- $5 \leq x < 7$
- $7 \leq x < 10$
- mehr als 10

Bitte geben Sie an mit welchen Partnern Sie in einem repräsentativen F&E-Projekt hauptsächlich zusammenarbeiten?

- Kunden
- Lieferanten
- Ingenieurbüros / Beratungsunternehmen
- Konkurrenten
- Forschungseinrichtungen / Universitäten

Innerhalb der letzten fünf Jahre ist die Anzahl an F&E-Partnern in F&E-Vorhaben tendenziell...

- gesunken
- gleichgeblieben
- gestiegen

Seite 3

Bitte geben Sie an, in wieweit die folgenden Aussagen Ihrer Meinung nach stimmen:

	trifft nicht zu [1]	trifft eher nicht zu [2]	teils / teils [3]	trifft eher eher zu [4]	trifft zu [5]
Die Stabilität von F&E-Projekten wird durch den Neuheitsgrad des Projektes bestimmt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Neu-Produktentwicklungen wirken sich negativ auf die Stabilität von F&E-Projekten aus.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Marktgetriebene F&E-Projekte weisen im Vergleich zu technologiegetriebenen F&E-Projekten eine höhere Stabilität auf.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Für stabile F&E-Netzwerke muss die Integration von Partner systematisch und zielgerichtet erfolgen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Nutzung bekannter F&E-Partner ist stabilitätsfördernd.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Die Stabilität von F&E-Netzwerken wird gefördert durch Vorhaben...

	trifft nicht zu [1]	trifft eher nicht zu [2]	teils / teils [3]	trifft eher eher zu [4]	trifft zu [5]
..., in denen Partner unabhängig und eigenständig F&E Aktivitäten ausführen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
..., in denen Partner eigenständig auf Basis von gemeinsam vorher abgestimmter Konzepte F&E-Aktivitäten ausführen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
..., in denen verschiedene Partner gemeinsam und gleichberechtigt F&E-Aktivitäten ausführen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
..., bei denen neues Wissen mehrheitlich durch einen oder wenige Partner gewonnen wird.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
..., bei denen neues Wissen gemeinsam mit allen Partnern gewonnen wird.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... mit einer hohen Kollaborationsintensität.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Seite 4

In wieweit wirkt sich Ihrer Meinung nach eine hohe Verantwortungsübernahme - im Gegensatz zu einer geringen Verantwortungsübernahme - für das finale Produkt durch einen oder mehrere Partner auf die Stabilität des F&E-Netzwerkes aus:

negativ positiv

Die Stabilität von F&E-Netzwerken wird gestärkt durch die Integration von...

	trifft nicht zu [1]	trifft eher nicht zu [2]	teils / teils [3]	trifft eher eher zu [4]	trifft zu [5]
Kunden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lieferanten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ingenieurbüros / Beratungsunternehmen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Konkurrenten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Forschungseinrichtungen / Universitäten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Stabilitätsfördernd ist Ihrer Meinung nach die Integration von Partnern in der Phase:

	trifft nicht zu [1]	trifft eher nicht zu [2]	teils / teils [3]	trifft eher eher zu [4]	trifft zu [5]
Ideengenerierung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Konzepterstellung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Entwicklung (Detaillierung, Konstruktion und Berechnung)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prototypenbau und Test	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Produktionsanlauf und Markteinführung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Seite 5

Bitte überprüfen Sie auf Basis Ihrer Erfahrungen die folgenden Aussagen:

	trifft nicht zu [1]	trifft eher nicht zu [2]	teils / teils [3]	trifft eher eher zu [4]	trifft zu [5]
Umsatzschwache Firmen gefährden die Stabilität von F&E Netzwerken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Umsatzstarke Firmen gefährden die Stabilität von F&E Netzwerken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Neugegründete Firmen wirken sich stabilitätsgefährdend auf F&E-Netzwerke aus.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Langjährig bestehende Firmen gefährden die Stabilität von F&E-Netzwerken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bitte bewerten Sie folgende Aussagen: Die Stabilität von F&E-Netzwerken wird positiv beeinflusst durch Kollaborationen, die konstitutionalisiert sind durch

	trifft nicht zu [1]	trifft eher nicht zu [2]	teils / teils [3]	trifft eher eher zu [4]	trifft zu [5]
... eine Vereinbarung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... einen Vertrag ohne Strafen bei vorzeitiger Beendigung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... einen Vertrag mit Strafen bei vorzeitiger Beendigung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... durch gegenseitige Kapitalbeteiligungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... gemeinsam gegründetes, für den Zeitraum der Forschung und Entwicklung bestehendes Unternehmen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... gemeinsam gegründetes, über den Zeitraum der Forschung und Entwicklung hinaus bestehendes Unternehmen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Seite 6

Bitte bewerten Sie auf Basis Ihrer bisherigen Erfahrungen die nachfolgenden Aussagen:

	trifft nicht zu [1]	trifft eher nicht zu [2]	teils / teils [3]	trifft eher eher zu [4]	trifft zu [5]
Erfahrungen auf dem projekt-spezifischen Gebiet der F&E-Aufgabe fördern die Stabilität von F&E-Netzwerken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eine hohe Fachkompetenz beim Partner ist für stabile F&E-Netzwerke notwendig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eine hohe Methodenkompetenz beim Partner ist für stabile F&E-Netzwerke notwendig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bitte geben Sie an, in wieweit folgende Aussagen übereintreffen: Die Stabilität von F&E-Netzwerken wird positiv beeinflusst durch Partner, die aus folgenden Gründen teilnehmen:

	trifft nicht zu [1]	trifft eher nicht zu [2]	teils / teils [3]	trifft eher eher zu [4]	trifft zu [5]
Zugang zu neuen Technologien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zugang zu neuem Wissen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zugang zu neuen Märkten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Senkung der F&E Kosten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Risikodiversifizierung / Teilen des F&E Risikos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Suche nach komplementären F&E Kompetenzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verbesserung der eigenen F&E Kompetenzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erhöhung der eigenen Innovationskraft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bitte beurteilen Sie, in wieweit die Stabilität von F&E Netzwerken durch die folgenden verhaltensspezifischen Risikofaktoren negativ beeinflusst wird.

	trifft nicht zu [1]	trifft eher nicht zu [2]	teils / teils [3]	trifft eher eher zu [4]	trifft zu [5]
Opportunistisches Verhalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fehlendes Vertrauen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fehlendes Commitment	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mangelnde Kommunikation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ausnutzung von Machtasymmetrien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ungewollter Know-How Abfluss	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Strategischer Misfit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kultureller Misfit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Negative Einstellung gegenüber der Partnerschaft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bitte geben Sie an, in wieweit die folgenden Aussagen stimmen:

	trifft nicht zu [1]	trifft eher nicht zu [2]	teils / teils [3]	trifft eher eher zu [4]	trifft zu [5]
Die Struktur eines F&E-Netzwerks bestimmt die Stabilität des Netzwerks.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F&E-Netzwerke mit einer geringen im Vergleich zu einer hohen Teilnehmerzahl weisen eine höhere Stabilität auf.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Für stabile F&E-Netzwerke müssen alle Teilnehmer eng miteinander arbeiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F&E-Netzwerke, in denen einige Teilnehmer Informationen bündeln und an andere Teilnehmer weiterleiten, sind stabiler als andere Netzwerke.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Position von einzelnen Teilnehmern im F&E-Netzwerk wirkt sich auf dessen Stabilität aus.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F&E-Vorhaben mit einer hohen Teilnehmerzahl sind innovativer als Vorhaben mit einer geringen Teilnehmerzahl.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Hinzufügen oder das Entfernen von Teilnehmern wirkt sich negativ auf die Stabilität von F&E-Netzwerken aus.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bei F&E-Vorhaben bin ich mir über die Position meines Unternehmens und der Bedeutung der Position im F&E-Netzwerk bewusst.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Durch Erfahrungen aus vorherigen F&E-Vorhaben wird die Stabilität des F&E-Netzwerkes gestärkt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Gruppierung von F&E-Partnern und die Kommunikation der Ergebnisse durch einen einzigen Gruppenteilnehmer wirkt sich positiv auf die Stabilität aus.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Zusammenfinden von F&E-Partnern in Gruppen wirkt sich durch die zunehmende Gefahr der Trennung der Gruppe vom restlichen Netzwerk negativ auf die Stabilität aus.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Seite 8

In wie weit wird Ihrer Meinung nach durch die nachfolgenden Faktoren die Stabilität von F&E-Netzwerken gefördert:

	schwach [1]	mäßig [2]	neutral [3]	mittel [4]	stark [5]
Art der Forschung und Entwicklung	<input type="checkbox"/>				
Partnerauswahlprozess	<input type="checkbox"/>				
Organisationsform der Zusammenarbeit	<input type="checkbox"/>				
Intensität der Zusammenarbeit	<input type="checkbox"/>				
Verantwortungsübernahme durch Partner	<input type="checkbox"/>				
Zeitpunkt der Partnerintegration	<input type="checkbox"/>				
Heterogenität der F&E-Partner	<input type="checkbox"/>				
Institutionalisierung der Kollaboration	<input type="checkbox"/>				
Interne, partnerspezifische F&E-Fähigkeit	<input type="checkbox"/>				
Motivation der Zusammenarbeit	<input type="checkbox"/>				
Partnerspezifische Verhaltensrisiken	<input type="checkbox"/>				
Struktur des F&E-Netzwerks	<input type="checkbox"/>				
Modularisierung des F&E-Netzwerkes	<input type="checkbox"/>				

Sollten Ihrer Meinung nach weitere - nicht oben aufgeführte - Faktoren die Stabilität von F&E-Netzwerken beeinflussen, wäre ich Ihnen sehr dankbar, wenn Sie diese nennen könnten.

Vielen herzlichen Dank für die Teilnahme!

Haben Sie Interesse an den Untersuchungsergebnissen oder stehen für ein Experteninterview zur Verfügung?

- Ich habe Interesse an den Umfrageergebnissen.
- Ich stelle mich für ein Experteninterview zu einem späteren Zeitpunkt zur Verfügung.
- Ich möchte am Gewinnspiel teilnehmen.

Für den Fall, dass Sie die vorherige Frage mit „Ja“ beantwortet haben, bitten wir hier um Ihre E-Mail-Adresse:

Auf Wiedersehen

Leitfaden für die Experteninterviews

Fragenkreis 1: Entwicklung einer Planungsleitlinie

a) Netzwerkkernteam / Projektteam

- Welche Abteilungen sind bei Ihnen an den unternehmensinternen Vorbereitungen von unternehmensübergreifenden Forschungs- und Entwicklungsprojekten beteiligt?
- Wie erfolgt bei Ihnen die Dekomposition der Vorhabensziele in Teilprojekte?
- Wie sollen Führungskräfte und Mitarbeiter konkret auf den Einsatz in unternehmensübergreifenden Forschungs- und Entwicklungsprojekten vorbereitet werden?

b) Heterogenität der Partner / Mitglieder-Mix

- Wie identifizieren Sie potentielle Projektpartner?
- Werden die Beziehungen zwischen Ihrem Unternehmen und den Partnern in Abhängigkeit des Partnertyps (Lieferant, Konkurrent, Forschungseinrichtung) unterschiedlich geführt?
- Achten Sie bei der Auswahl von Partnern auf die Konkurrenzsituation innerhalb des F&E-Vorhabens?

c) Zeitpunkt der Integration

- In welchen Phasen des F&E-Projektes beginnen Sie mit der Integration von externen Partnern?
- Definieren Sie im Rahmen der unternehmensinternen Vorbereitung Zeitpunkte an denen weitere Partner in das F&E-Vorhaben integriert werden dürfen?

d) Umgang mit partnerspezifischen Verhaltensrisiken

- Welche Maßnahmen ergreifen Sie um Vertrauen, Engagement, Commitment zwischen den Projektmitgliedern zu erhöhen?
- Vermitteln Sie Ihren Projektmitgliedern die Normen und Werte Ihres Unternehmens?
- Legen Sie vor der Zusammenarbeit Spielregeln für die gemeinsame Zusammenarbeit fest?
- Wie sichern Sie die Transparenz in F&E-Projekten, z.B. Open-Data-Room?

e) Institutionalisierung der Kooperation

- Wie institutionalisieren Sie in der Regel Ihre F&E-Kooperationen? Welche Inhalte regeln Sie, in der von Ihnen gewählten Form der Institutionalisierung?
- Unter welchen Aspekten halten Sie die Gründung eines Gemeinschaftsunternehmens für notwendig / sinnvoll / zielgerichtet?
- Unter welchen Aspekten halten Sie monetäre Investition in die Kooperation für alle Kooperationspartner für notwendig / sinnvoll / zielgerichtet?
- Wie sichern Sie eine faire Chancen- und Risikoteilung in der Kooperation?

Fragenkreis 2: Gewährleistung und Erhöhung des Partner-Fits

- a) Welche Faktoren beeinflussen Ihrer Meinung nach den Fit zwischen Kooperationspartnern?
- b) Skizzieren Sie bitte kurz Ihren Partnerauswahlprozess? — Sofern Sie für ein Beratungsunternehmen oder einen Ingenieurdienstleister arbeiten, beschreiben Sie bitte die Prozessschritte, die Ihrer Meinung nach von hoher Relevanz bei der Partnerwahl sind.
- c) Welche Aspekte spielen bei der Auswahl von Partnern eine herausragende Rolle? Beispiele:
 - Strategische Übereinstimmung?
 - Übereinstimmung der Geschäftsprozesse?
 - F&E-Fähigkeiten / Projektmanagementfähigkeiten?
 - Kulturelle Aspekte?
 - Erfahrungen?
- d) Führen Sie im Rahmen des Partnerauswahlprozess mit den potentiellen Partnern Due Diligence Workshops durch?
- e) Wie bewerten Sie den Einfluss der Motivation auf die Erfolgswahrscheinlichkeit der Kooperation?
- f) Welche Strategien sind Ihrer Meinung nach zur Steigerung der Motivation der interorganisationalen Zusammenarbeit geeignet?
- g) Welche Maßnahmen können Ihrer Meinung nach genutzt werden, um die Verantwortungsübernahmebereitschaft für das Kooperationsziel sowie die Koordination und Kommunikation der Ergebnisse zu erhöhen?
- h) Welche Möglichkeit sehen Sie die Intensität der Zusammenarbeit zwischen den Netzwerkmitgliedern zu erhöhen?

Fragenkreis 3: Umgang mit der relationalen Komplexität

- a) Welche Möglichkeit sehen Sie die Struktur von F&E-Netzwerken zu beeinflussen? Beispiele:
 - Anzahl der Netzwerkmitglieder
 - Anzahl der Beziehung zwischen den Unternehmen (Netzwerkdicke)
 - Modularisierung des Netzwerkes
- b) Welche Organisationsform halten Sie in Bezug auf die Stabilität als geeignete Form?
 - Gemeinschaftliche Entwicklung
 - Entwicklung im Schnittstellenmodell (Black-Box / Gray-Box)
- c) Welche Möglichkeiten sehen Sie die Interaktion zwischen Unternehmen zu erhöhen?

Literaturverzeichnis

- Abramo, G., D'Angelo, C. A., und Costa, F. D. (2009). Research collaboration and productivity: Is there correlation? *High Education*, 57(2):155–171.
- Agranoff, R. (2006). Inside collaborative networks: Ten lessons for public managers. *Public Administration Review*, 66(S1):56–65.
- Agrawal, A., Cockburn, I., und Rosell, C. (2010). Not Invented Here? Innovation in company towns. *Journal of Urban Economics*, 67(1):78–89.
- Ahuja, G. (2000a). Collaboration networks, structural holes, and innovation: A longitudinal study. *Administrative Science Quarterly*, 45(3):425–455.
- Ahuja, G. (2000b). The duality of collaboration: Inducements and opportunities in the formation of interfirm linkages. *Strategic Management Journal*, 21(3):317–343.
- Albert, R. und Barabási, A.-L. (2002). Statistical mechanics of complex networks. *Reviews of Modern Physics*, 74:47–97.
- Albert, R., Jeong, H., und Barabási, A. (2000). Error and attack tolerance of complex networks. *Nature*, 406(6794):378–382.
- Altfeld, N., Gust, P., Hinckeldeyn, J., und Kreuzfeldt, J. (2012). Determining the Stability of Collaborative R&D networks. In: *Proceedings of the 2012 International Design Engineering Technical Conferences (IDETC) and Computers and Information in Engineering Conference (CIE)*, Chicago, IL, USA.
- Amaral, J. und Parker, G. (2008). Prevent disasters in design outsourcing. *Harvard Business Review*, 86(9):30–31.
- Amir, R. und Wooders, J. (1998). Cooperation vs. competition in R&D: The role of stability of equilibrium. *Journal of Economics*, 67(1):63–73.
- Andersen, P. H. und Drejer, I. (2009). Together we share? Competitive and collaborative supplier interests in product development. *Technovation*, 29(10):690 – 703.
- Arnold, U. (1998). *Erfolg durch Einkaufskooperationen*. Gabler Verlag, Wiesbaden.
- Arnold, U. (2007). Beendigung von Lieferantenbeziehungen in Unternehmensnetzwerken. In: Sanz, F. J. G., Semmler, K., und Walther, J., (Hrsg.), *Die Automobilindustrie auf dem Weg zur globalen Netzwerkkompetenz*, S. 215–229. Springer Verlag, Berlin Heidelberg.
- Arranz, N. und Arroyabe, J. (2011). A network approach to the structure and organization of joint R&D projects. In: Tuunanen, M., Windsperger, J., Cliquet, G., und Hendrikse, G., (Hrsg.), *New Developments in the Theory of Networks*, S. 259–276. Springer, Berlin Heidelberg.
- Arranz, N. und Fernandez de Arroyabe, J. C. (2006). Joint R&D projects: Experiences in the context of European technology policy. *Technological Forecasting and Social Change*, 73(7):860–885.
- Asakawa, K., Nakamura, H., und Sawada, N. (2010). Firms' open innovation policies, laboratories' external collaborations, and laboratories' R&D performance. *R&D Management*, 40(2):109–123.

- Atallah, G. (2003). Information sharing and the stability of cooperation in research joint ventures*. *Economics of Innovation and New Technology*, 12(6):531–554.
- Axelrod, R. und Dion, D. (1988). The further evolution of cooperation. *Science*, 242(4884):1385–1390.
- Axelrod, R. und Hamilton, W. (1981). The evolution of cooperation. *Science*, 211(4489):1390–1396.
- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., und Weiber, R. (2006). *Multivariate Analysemethoden*. Springer, Berlin et al., 11., überarb. Auflage.
- Baldwin, C. Y. und Clark, K. B. (2003). Managing in an age of modularity. In: Garud, R., (Hrsg.), *Managing in the modular age: architectures, networks, and organizations*, S. 149–171, Malden, Mass. John Wiley & Sons.
- Batallas, D. A. und Yassine, A. A. (2006). Information leaders in product development organizational networks: Social network analysis of the design structure matrix. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 53(4):570–582.
- Batt, P. J. und Purchase, S. (2004). Managing collaboration within networks and relationships. *Industrial Marketing Management*, 33:169–174.
- Bauer, S. (2003). Perspektiven in der Organisationsgestaltung. In: Bullinger, H.-J., Warnecke, H. J., und Westkämper, E., (Hrsg.), *Neue Organisationsformen im Unternehmen*. Springer Verlag, Berlin.
- Bavelas, A. (1948). A mathematical model for group structure. *Applied Anthropology*, 7:16–30.
- Bavelas, A. (1950). Communication patterns in task oriented groups. *Journal of the Acoustical Society of America*, 22:271–282.
- Bayona, C., Garcia-Marco, T., und Huerta, E. (2001). Firms' motivations for cooperative R&D: An empirical analysis of Spanish firms. *Research Policy*, 30(8):1289–1307.
- Bechmann, R. und Scherk, M. (2010). Globalization in the Automotive Industry - Impact and Trends. In: Ijioui, R., Cey, M., Emmerich, H., und Hagen, J., (Hrsg.), *Globalization 2.0*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Becker, H. (2006). *High Noon in the Automotive Industry*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Belderbos, R., Carree, M., Diederer, B., Lokshin, B., und Veugelers, R. (2004). Heterogeneity in R&D cooperation strategies. *International Journal of Industrial Organization*, 22(8):1237–1263.
- Bensaou, M. (1997). Interorganizational cooperation: The role of information technology an empirical comparison of u.s. and japanese supplier relations. *Information Systems Research*, 8(2):107–124.
- Berekoven, L., Eckert, W., und Ellenrieder, P. (2009). *Marktforschung*. Gabler Verlag, Wiesbaden, 12., überarb. und erw. Auflage.
- Bidault, F. und Salgado, M. (2001). Stability and complexity of inter-firm co-operation: The case of multi-point alliances. *European Management Journal*, 19(6):619–628.
- Bierly III, P. E. und Coombs, J. E. (2004). Equity alliances, stages of product development, and alliance instability. *Journal of Engineering and Technology Management*, 21(3):191–214.
- Binder, M., Gust, P., und Clegg, B. (2008). The importance of collaborative frontloading in automotive supply networks. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 19(3):315–331.

- Bogenstahl, C. (2012). *Management von Netzwerken*. Springer Gabler, Wiesbaden.
- Böhmman, T. und Krcmar, H. (2006). Komplexitätsmanagement als Herausforderung hybrider Wertschöpfung im Netzwerk. In: Wojda, F. und Berth, A., (Hrsg.), *Innovative Kooperationsnetzwerke*, S. 81–106. DUV Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden.
- Bonacich, P. (1987). Power and centrality: A family of measures. *American Journal of Sociology*, 92(5):1170–1182.
- Bonacich, P. (2007). Some unique properties of eigenvector centrality. *Social Networks*, 29(4):555 – 564.
- Bortz, J. und Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation*. Springer Verlag, Heidelberg, 4., überarb. Auflage.
- Bortz, J. und Schuster, C. (2010). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 7., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage.
- Boutellier, R., Gassmann, O., Macho, H., und Roux, M. (1998). Management of dispersed product development teams: The role of information technologies. *R&D Management*, 28(1):13–25.
- Boutellier, R., Gassmann, O., und Zedtwitz, M. (2000). *Managing global innovation*. Springer, Berlin [u.a.], 2., überarb. Auflage.
- Braha, D. und Bar-Yam, Y. (2007). The statistical mechanics of complex product development: Empirical and analytical results. *Management Science*, 53(7):1127–1145.
- Brem, A. und Voigt, K.-I. (2009). Integration of market pull and technology push in the corporate front end and innovation management-Insights from the German software industry. *Technovation*, 29(5):351 – 367.
- Breznitz, D. und Zehavi, A. (2010). The limits of capital: Transcending the public financier-private producer split in industrial R&D. *Research Policy*, 39(2):301–312.
- Brockhoff, K., Gupta, A. K., und Rotering, C. (1991). Inter-firm R&D co-operations in Germany. *Technovation*, 11(4):219–229.
- Bronner, R. und Mellewigt, T. (2001). Entstehen und Scheitern von Strategischen Allianzen in der Telekommunikationsbranche. *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*, 53(7):728–751.
- Bruce, M., Leverick, F., und Littler, D. (1995a). Complexities of collaborative product development. *Technovation*, 15(9):535–552.
- Bruce, M., Leverick, F., Littler, D., und Wilson, D. (1995b). Success factors for collaborative product development: a study of suppliers of information and communication technology. *R&D Management*, 25(1):33–44.
- Bullinger, H.-J. und Warschat, J. (2007). Innovationsmanagement in Netzwerken. In: Sanz, F. J. G., Semmler, K., und Walther, J., (Hrsg.), *Die Automobilindustrie auf dem Weg zur globalen Netzwerkkompetenz*, S. 199–214. Springer Verlag, Berlin Heidelberg.
- Burt, R. S. (1992). *Structural holes: The Social Structure of Competition*. Harvard University Press, Cambridge, Mass. et al.
- Büyükoçkan, G. und Arsenyan, J. (2012). Collaborative product development: a literature overview. *Production Planning & Control*, 1:47–66.
- Cabon-Dhersin, M.-L. und Ramani, S. V. (2004). Does trust matter for R&D cooperation? A game theoretic examination. *Theory and Decision*, 57(2):143–180.

- Cantner, U. und Graf, H. (2006). The network of innovators in Jena: An application of social network analysis. *Research Policy*, 35(4):463–480.
- Cantner, U. und Meder, A. (2006). Determinants influencing the choice of a cooperation partner. Arbeitsbericht 20, Friedrich-Schiller-Universität Jena.
- Cantner, U., Meder, A., und Walter, A. L. J. (2010). Innovator networks and regional knowledge base. *Technovation*, 30(9-10):496–507.
- Carayannis, E. und Laget, P. (2004). Transatlantic innovation infrastructure networks: public-private, EU-US R&D partnerships. *R&D Management*, 34(1):17–31.
- Carr, A. (1999). Strategically managed buyer-supplier relationships and performance outcomes. *Journal of Operations Management*, 17(5):497–519.
- Cassiman, B. und Veugelers, R. (2002). R&D Cooperation and Spillovers: Some Empirical Evidence from Belgium. *The American Economic Review*, 92:1169–1184.
- Cassiman, B. und Veugelers, R. (2006). In Search of Complementarity in Innovation Strategy: Internal R&D and External Knowledge Acquisition. *Management Science*, 52(1):68–82.
- Cellini, R. und Lambertini, L. (2009). Dynamic r&d with spillovers: Competition vs cooperation. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 33(3):568–582.
- Chae, B., Yen, H., und Sheu, C. (2005). Information technology and supply chain collaboration: moderating effects of existing relationships between partners. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 52(4):440–448.
- Chang, Y. (2003). Benefits of co-operation on innovative performance: evidence from integrated circuits and biotechnology firms in the UK and Taiwan. *R&D Management*, 33(4):425–437.
- Chen, H. und Chen, T.-J. (2002). Asymmetric strategic alliances. *Journal of Business Research*, 55(12):1007–1013.
- Chiesa, V. und Toletti, G. (2004). Network of collaborations for innovation: The case of biotechnology. *Technology Analysis & Strategic Management*, 16(1):73–96.
- Chin, K.-S., Chan, B. L., und Lam, P.-K. (2008). Identifying and prioritizing critical success factors for coopeitition strategy. *Industrial Management & Data Systems*, 108(4):437–454.
- Clark, K., Chew, W., Fujimoto, T., Meyer, J., und Scherer, F. (1987). Product development in the world auto industry. *Brookings Papers on economic activity*, 1987(3):729 – 781.
- Cloodt, M., Hagedoorn, J., und Roijackers, N. (2010). Inter-firm R&D networks in the global software industry: An overview of major trends and patterns. *Business History*, 52(1):120–149.
- Cohen, W. und Klepper, S. (1996). Firm size and the nature of innovation within industries: the case of process and product R&D. *The Review of Economics and Statistics*, 1:232–243.
- Cohen, W., Levin, R., und Mowery, D. (1987). Firm size and R&D intensity: A re-examination. Arbeitsbericht 2205, National Bureau of Economic Research.
- Cohen, W. und Levinthal, D. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1):128–152.
- Coleman, J. S. (1990). *In Foundations of Social Theory*. Harvard University Press, Boston.
- Contractor, N., Wasserman, S., und Faust, K. (2006). Testing multitheoretical, multilevel hypotheses about organizational networks: An analytic framework and empirical example. *The Academy of Management Review*, 31(3):681–703.

- Conway, J. M. und Huffcutt, A. I. (2003). A review and evaluation of exploratory factor analysis practices in organizational research. *Organizational Research Methods*, 6(2):147–168.
- Coombs, R. (1996). Core competencies and the strategic management of R&D. *R&D Management*, 26(4):345–355.
- Coppendale, J. (1995). Manage risk in product and process development and avoid unpleasant surprises. *Engineering Management Journal*, 5(1):35–38.
- Costello, A. B. und Osborne, J. W. (2005). Best practices in exploratory factor analysis: Four recommendations for getting the most from your analysis. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 10(7):2–9.
- Creswell, J. W. (2009). *Research design - Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approches*. Sage Publications, Inc., Thousand Oaks, Calif., 3. Auflage.
- Cullen, J., Johnson, J., und Sakano, T. (2000). Success through commitment and trust: The soft side of strategic alliance management. *Journal of World Business*, 35(3):223–240.
- Dachs, B., Ebersberger, B., und Pyka, A. (2004). Why do Firms Co-operate for Innovation? A comparison of Austrian and Finnish CIS 3 results. Arbeitsbericht 255, Universität Augsburg.
- Dacin, M., Hitt, M. A., und Levitas, E. (1997). Selecting partners for successful international alliances: Examination of U.S. and Korean firms. *Journal of World Business*, 32(1):3–16.
- Dacin, M. T., Oliver, C., und Roy, J.-P. (2007). The legitimacy of strategic alliances: an institutional perspective. *Strategic Management Journal*, 28(2):169–187.
- Das, T. K. und Kumar, R. (2011). Regulatory Focus and Opportunism in the Alliance Development Process. *Journal of Management*, 37(3):682–708.
- Das, T. K. und Teng, B.-S. (1996). Risk types and inter-firm alliance structures. *Journal of Management Studies*, 33(6):827–843.
- Das, T. K. und Teng, B.-S. (1998a). Between trust and control: Developing confidence in partner cooperation in alliances. *Academy of Management Review*, 22(3):491–512.
- Das, T. K. und Teng, B.-S. (1998b). Resource and Risk Management in the Strategic Alliance Making Process. *Journal of Management*, 24(1):21–42.
- Das, T. K. und Teng, B.-S. (1999). Managing risks in strategic alliances. *Academy of Management Perspectives*, 13(4):50–62.
- Das, T. K. und Teng, B.-S. (2000). Instabilities of strategic alliances: An internal tensions perspective. *Organization Science*, 11(1):77–101.
- Das, T. K. und Teng, B.-S. (2001). Trust, control, and risk in strategic alliances: An integrated framework. *Organization Studies*, 22(2):251–283.
- Das, T. K. und Teng, B.-S. (2002). The dynamics of alliance conditions in the alliance development process. *Journal of Management Studies*, 39(5):725–746.
- de Beauregard, P. M., Németh, S., und Glückler, J. (2012). Rechtsformen und Governance von Unternehmensnetzwerken. In: Glückler, J., Dehning, W., Janneck, M., und Armbrüster, T., (Hrsg.), *Unternehmensnetzwerke*, S. 121–137. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- de Boer, L., Labro, E., und Morlacchi, P. (2001). A review of methods supporting supplier selection. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 7(2):75 – 89.
- Deeds, D., DeCarolis, D., und Coombs, J. (2000). Dynamic capabilities and new product development in high technology ventures: an empirical analysis of new biotechnology firms. *Journal of Business Venturing*, 15(3):211–229.

- Deitz, G. D., Tokman, M., Richey, R. G., und Morgan, R. M. (2010). Joint venture stability and cooperation: Direct, indirect and contingent effects of resource complementarity and trust. *Industrial Marketing Management*, 39(5):862–873.
- Dhanaraj, C. und Parkhe, A. (2006). Orchestrating innovation networks. *Academy of Management Review*, 31(3):659–669.
- Dijkstra, E. W. (1959). A note on two problems in connexion with graphs. *Numerische Mathematik*, 1(1):269–271.
- Dombrowski, U. und Schulze, S. (2008). Lebenszyklusorientiertes Ersatzteilmanagement - Neue Herausforderungen durch innovationsstarke Bauteile in langlebigen Primärprodukten. In: Nyhuis, P., (Hrsg.), *Beiträge zu einer Theorie der Logistik*. Springer Berlin Heidelberg.
- Doney, P. M. und Cannon, J. P. (1997). An examination of the nature of trust in buyer-seller relationship. *Journal of Marketing*, 61(2):35–51.
- Dziuban, C. D. und Shirkey, E. C. (1974). When is a correlation matrix appropriate for factor analysis? Some decision rules. *Psychological Bulletin*, 81(6):358–361.
- Ebertz, P. (2006). *Risikowirkungen von Unternehmenskooperationen: Theoretische Grundlagen und empirische Erkenntnisse am Beispiel der Kooperationsform*. Shaker Verlag, Aachen.
- Eckel, C. C. und Wilson, R. K. (2004). Is trust a risky decision? *Journal of Economic Behavior & Organization*, 55(4):447–465.
- Eckstein, P. P. (2012). *Angewandte Statistik mit SPSS*. Springer Gabler, Wiesbaden, 7., überarb. Auflage.
- Edwards-Schachter, M., Anlló, G., Castro-Martínez, E., Sánchez-Barrioluengo, M., und Fernández De Lucio, I. (2012). Motives for inter-firm cooperation on R&D and innovation: empirical evidence from Argentina and Spain. Arbeitsbericht, Universidad Politécnica de Valencia.
- Ejermo, O. und Karlsson, C. (2006). Interregional inventor networks as studied by patent coinventorships. *Research Policy*, 35(3):412–430.
- Elg, U. und Johansson, U. (1997). Decision making in inter-firm networks as a political process. *Organization Studies*, 18(3):361–384.
- Emden, Z., Calantone, R. J., und Droge, C. (2006). Collaborating for new product development: Selecting the partner with maximum potential to create value. *Journal of Product Innovation Management*, 23(4):330–341.
- Enkel, E. (2010). Attributes required for profiting from open innovation in networks. *International Journal of Technology Management*, 52(3-4):344–371.
- Enkel, E., Gassmann, O., und Chesbrough, H. (2009). Open R&D and open innovation: exploring the phenomenon. *R&D Management*, 39(4):311–316.
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS*. Sage, Los Angeles, Calif. et al., 3. ed., reprinted Auflage.
- Fischer, M., Jähn, H., und Teich, T. (2004). Optimizing the selection of partners in production networks. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 20(6):593–601.
- Fliess, S. und Becker, U. (2006). Supplier integration – Controlling of co-development processes. *Industrial Marketing Management*, 35:28–44.
- Forrest, J. E. und Martin, M. J. C. (1992). Strategic alliances between large and small research intensive organizations: experiences in the biotechnology industry. *R&D Management*, 22(1):41–54.

- Foscht, T., Angerer, T., und Swoboda, B. (2009). Mixed methods. In: Buber, R. und Holzmüller, H. H., (Hrsg.), *Qualitative Marktforschung*, S. 247–259. Gabler, Wiesbaden.
- Fraser, P., Farrukh, C., und Gregory, M. (2003). Managing product development collaborations—a process maturity approach. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 217(11):1499–1519.
- Frasquet, M., Calderón, H., und Cervera, A. (2012). University–industry collaboration from a relationship marketing perspective: an empirical analysis in a spanish university. *Higher Education*, 64(1):85–98.
- Freel, M. und de Jong, J. P. J. (2009). Market novelty, competence-seeking and innovation networking. *Technovation*, 29(12):873–884.
- Freeman, L. (1977). A set of measures of centrality based on betweenness. *Sociometry*, 1:35–41.
- Freeman, L. (1979). Centrality in social networks: conceptual clarification. *Social Networks*, 1(3):215–239.
- Freudenberg, T. und Klenk, U. (1996). Strategie-Check für Zulieferer. *Automobil-Produktion*, Dezember:52–58.
- Friedkin, N. (1981). The development of structure in random networks: an analysis of the effects of increasing network density on five measures of structure. *Social Networks*, 3(1):41–52.
- Gallie, E. und Roux, P. (2010). Forms and Determinants of R&D Collaborations: Evidence Based on French Data. *Industry and Innovation*, 17(6):551–576.
- Gausemeier, J., Ebbesmeyer, P., und Kallmeyer, F. (2001). *Produktinnovation*. Hanser, München et al.
- Gill, J. und Butler, R. J. (2003). Managing instability in cross-cultural alliances. *Long Range Planning*, 36(6):543–563.
- Gilsing, V. und Nooteboom, B. (2006). Exploration and exploitation in innovation systems: The case of pharmaceutical biotechnology. *Research Policy*, 35(1):1–23.
- Gilsing, V., Nooteboom, B., Vanhaverbeke, W., Duysters, G., und van den Oord, A. (2008). Network embeddedness and the exploration of novel technologies: Technological distance, betweenness centrality and density. *Research Policy*, 37(10):1717–1731.
- Glückler, J. (2012). Organisierte unternehmensnetzwerke: Eine einföhrung. In: Glückler, J., Dehning, W., Janneck, M., und Armbrüster, T., (Hrsg.), *Unternehmensnetzwerke*, S. 1–18. Springer.
- Göb, R., McCollin, C., und Ramalhoto, M. F. (2007). Ordinal methodology in the analysis of likert scales. *Quality & Quantity*, 41(5):601–626.
- Goetze, C. (2010). An empirical enquiry into co-patent networks and their stars: The case of cardiac pacemaker technology. *Technovation*, 30(7-8):436–446.
- Gopalakrishnan, S. und Bierly III, P. (2006). The impact of firm size and age on knowledge strategies during product development: a study of the drug delivery industry. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 53(1):3–16.
- Görizt, A. S. und Moser, K. (2000). Repräsentativität im Online-Panel. *der markt*, 39:156–162.
- Grant, R. M. und Baden-Fuller, C. (2004). A knowledge accessing theory of strategic alliances. *Journal of Management Studies*, 41(1):61–84.

- Groher, E. J. (2003). *Gestaltung der Integration von Lieferanten in den Produktentstehungsprozess*. Number 18 in Wissenschaft und Praxis. TCW, München, 1. Auflage.
- Hab, G. und Wagner, R. (2006). *Projektmanagement in der Automobilindustrie*. Gabler Verlag, Wiesbaden, 2. Auflage.
- Hacklin, F., Marxt, C., und Fahrni, F. (2006). Strategic venture partner selection for collaborative innovation in production systems: A decision support system-based approach. *International Journal of Production Economics*, 104(1):100–112.
- Häder, M. (2010). *Empirische Sozialforschung*. VS Verlag für Sozialwissenschaften (GWV), Berlin, Heidelberg, 2. Aufl. Auflage.
- Hagedoorn, J. (1993). Understanding the rationale of strategic technology partnering: Interorganizational modes of cooperation and sectoral differences. *Strategic Management Journal*, 14(4):371–385.
- Hagedoorn, J. (2002). Inter-firm R&D partnerships: An overview of major trends and patterns since 1960. *Research Policy*, 31(4):477–492.
- Hagedoorn, J., Link, A. N., und Vonortas, N. S. (2000). Research partnerships. *Research Policy*, 29(4-5):567–586.
- Hagenhoff, S. (2004). Kooperationsformen: Grundtypen und spezielle Ausprägungen. Arbeitsbericht 4/2004, Institut für Wirtschaftsinformatik der Georg-August-Universität Göttingen.
- Håkanson, L. (1993). Managing cooperative research and development: partner selection and contract design. *R&D Management*, 23(4):273–285.
- Håkansson, H. und Ford, D. (2005). How should companies interact in business networks. *Journal of Business Research*, 55:133–139.
- Hallikas, J., Karvonen, I., Pulkkinen, U., Virolainen, V.-M., und Tuominen, M. (2004). Risk management processes in supplier networks. *International Journal of Production Economics*, 90(1):47–58.
- Hamel, G. (1991). Competition for competence and interpartner learning within international strategic alliances. *Strategic Management Journal*, 12(S1):83–103.
- Hammami, R., Frein, Y., und Hadj-Alouane, A. B. (2012). An international supplier selection model with inventory and transportation management decisions. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 24(1):4–27.
- Hanaki, N., Nakajima, R., und Ogura, Y. (2010). The dynamics of R&D network in the IT industry. *Research Policy*, 39(3):386–399.
- Handfield, R., Ragatz, G., Peterson, K., und Monczka, R. (1999). Involving suppliers in new product development? *California Management Review*, 42:59–82.
- Hansson, S. O. und Helgesson, G. (2003). What is Stability? *Synthese*, 136(2):219–235.
- Hartley, J. (1997). Managing the buyer-supplier interface for on-time performance in product development. *Journal of Operations Management*, 15(1):57–70.
- Hauschildt, J. und Salomo, S. (2007). *Innovationsmanagement*. Vahlen, München, 4., überarb., erg. und aktualisierte Auflage.
- Hayashi, T. (2003). Effect of R&D programmes on the formation of university-industry-government networks: comparative analysis of Japanese R&D programmes. *Research Policy*, 32(8):1421–1442.

- Heikkinen, M. und Tähtinen, J. (2006). Managed Formation Process Of R&D Networks. *International Journal of Innovation Management*, 10:271–298.
- Hennchen, O. (2006). Wirtschaft und Statistik. *Statistisches Bundesamt*, 7:734–746.
- Hensel, J. (2007). *Netzwerkmanagement in der Automobilindustrie*. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden.
- Herstatt, C. und Lettl, C. (2004). Management of 'technology push' development projects. *International Journal of Technology Management*, 27(2-3):155–175.
- Holman, R., Kaas, H.-W., und Keeling, D. (2003). The future of product development. *McKinsey Quarterly*, 1(3):28–39.
- Holmström, J., Främling, K., Tuomi, J., Kärkkäinen, M., und Ala-Risku, T. (2002). Implementing collaboration process networks. *The International Journal of Logistics Management*, 13(2):39–50.
- Holtbrügge, D. und Welge, M. K. (2010). *Internationales Management*. Schäffer-Poeschel, Stuttgart, 5., überarb. Auflage.
- Holweg, M. und Greenwood, A. (2001). Product variety, life cycles, and rate of innovation—trends in the uk automotive industry. Arbeitsbericht, Lean Enterprise Research Centre, Cardiff Business School.
- Holzmann, V. und Shenhar, A. (2010). The unfulfilled (or delayed) dreamliner's dream: The case of the boeing 787 dreamliner. Arbeitsbericht 3, Henry Crown Institute of Business Research Isreal.
- Horn, J. L. (1965). A rationale and test for the number of factors in factor analysis. *Psychometrika*, 30(2):179–185.
- Hou, L., Han, D., und Lin, Z. (2006). Research on supplier selection for inter-firm product collaborative development. In: *Proceedings of the 6th World Congress on Intelligent Control and Automation, June 21 - 23, 2006, Dalian, China*.
- Hou, L., Han, D., Wen, Z., und Chen, F. (2007). *Integrated Management System for Product Collaborative Development Chain*, S. 2879–2884. Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Hurmelinna-Laukkanen, P. und Blomqvist, K. (2007). Fostering R&D Collaboration - The Interplay Of Trust, Appropriability And Absorptive Capacity. In: Camarinha-Matos, L., Afsarmanesh, H., Novais, P., und Analide, C., (Hrsg.), *Establishing The Foundation Of Collaborative Networks*, volume 243 of *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, S. 15–22. Springer Boston.
- Hurmelinna-Laukkanen, P., Olander, H., Blomqvist, K., und Panfilii, V. (2012). Orchestrating R&D networks: Absorptive capacity, network stability, and innovation appropriability. *European Management Journal*, 30(6):552–563.
- Hussy, W., Schreier, M., und Echterhoff, G. (2010). *Forschungsmethoden in Psychologie und Sozialwissenschaften für Bachelor*. Springer, Berlin et al.
- Iammarino, S. und McCann, P. (2006). The structure and evolution of industrial clusters: Transactions, technology and knowledge spillovers. *Research Policy*, 35(7):1018–1036.
- Inkpen, A. C. (2008). Knowledge transfer and international joint ventures: the case of nummi and general motors. *Strategic Management Journal*, 29(4):447–453.
- Inoue, H., Souma, W., und Tamada, S. (2010). Analysis of cooperative research and development networks on japanese patents. *Journal of Informetrics*, 4(1):89–96.

- Inzelt, A. (2004). The evolution of university-industry-government relationships during transition. *Research Policy*, 33(6-7):975–995.
- Jahns, C. und Hartmann, E. (2007). Globales Netzwerkmanagement - Königsweg oder Irrglaube? In: Sanz, F. J. G., Semmler, K., und Walther, J., (Hrsg.), *Die Automobilindustrie auf dem Weg zur globalen Netzwerkkompetenz*, S. 129–141. Springer Verlag, Wiesbaden.
- Jiang, X., Li, Y., und Gao, S. (2008). The stability of strategic alliances: Characteristics, factors and stages. *Journal of International Management*, 14(2):173–189.
- John, S. (2010). *Integration von Lieferanten in die Produktentwicklung: Risiken und Risikomanagement in vertikalen Entwicklungskooperationen - Eine konzeptionelle und empirische Untersuchung*. Verlag Dr. Hut, München.
- Johnsen, T. E. (2009). Supplier involvement in new product development and innovation: Taking stock and looking to the future. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 15(3):187–197.
- Johnston, R. und Lawrence, P. (1989). Vertikale Integration II: Wertschöpfungspartnerschaften leisten mehr. *Harvard Manager*, 1:81–88.
- Kahn, J. H. (2006). Factor analysis in counseling psychology research, training, and practice: Principles, advances, and applications. *The Counseling Psychologist*, 34(5):684–718.
- Kaiser, H. F. und Rice, J. (1974). Little jiffy, mark iv. *Educational and Psychological Measurement*, 34(1):111–117.
- Kaiser, U. (2002). An empirical test of models explaining research expenditures and research cooperation: evidence for the german service sector. *International Journal of Industrial Organization*, 20(6):747–774.
- Kamann, D.-J. F., Éva H. Karásek, und El-Kadi, N. A. (2001). External determinants of the organisation of the purchasing function. In: *Proceedings of 10th IPSERA Conference*, S. 535–548, Jönköping.
- Kamath, R. R. und Liker, J. K. (1994). A second look at japanese product development. *Harvard Business Review*, 72(6):154–159.
- Kamien, M. I., Muller, E., und Zang, I. (1992). Research Joint Ventures and R&D Cartels. *The American Economic Review*, 82(5):1293–1306.
- Katz, J. und Martin, B. R. (1997). What is research collaboration? *Research Policy*, 26(1):1–18.
- Katz, R. und Allen, T. J. (1982). Investigating the Not Invented Here (NIH) syndrome: A look at the performance, tenure, and communication patterns of 50 R&D Project Groups. *R&D Management*, 12(1):7–20.
- Kayis, B., Zhou, M., Savci, S., Khoo, Y., Ahmed, A., Kusumo, R., und Rispler, A. (2007). IRmas - development of a risk management tool for collaborative multi-site, multi-partner new product development projects. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 18(4):387–414.
- Keizer, J. A., Vos, J.-P., und Halman, J. I. (2005). Risks in new product development: devising a reference tool. *R&D Management*, 35(3):297–309.
- Kelle, U. und Reith, F. (2008). Empirische Forschungsmethoden. In: Schweer, M. K. W., (Hrsg.), *Lehrer-Schüler-Interaktion*, S. 39–75. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Kersten, W., Koeppen, B., Kern, E.-M., und Lutz, M. (2006). Wertschöpfungsnetzwerke internationaler automobilhersteller in indien. In: Wojda, F. und Berth, A., (Hrsg.), *Innovative Kooperationsnetzwerke*, S. 247–271. DUV Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden.

- Kesteloot, K. und Veugelers, R. (1995). Stable R&D Cooperation with Spillovers. *Journal of Economics & Management Strategy*, 4(4):651–672.
- Khanna, T. (1998). The scope of alliances. *Organization Science*, 9(3):340–355.
- Khodawandi, D. (2005). Accelerating distributed new product development by exploiting information and communication technology. In: *On the Move to Meaningful Internet Systems 2005: OTM Workshops*, S. 741–750. Springer.
- Killich, S. (2011). Formen der Unternehmenskooperation. In: Becker, T., Dammer, I., Howaldt, J., und Loose, A., (Hrsg.), *Netzwerkmanagement*, S. 13–22. Springer Verlag, Berlin Heidelberg.
- Kim, K. J., Chin, K. H., Han, S. H., Woo, S. K., und Cho, M.-y. (2002). Contractor integrated technical information service in construction. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 29(4):589–601.
- Kim, Y. und Lee, K. (2003). Technological collaboration in the Korean electronic parts industry: patterns and key success factors. *R&D Management*, 33(1):59–77.
- Kirchhoff, S., Kuhnt, S., Lipp, P., und Schlawin, S. (2010). *Der Fragebogen*. Lehrbuch. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 5. Auflage.
- Kirst, P. (2008). Lieferantenintegration im produktentstehungsprozess. In: Schuh, G., Stölzle, W., und Straube, F., (Hrsg.), *Anlaufmanagement in der Automobilindustrie erfolgreich umsetzen*, S. 93–105. VDI Buch, Berlin Heidelberg.
- Klappert, S., Schuh, G., Möller, H., und Nollau, S. (2011). Technologieentwicklung. In: Schuh, G. und Klappert, S., (Hrsg.), *Technologiemanagement*, S. 223–239. Springer Berlin Heidelberg.
- Kline, R. B. (2013). Exploratory and confirmatory factor analysis. In: Petscher, Y. und Schatschneider, C., (Hrsg.), *Applied quantitative analysis in the social sciences*, S. 171–207. Routledge, New York.
- Knudsen, M. P. (2007). The relative importance of interfirm relationships and knowledge transfer for new product development success. *Journal of Product Innovation Management*, 24(2):117–138.
- Kogut, B. (1989). The stability of joint ventures: Reciprocity and competitive rivalry. *The Journal of Industrial Economics*, 38:183–198.
- Koller, H., Langmann, C., und Untiedt, H. M. (2006). Das Management von Innovationsnetzwerken in verschiedenen Phasen. In: Wojda, F. und Berth, A., (Hrsg.), *Innovative Kooperationsnetzwerke*, S. 29–80. DUV Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden.
- Koufteros, X., Edwin Cheng, T., und Lai, K. (2007). Black-box and gray-box supplier integration in product development: Antecedents, consequences and the moderating role of firm size. *Journal of Operations Management*, 25(4):847–870.
- Koufteros, X., Vonderembse, M., und Doll, W. (2002). Integrated product development practices and competitive capabilities: The effects of uncertainty, equivocality, and platform strategy. *Journal of Operations Management*, 20(4):331–355.
- Koufteros, X., Vonderembse, M., und Jayaram, J. (2005). Internal and external integration for product development: The contingency effects of uncertainty, equivocality, and platform strategy. *Decision Sciences*, 36(1):97–133.
- Koza, M. und Lewin, A. (2000). Managing partnerships and strategic alliances: raising the odds of success. *European Management Journal*, 18(2):146–151.
- Koza, M. P. und Lewin, A. Y. (1998). The co-evolution of strategic alliances. *Organization Science*, 9(3):255–264.

- Kratzer, J., Gemuenden, H. G., und Lettl, C. (2011). The Organizational Design of Large R&D Collaborations and Its Effect on Time and Budget Efficiency: The Contrast Between Blueprints and Reality. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 58(2):295–306.
- Krishnan, V. und Bhattacharya, S. (2002). Technology selection and commitment in new product development: The role of uncertainty and design flexibility. *Management Science*, 48(3):313–327.
- Krishnan, V. und Ulrich, K. (2001). Product development decisions: A review of the literature. *Management Science*, 47(1):1–21.
- Krog, E.-H. und Statkevich, K. (2008). Kundenorientierung und Integrationsfunktion der Logistik in der Supply Chain der Automobilindustrie. In: Baumgarten, H., (Hrsg.), *Das Beste der Logistik - Innovationen, Strategien, Umsetzungen*. Springer Verlag, Berlin.
- Kumar, N. und Saqib, M. (1996). Firm size, opportunities for adaptation and in-house R&D activity in developing countries: the case of Indian manufacturing. *Research Policy*, 25(5):713–722.
- Kumar, R. (2003). Managing alliances in the power generation industry. *Journal of General Management*, 28(4):64–82.
- Kuß, A. (2012). *Marktforschung*. Springer Gabler, Wiesbaden, 4., überarb. Auflage.
- Kyoung-Joo, L. (2011). From interpersonal networks to inter-organizational alliances for university-industry collaborations in Japan: the case of the Tokyo Institute of Technology. *R&D Management*, 41(2, SI):190–201.
- Lam, P.-K. und Chin, K.-S. (2005). Identifying and prioritizing critical success factors for conflict management in collaborative new product development. *Industrial Marketing Management*, 34(8):761–772.
- Lane, P. J. und Lubatkin, M. (1998). Relative absorptive capacity and interorganizational learning. *Strategic Management Journal*, 19(5):461–477.
- Lardner, R. (1996). Effective shift handover: A literature review. *Health and Safety Executive*, 1:18.
- Larimo, J. (2006). International joint venture performance: Impact of performance measures and foreign parent, target country and investment specific variables on performance. In: Cliquet, G., Hendriks, G., Tuunanen, M., und Windsperger, J., (Hrsg.), *Economics and Management of Networks: Franchising, Strategic Alliances, and Cooperatives*, S. 393–418. Physica-Verlag, Heidelberg.
- Lavie, D. und Rosenkopf, L. (2006). Balancing Exploration and Exploitation in Alliance Formation. *Academy of Management Journal*, 49(4):797–818.
- Lee, A. H. I., Chen, H. H., und Tong, Y. (2008). Developing new products in a network with efficiency and innovation. *International Journal of Production Research*, 46(17):4687–4707.
- Lee, Y. und Cavusgil, S. T. (2006). Enhancing alliance performance: The effects of contractual-based versus relational-based governance. *Journal of Business Research*, 59(8):896–905.
- Leifer, R. und Triscari, T. (1987). Research versus development - Differences and similarities. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 34:71–78.
- Leonard-Barton, D. (1992). Core capabilities and core rigidities: A paradox in managing new product development. *Strategic Management Journal*, 13(S1):111–125.
- Lhuillery, S. und Pfister, E. (2009). R&D cooperation and failures in innovation projects: Empirical evidence from French CIS data. *Research Policy*, 38(1):45–57.

- Lhuillery, S. und Pfister, E. (2011). Do Firms Know the Scope of their R&D Network? An Empirical Investigation of the Determinants of Network Awareness on French Survey Data. *Industry & Innovation*, 18(1):105–130.
- Liao, C. H. (2011). How to improve research quality? Examining the impacts of collaboration intensity and member diversity in collaboration networks. *Scientometrics*, 86:747–761.
- Liebold, R. und Trinczek, R. (2009). Experteninterview. In: Kühl, S., Strodthol, P., und Taffertshofer, A., (Hrsg.), *Handbuch Methoden der Organisationsforschung*, S. 32–56. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Lifschitz, E. (2003). The Dark Side of Networks: Age, Stability and Effectiveness of Cohesive Groups of Organizations. Arbeitsbericht, Columbia University.
- Lindemann, U. (2009). *Methodische Entwicklung technischer Produkte*. VDI-Buch. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 3., korrigierte Auflage.
- Littler, D., Leverick, F., und Bruce, M. (1995). Factors Affecting the Process of Collaborative Product Development: A Study of UK Manufacturers of Information and Communications Technology Products. *Journal of Product Innovation Management*, 12(1):16–32.
- Lührig, T. (2006). *Risikomanagement in der Produktentwicklung der deutschen Automobilindustrie*. Shaker-Verlag, Aachen.
- Luo, C., Mallick, D., und Schroeder, R. (2010). Collaborative product development: Exploring the role of internal coordination capability in supplier involvement. *European Journal of Innovation Management*, 13(2):244–266.
- Luo, X., Rindfleisch, A., und Tse, D. K. (2007). Working with rivals: the impact of competitor alliances on financial performance. *Journal of Marketing Research*, XLIV:73–83.
- MacCallum, R. C., Widaman, K. F., Zhang, S., und Hong, S. (1999). Sample size in factor analysis. *Psychological Methods*, 4(1):84–99.
- Maltzan, J. (2012). So gut ist der Kangoo von Mercedes. *Auto Bild*, 38:52–54.
- March, J. (1991). Exploration and exploitation in organizational learning. *Organization Science*, 2(1):71–87.
- Marxt, C. und Popovic, D. (2002). Strategic aspects in collaborative product design: results of a survey in Swiss industry. In: *Engineering Management Conference, 2002. IEMC'02. 2002 IEEE International*, volume 1, S. 471–475. IEEE.
- Mathee, U. (2007). Produktentstehung im Collaboration-Netzwerk. *Konstruktion*, 4:64–66.
- Matzler, K. und Hinterhuber, H. (1998). How to make product development projects more successful by integrating Kano's model of customer satisfaction into quality function deployment. *Technovation*, 18(1):25–38.
- McCutcheon, D. M., Grant, R. A., und Hartley, J. (1997). Determinants of new product designers' satisfaction with suppliers' contributions. *Journal of Engineering and Technology Management*, 14(3-4):273–290.
- McGinnis, M. und Vallopra, R. (1999). Purchasing and supplier involvement: issues and insights regarding new product success. *Journal of Supply Chain Management*, 35(3):4–15.
- M'Chirgui, Z. (2009). Dynamics of R&D networked relationships and mergers and acquisitions in the smart card field. *Research Policy*, 38(9):1453–1467.
- Medcof, J. W. (1997). Why Too Many Alliances End in Divorce. *Long Range Planning*, 30(5):718–732.

- Mellewigt, T. (2003). *Management von strategischen Kooperationen*. Dt. Univ.-Verlag, Wiesbaden, 1. Auflage.
- Milward, H. B., Provan, K. G., Fish, A., Isett, K. R., und Huang, K. (2009). Governance and collaboration: An evolutionary study of two mental health networks. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 20(1):125–141.
- Miotti, L. und Sachwald, F. (2003). Co-operative R&D: why and with whom? *Research Policy*, 32(8):1481–1499.
- Mokken, R. (1979). Cliques, clubs and clans. *Quality & Quantity*, 13(2):161–173.
- Möller, K. (2006). *Wertschöpfung in Netzwerken*. Vahlen, München.
- Monczka, R. M., Petersen, K. J., Handfield, R. B., und Ragatz, G. L. (1998). Success factors in strategic supplier alliances: The buying company perspective. *Decision Sciences*, 29(3):553–577.
- Mößmer, H. E. und Schedlbauer, M. (2007). Die Automobile Welt im Umbruch. In: Günthner, W. A., (Hrsg.), *Neue Wege in der Automobillogistik - Die Vision der Supra-Adaptivität*, S. 3–15. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Mu, J., Peng, G., und MacLachlan, D. (2009). Effect of risk management strategy on NPD performance. *Technovation*, 29(3):170–180.
- Mutschke, P. (2010). Zentralitäts- und Prestigemaße. In: Stegbauer, C. und Häußling, R., (Hrsg.), *Handbuch Netzwerkforschung*, S. 365–378. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Nass, S. und Anderl, R. (2011). Auswahl und Bewertung zukünftiger Entwicklungspartnerschaften. In: Brökel, K., Stelzer, R., Rieg, J. F. F., und Grote, K.-H., (Hrsg.), *KT 2011 - 9. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik 2011*, S. 272–280. Shaker Verlag, Aachen.
- Nerkar, A. und Paruchuri, S. (2005). Evolution of R&D Capabilities: The Role of Knowledge Networks Within a Firm. *Management Science*, 51(5):771–785.
- Newman, M. (2003). The Structure and Function of complex Networks. *SIAM Review*, 45:167–256.
- Nielsen, B. B. (2010). Strategic fit, contractual, and procedural governance in alliances. *Journal of Business Research*, 63(7):682–689.
- Nieto, M. J. und Santamaria, L. (2007). The importance of diverse collaborative networks for the novelty of product innovation. *Technovation*, 27(6-7):367–377.
- Noori, H. und Lee, W. B. (2004). Collaborative design in a networked enterprise: the case of the telecommunications industry. *International Journal of Production Research*, 42(15):3041–3054.
- Nooteboom, B., Berger, H., und Noorderhaven, N. (1997). Effects of trust and governance on relational risk. *Academy of Management Journal*, 40:308–338.
- Noran, O. (2009). A decision support framework for collaborative networks. *International Journal of Production Research*, 47(17):4813–4832.
- Norbert Gronau and Claudia Müller (2006). Wissensmanagement in wertschöpfungsnetzwerken. In: Wojda, F. und Berth, A., (Hrsg.), *Innovative Kooperationsnetzwerke*, S. 107–128. DUV Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden.
- Nueno, P. und Oosterveld, J. (1988). Managing technology alliances. *Long Range Planning*, 21(3):11–17.

- Nummela, N. (2003). Looking through a prism - multiple perspectives to commitment to international R&D collaboration. *The Journal of High Technology Management Research*, 14(1):135–148.
- O’Connell, B. und Penney, W. (2001). Challenging the handover ritual: Recommendations for research and practice. *Journal of the Royal College of Nursing Australia*, 8(3):14–18.
- Ojasalo, J. (2008). Management of innovation networks: a case study of different approaches. *European Journal of Innovation Management*, 11(1):51–86.
- Oxley, J. E. und Sampson, R. C. (2004). The scope and governance of international R&D alliances. *Strategic Management Journal*, 25(89):723–749.
- Pagano, P. und Schivardi, F. (2003). Firm Size Distribution and Growth*. *The Scandinavian Journal of Economics*, 105(2):255–274.
- Park, S. H. und Ungson, G. R. (2001). Interfirm rivalry and managerial complexity: A conceptual framework of alliance failure. *Organization Science*, 12(1):37–53.
- Parker, D., Zsidisin, G., und Ragatz, G. (2008). Timing and extent of supplier integration in new product development: a contingency approach. *Journal of Supply Chain Management*, 44(1):71–83.
- Parker, H. (2000). Interfirm collaboration and the new product development process. *Industrial Management & Data Systems*, 100(6):255–260.
- Parkhe, A. (1993a). Partner nationality and the structure-performance relationship in strategic alliances. *Organization Science*, 4(2):301–324.
- Parkhe, A. (1993b). Strategic alliance structuring: A game theoretic and transaction cost examination of interfirm cooperation. *Academy of Management Journal*, 36(4):794–829.
- Patzelt, H., Lechner, C., und Klaukien, A. (2011). Networks and the Decision to Persist with Underperforming R&D Projects. *Journal of Product Innovation Management*, 28:801–815.
- Petersen, K., Handfield, R., und Ragatz, G. (2003). A model of supplier integration into new product development*. *Journal of Product Innovation Management*, 20(4):284–299.
- Petersen, K. J., Handfield, R. B., und Ragatz, G. L. (2005). Supplier integration into new product development: coordinating product, process and supply chain design. *Journal of Operations Management*, 23(3-4):371–388.
- Picot, A., Reichwald, R., und Wigand, R. T. (2003). *Die grenzenlose Unternehmung*. Gabler-Lehrbuch. Gabler, Wiesbaden, 5., aktualisierte Auflage.
- Pisano, G. P. (1990). The R&D Boundaries of the Firm: An Empirical Analysis. *Administrative Science Quarterly*, 35(1):153–176.
- Porst, R. (2011). *Fragebogen*. Studienskripten zur Soziologie. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 3. Auflage.
- Powell, W., Koput, K., und Smith-Doerr, L. (1996). Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology. *Administrative Science Quarterly*, 41:116–145.
- Powell, W. W. und Grodal, S. (2005). Networks of Innovators. In: Fagerberg, J., Mowery, D. C., und Nelson, R. R., (Hrsg.), *The Oxford Handbook of Innovation*, S. 56–85. Oxford University Press.
- Prahalad, C. K. und Hamel, G. (2006). The core competence of the corporation. In: Hahn, D. und Taylor, B., (Hrsg.), *Strategische Unternehmensplanung - Strategische Unternehmens-*

- führung*, S. 275–292. Springer Verlag, Berlin Heidelberg.
- Quelin, B. (2000). Core competencies, R&D management and partnerships. *European Management Journal*, 18(5):476–487.
- Radtke, P., Abele, E., und Zielke, A. E. (2004). *Die smarte Revolution in der Automobilindustrie*. Ueberreuter, Frankfurt et al.
- Ragatz, G., Handfield, R., und Scannell, T. (1997). Success factors for integrating suppliers into new product development. *Journal of Product Innovation Management*, 14(3):190–202.
- Ragatz, G. L., Handfield, R. B., und Petersen, K. J. (2002). Benefits associated with supplier integration into new product development under conditions of technology uncertainty. *Journal of Business Research*, 55(5):389 – 400.
- Ramasco, J., Dorogovtsev, S., und Pastor-Satorras, R. (2004). Self-organization of collaboration networks. *Physical Review E*, 70(3):36106.
- Reinders, H. (2011). Fragebogen. In: Reinders, H., Ditton, H., Gräsel, C., und Gniewosz, B., (Hrsg.), *Empirische Bildungsforschung*, S. 53–65. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Berlin, Heidelberg.
- Reinders, H. und Ditton, H. (2011). Überblick Forschungsmethoden. In: Reinders, H., Ditton, H., Gräsel, C., und Gniewosz, B., (Hrsg.), *Empirische Bildungsforschung*, S. 45–51. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Rhoades, D. L. und Lush, H. (1997). A typology of strategic alliances in the airline industry: Propositions for stability and duration. *Journal of Air Transport Management*, 3(3):109–114.
- Riccaboni, M. und Moliterni, R. (2009). Managing technological transitions through R&D alliances. *R&D Management*, 39(2):124–135.
- Rogers, M. (2004). Networks, firm size and innovation. *Small Business Economics*, 22(2):141–153.
- Rosenberg, N. (1995). Innovation's uncertain terrain. *McKinsey Quarterly*, 3:170–185.
- Rothaermel, F. und Deeds, D. (2004). Exploration and exploitation alliances in biotechnology: A system of new product development. *Strategic Management Journal*, 25(3):201–221.
- Rowley, T., Behrens, D., und Krackhardt, D. (2000). Redundant governance structures: An analysis of structural and relational embeddedness in the steel and semiconductor industries. *Strategic Management Journal*, 21(3):369–386.
- Rowley, T. J. und Baum, J. A. C. (2001). The Dynamics of Network Positions and Strategies. Arbeitsbericht, Rotman School of Management, University of Toronto.
- Roy, S., Sivakumar, K., und Wilkinson, I. F. (2004). Innovation generation in supply chain relationships: A conceptual model and research propositions. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 32(1):61–79.
- Ruef, M. (2002). Strong ties, weak ties and islands: structural and cultural predictors of organizational innovation. *Industrial and Corporate Change*, 11(3):427–449.
- Sala, A., Landoni, P., und Verganti, R. (2011). R&D networks: an evaluation framework. *International Journal of Technology Management*, 53(1):19–43.
- Sandler, T. (1977). Impurity of defense: An application to the economics of alliances. *Kyklos*, 30(3):443–460.
- Schäfer, T. (2010). *Statistik I*. VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, Wiesbaden.

- Scherer, F. M. (1965). Firm size, market structure, opportunity, and the output of patented inventions. *American Economic Review*, 55(2):1097–1125.
- Scherrer-Rathje, M., Arnoscht, J., Egri, P., Braun, E., Csáji, B., und Schuh, G. (2009). A generic model to handle complexity in collaborative networks. In: *Portland International Conference on Management of Engineering & Technology, 2009. PICMET 2009.*, S. 271–287. IEEE.
- Schiele, H. (2010). Early supplier integration: the dual role of purchasing in new product development. *R&D Management*, 40(2):138–153.
- Schilling, M. A. und Phelps, C. C. (2007). Interfirm collaboration networks: The impact of large-scale network structure on firm innovation. *Management Science*, 53(7):1113–1126.
- Schlick, C. und Killich, S. (2006). Identifikation von Kooperationspotenzialen in bestehenden Netzwerken. In: Wojda, F. und Berth, A., (Hrsg.), *Innovative Kooperationsnetzwerke*, S. 121–183. DUV Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden.
- Schömann, S. O. (2012). *Produktentwicklung in der Automobilindustrie - Managementkonzepte vor dem Hintergrund gewandelter Herausforderungen*. Gabler Verlag, Wiesbaden.
- Schreier, M. und Odag, O. (2010). Mixed methods. In: Günter Mey, K. M., (Hrsg.), *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie*, S. 263–277. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Schuh, G. (2012). *Innovationsmanagement*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2. Auflage.
- Shah, R. H. und Swaminathan, V. (2008). Factors influencing partner selection in strategic alliances: the moderating role of alliance context. *Strategic Management Journal*, 29(5):471–494.
- Sharpe, M. (1997). Outsourcing, organizational competitiveness, and work. *Journal of Labor Research*, 18(4):535–549.
- Sheu, C., Yen, H. R., und Chae, B. (2006). Determinants of supplier-retailer collaboration: evidence from an international study. *International Journal of Operations & Production Management*, 26(1):24–49.
- Simon, H. (2009). *Hidden champions of the twenty-first century*. Springer Verlag, Dordrecht et al.
- Sivadas, Eugene; Dwyer, F. R. (2000). An examination of organizational factors influencing new product success in internal and alliance-based processes. *Journal of Marketing*, 64:31–49.
- Skaperdas, S. (1998). On the formation of alliances in conflict and contests. *Public Choice*, 96(1/2):25–42.
- Skjøtt-Larsen, T., Thernøe, C., und Andresen, C. (2003). Supply chain collaboration: Theoretical perspectives and empirical evidence. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 33(6):531–50.
- Snow, C. C., Fjeldstad, O. D., Lettl, C., und Miles, R. E. (2011). Organizing Continuous Product Development and Commercialization: The Collaborative Community of Firms Model. *Journal of Product Innovation Management*, 28(1):3–16.
- Soh, P. (2003). The role of networking alliances in information acquisition and its implications for new product performance. *Journal of Business Venturing*, 18(6):727–744.
- Sorenson, O., Rivkin, J. W., und Fleming, L. (2006). Complexity, networks and knowledge flow. *Research Policy*, 35(7):994 – 1017.

- Specht, G., Beckmann, C., und Amelingmeyer, J. (2002). *F&E-Management*. Schäffer-Poeschel, Stuttgart, 2., überarb. und erw. Auflage.
- Standish Group (2009). CHAOS Summary 2009 Report.
- Steinberger, F. (2007). *Entwicklungskooperationen in der Automobilindustrie*. Salzwasser-Verlag, Bremen et al., 1. Auflage.
- Steinhorst, U. (2005). *Entwicklung eines Instrumentariums zur Gestaltung von Systempartnerschaften im Produktentstehungsprozess*. Dt. Univ.-Verl., Wiesbaden, 1. Auflage.
- Stevens, J. P. (2002). *Applied multivariate statistics for the social sciences*. Erlbaum, Mahwah, NJ, 4. Auflage.
- Stüdlein, Y. (1997). *Management von Kulturunterschieden - Phasenkonzept für internationale strategische Allianzen*. Gabler Edition Wissenschaft. Dt. Univ.-Verl., Wiesbaden.
- Sydow, J. (1992). *Strategische Netzwerke*. Gabler, Wiesbaden.
- Sydow, J. (2001). Zum Verhältnis von Netzwerken und Konzernen: Implikationen für das strategische Management. In: Ortman, G. und Sydow, J., (Hrsg.), *Strategie und Strukturati-on. Strategisches Management von Unternehmen, Netzwerken und Konzernen*, S. 269–296. Springer Verlag, Wiesbaden.
- Sydow, J. (2010). Management von Netzwerkorganisationen - Zum Stand der Forschung. In: Sydow, J., (Hrsg.), *Management von Netzwerkorganisationen*, S. 373–470. Gabler Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Sydow, J. und Duschek, S. (2011). *Management interorganisationaler Beziehungen*. Edition Management. Kohlhammer, Stuttgart.
- Teusler, N. (2008). *Strategische Stabilitätsfaktoren in Unternehmenskooperationen*. Gabler, Wiesbaden, 1. Auflage.
- Thanh, P. N., Bostel, N., und Péton, O. (2008). A dynamic model for facility location in the design of complex supply chains. *International Journal of Production Economics*, 113(2):678–693. Special Section on Advanced Modeling and Innovative Design of Supply Chain.
- Thomson, A. und Perry, J. (2006). Collaboration processes: Inside the black box. *Public Administration Review*, 66:20–32.
- Träm, M. (2010). The New Face of Globalization: Seven Key Trends and the Critical Need to Innovate. In: Ijoui, R., Ceyp, M., Emmerich, H., und Hagen, J., (Hrsg.), *Globalization 2.0*. Springer.
- Tsai, K.-H. (2009). Collaborative networks and product innovation performance: Toward a contingency perspective. *Research Policy*, 38(5):765–778.
- Tsai, W. (2001). Knowledge Transfer in Intraorganizational Networks: Effects of Network Position and Absorptive Capacity on Business Unit Innovation and Performance. *Academy of Management Journal*, 44(5):996–1004.
- Tsang, E. W. (1998). Motives for strategic alliance: A resource-based perspective. *Scandinavian Journal of Management*, 14(3):207–221.
- Tsang, E. W. (2000). Transaction cost and resource-based explanations of joint ventures: A comparison and synthesis. *Organization Studies*, 21(1):215–242.
- Tung, R. L. (2002). Building Effective Networks. *Journal of Management Inquiry*, 11(2):94–101.
- Turner, L. (1990). NUMMI - Japanische Produktionskonzepte in den USA. In: Muster, M. und Richter, U., (Hrsg.), *Mit Vollgas in den Stau: Automobilproduktion, Unternehmensstrategien*

- und die Perspektiven eines ökologischen Verkehrssystems, S. 78–87. VSA Verlag, Hamburg.
- Ulrich, K. (1995). The role of product architecture in the manufacturing firm. *Research Policy*, 24(3):419–440.
- Uzzi, B. (1997). Social structure and competition in interfirm networks: The paradox of embeddedness. *Administrative Science Quarterly*, 42(1):35–67.
- van de Vrande, V., de Jong, J. P., Vanhaverbeke, W., und de Rochemont, M. (2009). Open innovation in SMEs: Trends, motives and management challenges. *Technovation*, 29(6-7):423–437.
- van Echtelt, F. E. A., Wynstra, F., van Weele, A. J., und Duysters, G. (2008). Managing supplier involvement in new product development: A multiple-case study. *Journal of Product Innovation Management*, 25(2):180–201.
- van Liere, D. W. (2007). *Network Horizon and the Dynamics of Network Positions: A Multi-Method Multi-Level Longitudinal Study of Interfirm Networks*. Dissertation, Erasmus University Rotterdam.
- Verband der Automobilindustrie (2000). Jahresbericht.
- Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (2011). Maschinenbau in Zahlen und Bild.
- Veugelers, R. und Cassiman, B. (2005). R&D cooperation between firms and universities. Some empirical evidence from Belgian manufacturing. *International Journal of Industrial Organization*, 23(5-6):355–379.
- von Hippel, E. (1986). Lead users: a source of novel product concepts. *Management Science*, 32(7):791–805.
- Wagner, S. M. (2003). Intensity and Managerial Scope of Supplier Integration. *The Journal of Supply Chain Management*, 4:4–15.
- Wagner, S. M. und Hoegl, M. (2006). Involving suppliers in product development: Insights from R&D directors and project managers. *Industrial Marketing Management*, 35(8):936–943.
- Walker, B., Gunderson, L., Kinzig, A., Folke, C., Carpenter, S., und Schultz, L. (2006). A handful of heuristics and some propositions for understanding resilience in social-ecological systems. *Ecology and Society*, 11(1):13–27.
- Wallentowitz, H., Freialdenhoven, A., und Olschewski, I. (2009). *Strategien in der Automobilindustrie*. Vieweg + Teubner, Wiesbaden, 1. Auflage.
- Weiber, R. und Mühlhaus, D. (2010). *Strukturgleichungsmodellierung*. Springer-Lehrbuch. Springer, Heidelberg et al.
- Wheelwright, S. C. und Clark, K. B. (1994). *Revolution der Produktentwicklung*. Campus-Verlag, Frankfurt/Main.
- Wildemann, H. (1992). Entwicklungsstrategien für Zuliefererunternehmen. *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, 4(4):391–413.
- Wildemann, H. (2004). *Entwicklungstrends in der Automobilindustrie und Zulieferindustrie*. Transfer-Centrum für Produktionslogistik und Technologie-Management, München.
- Wildemann, H. (2006). In- und Outsourcing in der Automobil- und Zuliefererindustrie. In: Wojda, F. und Berth, A., (Hrsg.), *Innovative Kooperationsnetzwerke*, S. 232–246. DUV Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden.
- Wincent, J., Anokhin, S., und Boter, H. (2009). Network board continuity and effectiveness of open innovation in Swedish strategic small-firm networks. *R&D Management*, 39(1):55–67.

- Winch, G. M. und Courtney, R. (2007). The organization of innovation brokers: An international review. *Technology Analysis & Strategic Management*, 19(6):747–763.
- Wissema, J. G. und Euser, L. (1991). Successful innovation through inter-company networks. *Long Range Planning*, 24(6):33–39.
- Witt, U. (1986). Evolution and stability of cooperation without enforceable contracts. *Kyklos*, 39(2):245–266.
- Wolff, H.-G. und Bacher, J. (2010). Hauptkomponentenanalyse und explorative Faktorenanalyse. In: Wolf, C. und Best, H., (Hrsg.), *Handbuch der sozialwissenschaftlichen Datenanalyse*, S. 333–365. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Wright, M. und Lockett, A. (2003). The structure and management of alliances: Syndication in the venture capital industry*. *Journal of Management Studies*, 40(8):2073–2102.
- Wu, F., Li, H., Chu, L., und Sculli, D. (2013). Supplier selection for outsourcing from the perspective of protecting crucial product knowledge. *International Journal of Production Research*, 51(5):1508–1519.
- Wynstra, F. und Pierick, E. T. (2000). Managing supplier involvement in new product development: A portfolio approach. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 6(1):49–57.
- Wynstra, F., Van Weele, A., und Weggemann, M. (2001). Managing supplier involvement in product development: Three critical issues. *European Management Journal*, 19(2):157–167.
- Wynstra, F., von Corswant, F., und Wetzels, M. (2010). In Chains? An Empirical Study of Antecedents of Supplier Product Development Activity in the Automotive Industry. *Journal of Product Innovation Management*, 27(5):625–639.
- Yang, J., Wang, J., Wong, C., und Lai, K. (2008). Relational stability and alliance performance in supply chain. *Omega*, 36(4):600–608.
- Yeung, J. H. Y., Selen, W., Zhang, M., und Huo, B. (2009). The effects of trust and coercive power on supplier integration. *International Journal of Production Economics*, 120(1):66–78.
- Yoshimura, M. (2005). Decision support system for selecting collaborative product development partners. *Concurrent Engineering*, 13(1):5–11.
- Zahn, E. und Hülsmann, O. (2007). Unternehmensnetzwerke - eine strategische Option. In: Sanz, F. J. G., Semmler, K., und Walther, J., (Hrsg.), *Die Automobilindustrie auf dem Weg zur globalen Netzwerkkompetenz*, S. 109–127. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Zahn, E., Kapmeier, F., und Tilebein, M. (2006). Formierung und Evolution von Netzwerken - ausgewählte Erklärungsansätze. In: Wojda, F. und Berth, A., (Hrsg.), *Innovative Kooperationsnetzwerke*, S. 129–150. DUV Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden.
- Zahra, S. und George, G. (2002). Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension. *Academy of Management Review*, 27(2):185–203.
- Zeng, S., Xie, X., und Tam, C. (2010). Relationship between cooperation networks and innovation performance of SMEs. *Technovation*, 30(3):181–194.
- Zentes, J. und Swoboda, B. (2002). Virtuelle Netzwerke - Entwicklungsrichtung für Verbundgruppen des Handels? In: Möhlenbruch, D. und Hartmann, M., (Hrsg.), *Der Handel im Informationszeitalter: Konzepte - Instrumente - Umsetzung*, S. 129–150. Gabler Verlag, Wiesbaden.

Lebenslauf - Nils Altfeld

Der Lebenslauf ist in der Online-Version aus Gründen des Datenschutzes nicht enthalten.