

Lehrstuhl für Produktentwicklung
der Technischen Universität München

Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken – ein Modell am Beispiel der Automobilindustrie

Willem Cornelis Keijzer

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Maschinenwesen der Technischen Universität
München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktor-Ingenieurs

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr.-Ing. G. Reinhart
Prüfer der Dissertation: 1. Univ.-Prof. Dr.-Ing. U. Lindemann
2. Hon.-Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. H.-H. Braess

Die Dissertation wurde am 28.06.2007 bei der Technischen Universität München
eingereicht und durch die Fakultät für Maschinenwesen
am 08.10.2007 angenommen.

VORWORT DES HERAUSGEBERS

Problemstellung

Automobilhersteller und -zulieferer arbeiten verstärkt in komplexen Unternehmensnetzwerken zusammen, in denen die Entwicklung von Fahrzeugen oder Teilen davon in einem eng vernetzten Zusammenwirken unterschiedlicher Unternehmen stattfindet. Das technische, gesellschaftliche, wirtschaftliche, ökologische, politische sowie rechtliche Umfeld verändert sich dabei mit zunehmender Geschwindigkeit. Hinzu kommen Veränderungen, beispielsweise durch Managemententscheidungen, deren Ursachen im Netzwerk selbst begründet liegen. Dies alles führt dazu, dass die Wandlungsfähigkeit als Erfolgsfaktor an Bedeutung gewinnt. Es fehlen jedoch bislang Konzepte, die die Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken beschreiben und Empfehlungen vorschlagen, wie mit den Veränderungen umgegangen werden soll. Insbesondere in der betrieblichen Praxis wird häufig auf eine mangelnde Anpassungsfähigkeit in kollaborativen Fahrzeugprojekten hingewiesen.

Zielsetzung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist somit die Entwicklung eines Modells, welches sich eignet die Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken systematisch zu beschreiben. Auf der Grundlage des Modells sollen praxisrelevante Handlungsempfehlungen für die Gestaltung von Entwicklungsnetzwerken am Beispiel der Automobilindustrie abgeleitet werden. Das Ergebnis soll sowohl theoretische Grundlagen als auch Erfahrungen aus der betrieblichen Praxis berücksichtigen.

Ergebnisse

Als Basis für das Lösungsmodell werden umfangreiche theoretische und praxisbezogene Grundlagen behandelt. Dabei wird unter anderem auf die Gestaltung und das Management von Entwicklungsnetzwerken eingegangen. Das Ergebnis der Arbeit besteht aus einem Lösungsmodell, das die Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken systematisch in Form eines Regelkreises beschreibt. Es wird dabei sowohl beschrieben, wie interne und externe Wandlungstreiber wahrgenommen und bewertet werden als auch wie sie in einem Entwicklungsnetzwerk wirken.

In einem weiteren Schritt wird ein Analyserahmen vorgestellt, der die Beschreibung unterschiedlicher Netzwerktypen ermöglicht. Auf der Grundlage des Lösungsmodells werden Gestaltungsprinzipien und Erfolgsfaktoren für Entwicklungsnetzwerke unter besonderer Berücksichtigung der Wandlungsfähigkeit abgeleitet. Das Lösungsmodell sowie die vorgeschlagenen Handlungsempfehlungen werden schließlich anhand von zwei konkreten Fallstudien in der industriellen Praxis der Automobilindustrie angewendet und verifiziert.

Folgerungen für die industrielle Praxis

Entwicklungsnetzwerke genießen in der betrieblichen Praxis ein hohes Maß an Aufmerksamkeit. Die vorliegende Arbeit erhöht das Verständnis für die Wandlungsfähigkeit dieser Netzwerkstrukturen und ermöglicht es diese systematisch zu beschreiben. Manager in Entwicklungsnetzwerken werden dabei unterstützt, mit Veränderungen im Netzwerk oder in dessen Umfeld besser umgehen zu können.

Das Modell kann sowohl bei der Gestaltung von neuen Netzwerkstrukturen als auch bei der Optimierung bereits bestehender Entwicklungsnetzwerke angewendet werden. In beiden Fällen liefern die vorgeschlagenen Handlungsempfehlungen dabei konkrete Ansatzpunkte.

Folgerungen für Forschung und Wissenschaft

Für die Forschung und Wissenschaft im Bereich unternehmensübergreifender Entwicklungsstrukturen bildet die Arbeit eine ausführliche theoretische Rahmenkonzeption auf der Basis vielfältiger Grundlagen. Darüber hinaus trägt die Arbeit maßgeblich zum Verständnis und zur Beschreibung der Wandlungsfähigkeit im Umfeld der Produktentwicklung bei, die in der praxisnahen Forschung weiterentwickelt werden kann. Der Lösungsansatz bietet eine gute Ausgangsbasis für weitergehende wissenschaftliche Untersuchungen, beispielsweise hinsichtlich der Messbarkeit der Wandlungsfähigkeit als solcher wie auch der daraus resultierenden wirtschaftlichen Effekte.

München, im Dezember 2007

Prof. Dr.-Ing. Udo Lindemann
Lehrstuhl für Produktentwicklung
Technische Universität München

DANKSAGUNG

Die vorliegende Arbeit habe ich als Doktorand unter der Betreuung von Prof. Dr.-Ing. Udo Lindemann (Lehrstuhl für Produktentwicklung der Technischen Universität München) und Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Hans-Hermann Braess (ehem. Forschungsleiter bei BMW) verfasst.

Mein besonderer Dank gilt daher Professor Lindemann für das Vertrauen, das er mir entgegenbrachte, für die hervorragende Betreuung meiner Arbeit sowie für seine vielfältigen Anregungen in den interessanten gemeinsamen Diskussionen. Ich bedanke mich gleichermaßen bei Professor Braess für sein Engagement und seine ausgezeichnete Unterstützung, die vielen anregenden Diskussionen sowie für die Übernahme der Zweitberichterstattung. Für die Übernahme des Vorsitzes der Prüfungskommission danke ich herzlich Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart.

Bei meinen ehemaligen Kollegen der BMW Group bedanke ich mich für ihre Unterstützung bei meinem Vorhaben sowie für die angenehme und erfolgreiche Zusammenarbeit in den unterschiedlichen Praxisprojekten. Eine bedeutende Unterstützung waren für mich auch meine Partner der CNX Consulting, insbesondere Dr. Heiko Seif. Ihr Verständnis Interesse, die tiefgehenden fachlichen Diskussionen sowie die Durchsicht meiner Arbeit weiß ich sehr zu schätzen.

Über die Laufzeit der Dissertation hat mich eine Vielzahl weiterer Personen begleitet, die zum Gelingen dieser Arbeit maßgeblich beigetragen haben. Stellvertretend möchte ich mich bei einigen von Ihnen herzlich bedanken - bei Matthias Kreimeyer für die zahlreichen interessanten Diskussionen, die konstruktive Anregungen und für die intensive Durchsicht meiner Arbeit; bei Herbert Köpplinger für seine Unterstützung in der Anfangsphase meiner Dissertation sowie für die Impulse im Rahmen der Network of Automotive Excellence Initiative. Nina Kreuzpointner und Till Fuhlbrück danke ich für den interessanten Austausch im Rahmen der von mir betreuten Diplomarbeiten, Diana Drousch für ihre Hilfe bei der Formatgestaltung meiner Arbeit. Mein ganz besonderer Dank gilt auch Jennifer Ladda für ihre vielfältige Unterstützung, ohne die ich die Arbeit nicht so erfolgreich zu Ende hätte bringen können.

Abschließend möchte ich mich bei meinen Freunden und bei meinen Eltern bedanken, für ihr Interesse, ihr Verständnis und für ihre Motivation während meiner Dissertation sowie für die Möglichkeit auch ab und zu mal abschalten zu können.

München, im Dezember 2007

Willem Cornelis Keijzer

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung	1
1.1 Einführung	1
1.1.1 Veränderungen in der Automobilindustrie	2
1.1.2 Auswirkungen auf die Produktentwicklung	8
1.1.3 Konsequenzen für die Wertschöpfungsstrukturen in der Automobilindustrie	10
1.2 Zentrale Problemstellung und Zielsetzung	11
1.3 Wissenschaftlicher Ansatz und Erfahrungsgrundlage	13
1.4 Aufbau der Arbeit	15
2. Theoretischer Bezugsrahmen zur Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken	19
2.1 Systemtheoretische Grundlagen	19
2.1.1 Systemdefinition	20
2.1.2 Allgemeine Systemtheorie	22
2.1.3 Kybernetik	23
2.1.4 Neuere Systemtheorie	24
2.1.4.1 Autopoietische Systeme	25
2.1.4.2 Selbstorganisation	25
2.1.5 Systems Engineering	26
2.2 Neue Institutionenökonomik	28
2.2.1 Property-Rights-Theorie	29
2.2.2 Transaktionskostentheorie	29
2.2.3 Principal-Agent-Theorie	32
2.3 Weitere relevante Theorien	33
2.3.1 Spieltheorie	33
2.3.2 Ressourcenorientierter Ansatz und Kernkompetenzansatz	35

2.4	Kritische Würdigung und Fazit	36
2.4.1	Unternehmensnetzwerke aus Sicht der betrachteten Theorien	36
2.4.1.1	Unternehmensnetzwerke aus Sicht der Systemtheorie	36
2.4.1.2	Unternehmensnetzwerke aus Sicht der betriebswirtschaftlich orientierten Theorien	37
2.4.2	Wandlungsfähigkeit aus Sicht der vorgestellten Theorien	39
2.4.3	Interdependenzen zwischen den betrachteten Theorien	40
2.4.4	Fazit	43
3.	Konzeptionelle Grundlagen von Entwicklungsnetzwerken	45
3.1	Zum Begriff Unternehmensnetzwerke	45
3.2	Typologie von Netzwerkstrukturen	47
3.2.1	Typologie von technischen Netzwerken	48
3.2.2	Typologie von Unternehmensnetzwerken	52
3.2.3	Fazit: Typologien und Netzwerke	55
3.3	Management von Netzwerkorganisationen	57
3.3.1	Anbahnungsphase	58
3.3.2	Gestaltungsphase	63
3.3.2.1	Zwischenbetriebliche Vereinbarungen	65
3.3.2.2	Organisatorische Vernetzung	66
3.3.2.3	Infrastrukturelle Vernetzung	69
3.3.3	Betriebsphase	70
3.3.4	Rekonfigurationsphase	71
3.3.5	Phasenübergreifende Gestaltungskriterien	72
3.4	Die Bedeutung des Netzwerkmanagers	74
3.5	Netzwerke in der Automobilindustrie	76
3.5.1	Historische Betrachtungsweise	76
3.5.2	Aktuelle Netzwerke in der Automobilindustrie	76
3.5.3	Zukünftige Entwicklungen	78
3.6	Produktentwicklung in Unternehmensnetzwerken	79
3.6.1	Merkmale der Produktentwicklung	79
3.6.2	Zielsystem der Produktentwicklung	80

3.6.3	Objektsystem der Produktentwicklung	80
3.6.4	Prozesssystem der Produktentwicklung (Ablauforganisation)	82
3.6.5	Handlungssystem der Produktentwicklung (Aufbauorganisation)	88
3.7	Fazit: Entwicklungsnetzwerke	93
4.	Wandlungsfähigkeit als Erfolgsfaktor in Entwicklungsnetzwerken	95
4.1	Begriffsdefinition	95
4.1.1	Flexibilität und Stabilität	97
4.1.2	Reaktionsfähigkeit	100
4.2	Dimensionen des Wandels	100
4.3	Ursachen und Auswirkung von Wandel	102
4.3.1	Systemtheoretische Begründung der Wandlungsfähigkeit	102
4.3.1.1	Komplexität und Komplexitätsbeherrschung	102
4.3.1.2	Lenkung (Steuerung und Regelung)	105
4.3.1.3	Das kybernetische Modell lebensfähiger Systeme	108
4.3.2	Die Wirkungsweise des Wandels	112
4.4	Grenzen der Wandlungsfähigkeit	113
4.4.1	Die Wirtschaftlichkeit der Wandlungsfähigkeit	114
4.4.2	Mentale Verträglichkeit von Wandel	114
4.4.3	Handeln in komplexen Systemen	116
4.5	Fazit: Wandlungsfähigkeit	116
5.	Modell zur Beschreibung der Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken	119
5.1	Modellstruktur	119
5.2	Beschreibung der Wandlungsfähigkeit in der Produktentwicklung	121
5.2.1	Veränderungstreiber (Störgrößen)	121
5.2.2	Beobachtung und Bewertung der Veränderungstreiber (Messglied)	123
5.2.3	Entscheidung und Umsetzung des Wandels (Stellglied)	128
5.2.4	Verlauf des Wandels	130
5.2.5	Wandlungsobjekte (Regelstrecke)	132
5.2.5.1	Zielsystem	132
5.2.5.2	Objektsystem	133

5.2.5.3	Prozesssystem	134
5.2.5.4	Handlungssystem	134
5.2.6	Wandlungsbefähiger und Wandlungshemmer	135
5.3	Analyserahmen für ausgewählte Netzwerktypen	136
5.4	Gestaltungsprinzipien für Entwicklungsnetzwerke	137
5.4.1	Anwendung der Theorien auf Entwicklungsnetzwerke	138
5.4.2	Methoden der Komplexitätsbewältigung bei der Gestaltung von Entwicklungsnetzwerken	140
5.4.3	Erfolgsfaktoren und Handlungsempfehlungen	142
5.4.3.1	Zielsystem	142
5.4.3.2	Objektsystem	143
5.4.3.3	Prozesssystem	144
5.4.3.4	Handlungssystem	146
5.5	Fazit: Beschreibung der Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken	154
6.	Fallstudien zur Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken	157
6.1	Fallstudie 1: Virtueller Projektraum	157
6.1.1	Situationsbeschreibung	157
6.1.2	Anwendung des Modells zur Beschreibung der Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken	158
6.1.2.1	Veränderungstreiber	158
6.1.2.2	Beobachtung und Bewertung	158
6.1.2.3	Veränderungsbedarfe	159
6.1.2.4	Umsetzung anhand der Wandlungsobjekte	160
6.1.3	Ergebnisse und Bewertung	163
6.2	Fallstudie 2: Fahrwerkentwicklung in einem Entwicklungsnetzwerk	165
6.2.1	Situationsbeschreibung	165
6.2.2	Anwendung des Modells zur Beschreibung der Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken	166
6.2.2.1	Veränderungstreiber	166
6.2.2.2	Beobachtung und Bewertung	166
6.2.2.3	Veränderungsbedarfe	168
6.2.2.4	Umsetzung anhand der Wandlungsobjekte	168

6.2.3	Ergebnisse und Bewertung	170
6.3	Reflexion: Praktische Überprüfung des Modells anhand von zwei Fallstudien	171
7.	Zusammenfassung und Ausblick	173
7.1	Zusammenfassung	173
7.2	Ausblick	178
8.	Literaturverzeichnis	181
9.	Anhang	215
9.1	Anhang A: Beispielhafte Darstellung von Ausprägungen der Netzwerktypologien anhand eines Analyserahmens	215
9.2	Anhang B: Glossar	219
10.	Dissertationsverzeichnis des Lehrstuhls für Produktentwicklung	225

1. Einleitung

1.1 Einführung

Die Organisationsform der Unternehmensnetzwerke erfreut sich in den letzten Jahren in Wissenschaft und Praxis großer Aufmerksamkeit. Der allgemeine Trend zur Fokussierung auf die Kernkompetenzen und die daraus resultierende Reduzierung der Entwicklungs- und Fertigungstiefe haben zumindest in der Automobil- und Zuliefererindustrie dazu geführt, dass die Hersteller die zwischenbetriebliche Arbeitsteilung gesteigert und diese in ein netzwerkartiges Kooperationsumfeld eingebettet haben¹.

Die Zunahme der Arbeitsteilung und die situationsabhängige Bündelung der richtigen Fähigkeiten und Kompetenzen in zeitlich und räumlich begrenzten Kooperationen wird im Wesentlichen als eine Antwort auf die globalen Trends der Globalisierung und des Wandels von Verkäufer- zu Käufermärkten verstanden.

Die Globalisierung als „Prozess der Ausdehnung von Unternehmen über Ländergrenzen und Regionen hinweg mit dem Ziel der Optimierung des globalen Marktanteils“ (GIERHARDT 2002, S. 13) hat zu Folge, dass die geografische Reichweite betrieblicher Koordinationsformen ausgeweitet wird. Dieser Trend wird durch den Abbau von geopolitischen Markteintrittsbarrieren weiter gefördert. Als Auslöser gelten unter anderem Technologien, die zur Reduktion von Transportkosten von Gütern und Informationen beitragen. Der Wandel von Verkäufer- zu Käufermärkten (EHRENSPIEL 2003, S. 227) äußert sich durch eine erhöhte Serviceorientierung und die dadurch erzeugte Komplexität sowie den Bedarf einer erhöhten Reaktionsgeschwindigkeit auf die von Verbrauchern getriebenen Veränderungen.

Die aktuellen und zukünftigen Entwicklungen in der Automobilindustrie verursachen eine zunehmende Turbulenz, auf die Hersteller und Zulieferer schnell und flexibel reagieren müssen. Dadurch gewinnt die Wandlungsfähigkeit von Unternehmensnetzwerken als Erfolgsfaktor in der Automobilindustrie zunehmend an Bedeutung.

Die Entwicklung von neuen, marktfähigen Produkten spielt dabei eine zentrale Rolle. Einerseits ist dies so, weil sie die Wettbewerbssituation eines Unternehmensnetzwerkes maßgeblich bestimmt, andererseits, weil bereits ein Großteil der Produkteigenschaften und der

¹ Die Bildung von Netzwerkk Kooperationen ist kein grundsätzlich neues Phänomen, das es nur in den letzten Jahren zu beobachten gibt. SYDOW spricht in diesem Zusammenhang von einer „traditionellen Organisationsform mit Zukunft“ (SYDOW 1992, S. 54 f.). Bezüglich der Gestaltung aktueller Netzwerkorganisationen gilt die Automobilindustrie als einer der Vorreiter (SYDOW 1992, S. 20 ff.).

Kosten des gesamten Lebenszyklus in der Entwicklungsphase festgelegt werden (EHRENSPIEL et al. 2005, S. 12 ff.).

1.1.1 Veränderungen in der Automobilindustrie

Die Automobilindustrie steht nach der Fließbandfertigung von Henry Ford (TAYLOR 1911) und der Lean Production von Toyota (WOMACK et al. 1990) vor einer grundsätzlich neuen Revolution der Arbeitsorganisation (RADTKE et. al. 2004, S.11). Im Folgenden werden die wesentlichen Trends und Veränderungen in der Automobilindustrie anhand der Wettbewerbsaspekte Innovation, Zeit, Qualität sowie Kosten und Preise aufgezeigt und deren Konsequenzen abgeleitet.

Innovationswettbewerb

Die Automobilhersteller und ihre Zulieferer stehen unter einem stetig wachsenden Innovationsdruck² (RADTKE 2004, S. 21 ff.). Als Konsequenz entsteht ein Kompetenzwettbewerb zwischen den Unternehmen der Automobilindustrie. Wesentliche Entwicklungen in Bezug zum Innovationswettbewerb sind:

- Der Kunde verlangt immer stärkere Berücksichtigung persönlicher Wünsche bzgl. Komfort, Sicherheit und Individualisierung (LINDEMANN et. al. 2006, S. 9 ff., LINDEMANN & PONN 2004). Die dadurch zunehmende Modell- und Variantenvielfalt führt zu einer Zunahme der Komplexität (ALDERS 2006). So gibt es für den 7er BMW bereits bis zu 10^{17} theoretische Kombinationsmöglichkeiten (KLAMER 2002).
- Die Globalisierung trägt zur Variantenvielfalt bei, indem viele länderspezifische Anforderungen berücksichtigt werden müssen. Einerseits handelt es sich hierbei um gesetzliche Vorgaben, andererseits um länderspezifische Kundenpräferenzen³. Verstärkt wird dieser Trend dadurch, dass das Wachstum in der Automobilindustrie aktuell überproportional außerhalb der Triade (USA, Westeuropa, Japan) stattfindet (MERCER MC & FRAUNHOFER GES. 2004, S. 23).
- Die Automobilindustrie ist aufgrund gesetzlicher Anforderungen – z.B. in den Bereichen der Emission (Schadstoffe wie Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe und zunehmend Partikel, Stickoxide sowie Außengeräusche), der Umweltverträglichkeit oder Sicherheit – gezwungen, Innovationen vorzunehmen (BRAESS & SEIFFERT 2005, S. 10 ff.). Die Erreichung der Zielvorgaben der Altauto-Richtlinie – bei der sich die

² „...Innovationen sind im Ergebnis qualitativ neuartige Produkte oder Verfahren, die sich gegenüber dem vorangehenden Zustand merklich – wie immer das zu bestimmen ist – unterscheiden. Die Neuartigkeit muss dabei wahrgenommen werden können. Das reine Hervorbringen der Idee genügt nicht: der Verkauf oder die Nutzung unterscheidet Innovation von Invention.“ (HAUSCHILDT 1997, S. 6).

³ Der Volkswagen Gol wurde beispielsweise in Brasilien entwickelt und wird primär für den lateinamerikanischen Markt produziert.

Wiederverwendung und Verwertung bei allen Altfahrzeugen bis zum Jahr 2015 auf 95 % des durchschnittlichen Fahrzeuggewichts belaufen soll – fordert beispielsweise große Anstrengungen der Automobilindustrie.

- Der Bedarf an aktiver und passiver Sicherheit wird auch künftig und trotz verbesserter Unfallstatistiken⁴ ein bedeutender Treiber für Innovationen sein.
- Leichtbaukonzepte mit neuen Werkstoffen wie hochfeste Stähle, Metallschäume, Magnesium, Keramik oder Aluminium werden helfen, den Kraftstoffeinsatz weiter zu reduzieren, ohne bei Komfort und Sicherheit Kompromisse eingehen zu müssen. Die neuen Werkstoffe setzen häufig auch neue, innovative Fertigungsprozesse wie beispielsweise Warmumformen für die Umformung komplexer Geometrien voraus.
- Elektrik, Elektronik und Software werden Mechanik und Hydraulik weiter ergänzen und teilweise zurückdrängen. Der Elektronik- bzw. Softwareanteil im Fahrzeug wird nach Expertenmeinung von durchschnittlich 22 % im Jahr 2000 auf 35 % des Fahrzeugwertes im Jahr 2010 ansteigen (SCHACHT & DANNENBERG 2002). Für das Luxussegment liegen die Werte noch höher. Die Software ermöglicht das Zusammenwachsen von Einzelsystemen im Fahrzeug zu vernetzten Systemen⁵.
- Die Produktdifferenzierung wird zunehmend über die Softwareeinstellungen vorgenommen. So können beispielsweise Motorsteuerung, Fahreigenschaften oder Benutzerschnittstellen individuell angepasst werden.
- Um neue Geschäftsfelder erschließen zu können, konzentrieren sich die Automobilhersteller zunehmend auf erweiterte Geschäftsmodelle, die über das Entwickeln, Produzieren und Vertreiben von Automobilen hinausgehen. Diese variieren von Dienstleistungen im Bereich Finanzen (Leasing, Finanzierung) bis hin zu Dienstleistungen im Fahrzeug (beispielsweise Telematik-Anwendungen), die von den Möglichkeiten der Informations- und Kommunikationstechnologie getrieben sind⁶.

Die hier beschriebenen Entwicklungen in der Automobilindustrie führen auf der einen Seite zu zahlreichen technischen Innovationen in Fahrzeug und Fertigungsprozess und werden auf

⁴ Die Anzahl der Verkehrstoten als Funktion der Fahrleistung in Fahrzeugkilometer ist in Deutschland im Zeitraum von 1970 bis 2003 um 86 % zurückgegangen (BRAESS & SEIFFERT 2005, S. 432). Zur weiteren Senkung hat die EU die eSafety-Initiative mit dem Ziel gestartet, die Anzahl der Verkehrstoten in Europa, bezogen auf ca. 40 000 Tote, zwischen 2000 und 2010 zu halbieren (EUROPEAN COMMISSION 2001).

⁵ Der Softwareumfang im Fahrzeug verdoppelt sich dabei alle 18 Monate (SOFTWARE OFFENSIVE BAYERN 2003, S. 12).

⁶ Es ergeben sich Möglichkeiten von Teleservice und -wartung über Reise- und Verkehrsinformationen bis hin zur Integration von anderen Verkehrssystemen wie der Bahn. Letzteres führt zu ganzheitlichen Mobilitätskonzepten, die weit über das Automobil hinausgehen (MIETSCH 2004).

der anderen Seite erst durch Innovationen ermöglicht. Nicht alle Innovationen werden gleichermaßen in allen Fahrzeugklassen eingesetzt. Insbesondere Innovationen, die zu einer Erhöhung des Komforts und der Individualisierung beitragen, finden zuerst in den Oberklasse-Fahrzeugen Einzug. Die Einführung in das Massensegment erfolgt dann in der Regel zu einem späteren Zeitpunkt. Die dadurch erzielten Skaleneffekte ermöglichen eine Verbilligung der neuen Technologien.

Zeitwettbewerb

Schnelligkeit und die Verkürzung von Time-to-Market⁷ spielen eine immer wichtigere Rolle im Wettbewerb. Schnelligkeit ist dabei kein Ziel für sich, sondern auch der richtige Zeitpunkt, um ein neu entwickeltes Produkt auf den Markt zu bringen ist entscheidend für die Wettbewerbsposition. Wesentliche Entwicklungen im Zeitwettbewerb sind:

- Die durchschnittlichen Entwicklungs-, Produktions- und Lieferzeiten werden weiter reduziert.⁸
- Der durchschnittliche Modelllebenszyklus verkürzt sich zunehmend, während sich gleichzeitig die durchschnittliche Lebensdauer der Fahrzeuge verlängert.
- Der Zeitpunkt der Markteinführung eines neuen Produktes ist wettbewerbsentscheidend. Eine Verschiebung kann zu erheblichen Absatzverlusten führen.

Qualitätswettbewerb

Die Qualitätsanforderungen⁹ der Automobilhersteller an die Zulieferer werden immer strikter (STOCKMAR 2004). Wesentliche Entwicklungen in Bezug zum Qualitätswettbewerb sind:

- Die Fehlerraten in der Elektrik/Elektronik im Fahrzeug sind relativ hoch. Ein wesentlicher Grund dafür ist die Vernetzung der unterschiedlichen elektronischen Systeme. Fast 40 % der Pannen sind auf Probleme mit der allgemeinen Elektrik und Elektronik zurückzuführen (ADAC 2006). Durch die hohe Aufmerksamkeit für diese Problematik haben Automobilhersteller und -zulieferer große Anstrengungen unternommen, anhand von verbesserten Technologien und Methoden diese Fehlerraten zu reduzieren.

⁷ Die Time-to-Market wird als Zeit von der ersten Produktidee oder Entwicklungsauftrag des Managements bis zur ersten Markteinführung definiert.

⁸ Die Entwicklung des Fiats Bravo stellt aus heutiger Sicht einen Grenzfall mit einer Serienentwicklung von nur 18 Monaten dar. Ermöglicht wurde diese Entwicklungszeit unter anderem durch den Einsatz virtueller Entwicklungs- und Absicherungsmethoden und den weitgehenden Verzicht auf physikalische Prototypen. (AUTOMOBIL INDUSTRIE 2007A).

⁹ Unter Qualität wird die Gesamtheit von Merkmalen und Ausprägungen einer Einheit bezüglich ihrer Eignung, verstanden, festgelegte und vorausgesetzte Eigenschaften zu erfüllen (LINDEMANN 2005, S. 290).

- Die Gewährleistung spielt bei der zunehmenden Arbeitsteilung eine wichtige Rolle. Die Automobilhersteller beziehen Zulieferumfänge häufig als „Black-Box“, deren Inhalt sie nicht bis ins letzte Detail kennen. Falls Qualitätsprobleme auftreten, wird der Lieferant der betreffenden Umfänge dafür verantwortlich gemacht (sofern diese zugeordnet werden können). Die Qualitätsprobleme belasten jedoch das Image des OEMs¹⁰.

Kosten- und Preiswettbewerb

Die Automobilindustrie steht unter einem großen Kostendruck (GAHR 2006). Die Automobilhersteller verlagern einen Teil des Kostendrucks auf ihre Lieferanten und erzeugen damit einen großen Effizienzdruck. Wesentliche Entwicklungen zum Kosten- und Preiswettbewerb sind:

- Durch die Globalisierung ist ein weltweiter Preisvergleich möglich geworden. Der weltweite Einkauf (Global Sourcing) ergänzt nun die Ein- oder Zweiquellenbelieferung (Single- oder Dual- Sourcing).
- Der Kunde ist nicht bereit, die Innovationen im Fahrzeug in vollem Umfang zu bezahlen und erwartet immer mehr Funktionalität bei gleich bleibenden Preisen. Die Preisentwicklung blieb in den letzten Jahren in allen wesentlichen Fahrzeugklassen innovationsbereinigt etwa gleich, während die technische Ausstattung erweitert wurde (MCKINSEY 2003, S. 13 f.).
- Die Automobilhersteller verlagern zunehmend das Ertragsrisiko auf ihre Lieferanten. Die Lieferanten übernehmen Risiko in Form von Entwicklungsaufwendungen, deren Amortisation nicht gesichert ist. Auch werden zunehmend Gewährleistungskosten bei Rückrufaktionen oder Garantiefällen direkt an die für die Entwicklung und Herstellung der betreffenden Teile verantwortlichen Lieferanten weitergegeben.

Konsequenzen

Die diskutierten Entwicklungen in der Automobilindustrie und die Erwartungen für den Zeitraum von 2010 bis 2015 werden in Tabelle 1.1 zusammengefasst.

¹⁰ OEM bedeutet *Original Equipment Manufacturer* und bezeichnet den Produzenten bzw. Hersteller von Produkten, die direkt unter einer eigenen Marke an den Endkunden vertrieben werden.

	Entwicklung	Erwartungen 2010 bis 2015
Innovationswettbewerb	<ul style="list-style-type: none"> • Zunehmende Modell- und Variantenvielfalt durch Individualisierung. • Gesetzliche Anforderungen treiben Innovationen. • Zunehmende Variantenvielfalt durch Globalisierung. • Zunahme Elektrik/Elektronik im Fahrzeug. • Produktdifferenzierung über Software. • Bedarf an aktiver und passiver Sicherheit treibt Innovationen. • Einsatz von neuen Werkstoffen. • Erweiterte Geschäftsmodelle. 	<ul style="list-style-type: none"> • Weiterhin Zunahme der Individualisierung, auch in den unteren Fahrzeugklassen. • Gesetzliche Anforderungen, insbesondere mit dem Bezug zur Umweltbelastung werden strenger (z.B. Emission, Recycling). • Überproportionales Wachstum außerhalb der Triade. • Durchschnittlich 35 % Elektronikanteil pro Fahrzeug im Jahr 2010, dennoch Fokussierung auf „sinnvolle“ Funktionen, um Komplexität zu reduzieren. • Individuelle Software ist derzeit erst am Anfang ihrer Entwicklung. • Sicherheit bleibt ein wichtiger Treiber für Innovationen und wird vom Gesetzgeber weiter gefordert. • Große Veränderungen, mittelfristig bleibt (leicht-)Metall jedoch dominant. • Hersteller werden größere Anteile ihres Umsatzes mit neuen Geschäftsmodellen realisieren, z.B. Finanzgeschäft, Betreibermodelle, Lizenzgeschäft.
Zeitwettbewerb	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion Entwicklungs-, Produktions-, und Lieferzeiten. • Reduktion Produktlebenszyklus. • Zunehmende Bedeutung Reaktionsgeschwindigkeit. 	<ul style="list-style-type: none"> • Weitere Reduktionen werden angestrebt, jedoch sind punktuell auch Rückverlagerungen zu beobachten. • Produktlebenszyklus < 6 Jahre. • Noch turbulenteres Umfeld.
Qualitätswettbewerb	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Fehlerraten Elektrik/Elektronik. • Gewährleistungsansprüche an Lieferanten nehmen zu. 	<ul style="list-style-type: none"> • Zunehmende Anteile Elektrik / Elektronik. Dennoch Steigerung der Qualität durch neue Technologien (z.B. FlexRay) und hoher Aufmerksamkeit der Hersteller. • Zunehmende Verlagerung Verantwortung auf Zulieferer.
Kosten- und Preiswettbewerb	<ul style="list-style-type: none"> • Global Sourcing ergänzt Single- und Dual-Sourcing. • Kunden bezahlen Innovationen nicht vollständig, Fehlen der Innovationen führt aber zu einem Absatzrückgang. • Zunehmende Verlagerung von Ertragsrisiken auf Lieferanten. 	<ul style="list-style-type: none"> • Wachstum außerhalb Triade überproportional, Qualität in Billigländer steigt. • Zunahme Innovationen, Kostenschere geht weiter auseinander. • Weitere Zunahme der Verlagerung von Wertschöpfungsanteilen zum Zulieferer.

Tabelle 1.1: Übersicht der Entwicklungen in der Automobilindustrie

Die aufgezeigten Entwicklungen haben signifikante Auswirkungen und führen zu einem schnellen und nachhaltigen Veränderungsprozess in der gesamten Automobilindustrie:

- Die Anzahl der Zielkonflikte (unter anderem Kosten, Qualität, Sicherheit, gesetzliche Anforderungen, zeitliche Anforderungen) sowie die Komplexität in der Automobilindustrie (Umfeldkomplexität, Technologiekomplexität, Modell- und Varianten-Komplexität, Methoden-, Verfahrens- und Einrichtungskomplexität, Prozess-Komplexität, Organisationskomplexität) nehmen zu (BRAESS 2004).
- Durch die kürzeren Modelllebenszyklen bei zugleich steigenden Entwicklungskosten je Fahrzeug (trotz Verbesserung der Entwicklungsmethoden) wächst der Kostendruck auf die Hersteller.
- Der Kundendruck, immer mehr Funktionalitäten für das gleiche Geld zu verlangen, führt zu einer Zunahme des Innovationswettbewerbs und zwingt Hersteller zu Kostensenkungen.
- Die Kompetenzverschiebung in Richtung Elektrik, Elektronik und Software sowie die Vernetzung verschiedener Bereiche im Fahrzeug stellen hohe Anforderungen an Arbeitssysteme und Qualifikationen in der Automobilindustrie.
- Um mit der Komplexität umgehen zu können und Koordinationskosten zu senken, erwarten Experten, dass der Wertschöpfungsanteil der OEMs von 35 % im Jahr 2002 auf 23 % im Jahr 2015 verringert wird (MERCER MC & FRAUNHOFER GES. 2004, S. 19). Die Automobilhersteller im Premium-Segment werden jedoch im Vergleich zu den Massenherstellern einen größeren Teil der Wertschöpfung selbst erbringen. Die Entscheidung über die zu verlagernden Wertschöpfungsanteile wird maßgeblich durch das Image der Marke bestimmt. Die markenprägenden Eigenschaften bleiben in Eigenregie der OEMs.
- Um unter anderem die Koordinationskosten zu senken, reduzieren die OEMs die Anzahl ihrer direkten Lieferanten. Experten erwarten, dass weltweit 30 bis 50 große Lieferanten die Entwicklung und Produktion der wesentlichen Systeme und Module im Fahrzeug abdecken werden (ROLAND BERGER 2000).
- Um unter anderem den zeitlichen Anforderungen gerecht zu werden und um die Qualität der zunehmend komplexeren Produkte sicherzustellen, erfolgt eine immer stärkere Einbindung der Lieferanten in die Prozesse und Systeme der OEMs über Werkzeuge der elektronischen Datenverarbeitung (EDV). Damit kann zunehmend flexibel auf Änderungen reagiert und Fehler können frühzeitig erkannt werden.
- Neben der technologischen Einbindung ist auch eine geografische Annäherung der Lieferanten an die Produktionsstandorte der OEMs zu beobachten. Hierdurch entstehen Lieferantenparks um die Werke der Hersteller herum. Die Lieferanten können dadurch in enger Abstimmung mit dem Hersteller die Module und Systeme genau in der benötigten Variante zum benötigten Zeitpunkt und auch in der richtigen Reihenfolge an das Montageband des Herstellers anliefern (just in time- bzw. just in sequence-Belieferung). In der Produktentwicklung entstehen Standorte, an denen Mitarbeiter des OEMs gemeinsam mit Entwicklern von Lieferanten (sog. Resident Engineers) Fahrzeuge entwickeln.

- Um die zunehmende Komplexität beherrschen zu können und die Zusammenarbeit zwischen einzelnen Unternehmen zu vereinfachen, werden übergreifende Standards in der Automobilindustrie vorangetrieben. Beispiele dafür sind AutoSar für Elektrik- und Elektronikarchitekturen im Fahrzeug, STEP für den Produktdatenaustausch und Odette im Bereich Entwicklungs- und Logistikdatenaustausch.
- Um erweiterte Services anbieten zu können, werden die Automobilhersteller mit Unternehmen zusammenzuarbeiten, die traditionell nicht zur Automobilindustrie gehören wie beispielsweise Unternehmen aus der Informationstechnologiebranche.

1.1.2 Auswirkungen auf die Produktentwicklung

Die in Abschnitt 1.1.1 beschriebenen Entwicklungen in der Automobilindustrie haben nachhaltige Auswirkungen auf die Produktentwicklung, da alle relevanten Faktoren des Life Cycles bereits in der Entwicklung berücksichtigt werden müssen. Im Folgenden werden die wesentlichen Auswirkungen auf die Produktentwicklung ausgeführt:

- Die Kombinatorik, die sich aus der Variantenvielfalt ergibt und die dazu führt, dass kaum ein Fahrzeug einem anderen gleicht sowie die zunehmenden Zielkonflikte müssen bereits in der Produktentwicklung berücksichtigt werden.
- Viele der benötigten Innovationen werden künftig noch stärker als heute von den Zulieferern ausgehen. Die Hersteller werden daher und durch die Fokussierung auf ihre Kernkompetenzen zunehmend Teile der Entwicklungswertschöpfung auf die Lieferanten verlagern. Abbildung 1.1 beschreibt die Verlagerung der Entwicklungswertschöpfung aus Sicht der Zulieferer, die laut Experten auf 63 % im Jahr 2015 zunehmen wird.

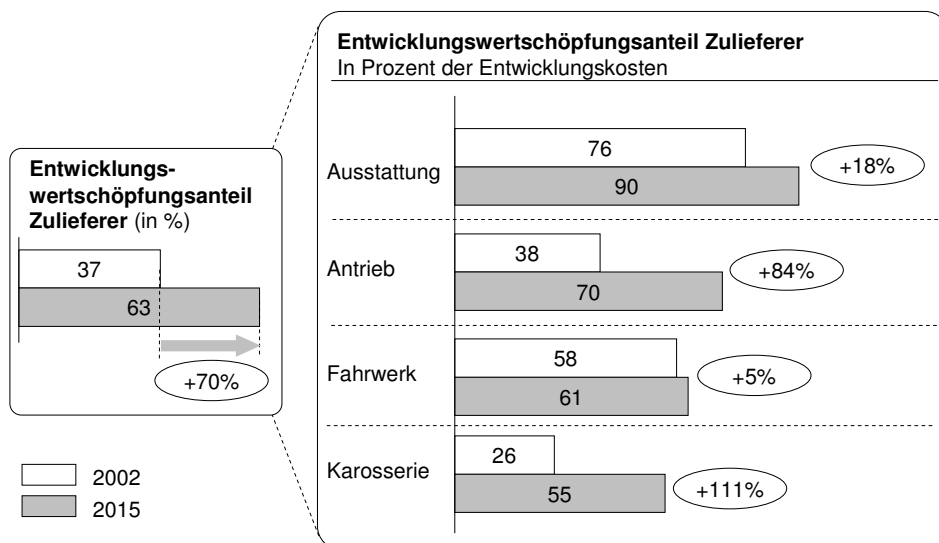


Abbildung 1.1: Die Entwicklungswertschöpfung der Zulieferer [MCKINSEY 2003, S. 54]

- Diese Verlagerung wird durch einzelne große Zulieferer verstärkt, die die Systemfähigkeit, ein Fahrzeug vom Lastenheft bis zum Gesamtfahrzeug entwickeln zu können, ausbauen¹¹.
- Insbesondere durch die zunehmende Bedeutung der Elektrik, Elektronik und Software im Fahrzeug müssen multidisziplinäre Produkte entwickelt werden (BRAESS 2003), z.B. in Form von Mechatronik, bei der die Disziplinen Maschinenbau, Informationstechnik und Elektronik intelligent zusammenwirken (GAUSEMEIER & MÖHRINGER 2003). Hierdurch entsteht eine Ergänzung von Kompetenzen von zum Beispiel reiner Hydraulik- oder Mechanikexperten zu Elektronik- und Mechatronikexperten. Durch die Verlagerung der Entwicklungswertschöpfung wird auch ein Ingenieurwandel von den OEMs in Richtung Zulieferer vollzogen werden müssen (RADTKE et. al. 2004, S. 161 ff.).
- Die multikriteriellen Produkt- und Prozessanforderungen an die Produktentwicklung und alle nachgelagerten Wertschöpfungsstufen werden steigen. Dies macht sich erstens durch die zunehmende Anzahl von Baureihen bemerkbar, bei denen Synergieeffekte zwischen den Baureihen und Derivaten eine wichtigere Rolle spielen. Das hat Auswirkungen auf die Kommunalität (gleichartige Teile und Prozesse sowie Modularisierung) und auf die verfügbaren Entwicklungskapazitäten, die nun für mehr Baureihen eingesetzt werden müssen. Zweitens müssen die zunehmenden gesetzlichen Anforderungen wie Recycling oder Emissionsvorgaben berücksichtigt werden. Drittens müssen verstärkt Lieferanten zum Beispiel über kollaboratives Projekt- und Änderungsmanagement integriert werden.
- Die Verkürzung der Innovationszyklen führt zu einer weiteren Parallelisierung der Entwicklungsarbeiten (Simultaneous Engineering, siehe Abschnitt 3.6.5) mit höheren Koordinationskosten. Die dadurch entstandenen zeitlichen und kapazitiven Engpässe werden durch spezialisierte Entwicklungsdienstleister oder durch Verlagerung von Entwicklungsumfängen auf Lieferanten aufgefangen.
- Die gemeinsamen Entwicklungsteams von Herstellern und Zulieferern arbeiten zunehmend in Entwicklungszentren zusammen, zumeist beim OEM. Die Einbindung der Entwicklungspartner erfolgt verstärkt auch in der frühen Phase der Produktentwicklung.
- Durch den verstärkten Zeitdruck und die zunehmende Anzahl der möglichen Varianten ist es nicht möglich, alle Varianten vor der Markteinführung zu testen. Dies führt insbesondere im Bereich der Elektrik/Elektronik – trotz neuerer automatischer Testverfahren – zu Problemen.

¹¹ Große Zulieferunternehmen (sog. Tier-0,5) wie Magna Steyr Fahrzeugtechnik (MSF) führen bereits die Fertigung kompletter Fahrzeuge im Auftrag von OEMs durch und sind auch in der Lage, komplette Fahrzeuge zu entwickeln.

- Das zunehmende Risiko in Forschung und Entwicklung durch Umlage auf geringere Stückkosten und ein höheres Gewährleistungsrisiko wird durch das Initiieren von gemeinsamen Entwicklungsprojekten zunehmend mit anderen Unternehmen geteilt.

1.1.3 Konsequenzen für die Wertschöpfungsstrukturen in der Automobilindustrie

Es wurde gezeigt, dass das Know-how für die notwendigen Innovationen der Zukunft eher bei den Zulieferern liegt. Die Zulieferer der Gegenwart sind meistens jedoch auf Einzelsysteme und -komponenten spezialisiert und besitzen meistens keine systemübergreifenden Kompetenzen. Dies führt zu einer Wertschöpfungsstruktur in Form einer Pyramide (WILDEMANN 2003) mit klassischen Hersteller- und Zuliefererbeziehungen, die funktional nach Komponenten, Modulen und Systemen gegliedert und hierarchisch geprägt sind.

Durch die veränderten Kompetenzen und die Integrationskomplexität werden die Fahrzeuggrenzen neu definiert. Diese neue Abgrenzung wirkt sich direkt auf die Wertschöpfungsstrukturen in der Automobilindustrie aus (DANILOVIC & BÖRJESSON 2001). Durch die Verknüpfung von Elektrik, Elektronik und Mechanik entstehen neue, wissensbasierte Synergien. Dadurch werden sich beispielsweise Entwicklungsdienstleister horizontal (vgl. Abschnitt 3.2.2) zur bestehenden Wertschöpfungskette aufstellen (RADTKE et. al. 2004, S.111 ff.).

Die Automobilhersteller erhöhen den Fremdbezug bei gleichzeitiger Reduzierung der direkten Lieferanten, die immer früher und stärker eingebunden werden. Aber auch Zulieferer untereinander sind nicht zuletzt wegen der geringen Eigenkapitaldecke gezwungen, die benötigten Innovationen über Kooperationen zu realisieren.

Dies alles führt zu stark verflochtenen Wertschöpfungsstrukturen, die immer mehr der Form eines komplexen Netzwerkes gleichen. Diese netzwerkartigen Kooperationsformen können als eine Antwort auf die oben beschriebenen Entwicklungen in der Automobilindustrie verstanden werden. Tabelle 1.2 gibt eine Übersicht der wesentlichen Vor- und Nachteile der zwischenbetrieblichen Kooperation und insbesondere der Zusammenarbeit in Netzwerkorganisationen¹² (dazu u. a. SYDOW 2001, S.306; HARLAND 2002, S. 1 ff.; EVERS 1998, S. 3 f.; KRYSZEK et al. 1997, S. 206 ff. sowie S. 227; ROYER 2000, S. 11 ff.). Diese Netzwerke können dabei unternehmensübergreifend, auf der Unternehmensebene (KEIJZER et. al. 2006) oder sogar auf der Ebene individueller Einzelprozesse (KREIMEYER et. al. 2007) existieren.

¹² Zu den Vor- und Nachteilen von Unternehmensnetzwerken im Vergleich zu Unternehmensakquisitionen (PADBERG. 2000).

Vorteile	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung der strategischen Flexibilität des Unternehmens. • Bündelung der richtigen Kompetenzen ist möglich. • Steigerung der Effizienz, indem auf organisationstypische Doppelarbeiten verzichtet wird. • Teilung von Investition bzw. Kosten und Streuung von Risiken. • Wissenstransfer (Know-how-Gewinn). • Erzielung von Zeitvorteilen. • Erreichung von Skaleneffekten. • Befriedigung lokaler Bedürfnisse durch Zugang vor Ort. • Zusammenlegung knapper Ressourcen. • Ausschöpfung von Synergiepotenzialen. • Bereicherung der Unternehmenskultur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es ist aus Sicht des Einzelunternehmens nur eine partielle Systembeherrschung möglich. • Erhöhter Kommunikationsaufwand und Infrastrukturkosten durch unternehmensübergreifende Arbeit. • Fehlende Managementkapazität. • Unterschiedliche oder gegenläufige Zielsetzungen. • Widerstände der Mitarbeiter. • Abhängigkeiten werden geschaffen. • Gefahr von Know-how- und Kompetenzabfluss. • Opportunistisches Verhalten der Partner. • Verlust der eigenen Identität. • Unterschiedliche Kulturen müssen lernen miteinander produktiv zusammen zu arbeiten. Es können dabei Reibungsverluste entstehen.

Tabella 1.2: Vorteile und Risiken der Zusammenarbeit in Netzwerken¹³

1.2 Zentrale Problemstellung und Zielsetzung

Aufgrund der im vorherigen Abschnitt dargestellten eingreifenden Veränderungen in der Automobilindustrie arbeiten Automobilhersteller und -zulieferer verstärkt in Netzwerken zusammen. Für die Produktentwicklung heißt dies, dass komplexe Entwicklungsaufgaben zunehmend in einer engen Verzahnung unterschiedlicher Unternehmen durchgeführt werden.

Ein Entwicklungsnetzwerk und die betroffenen Unternehmen stehen dabei in einer vielfältigen Austauschbeziehung mit ihrem Umfeld (Lieferanten, Entwicklungspartner, Kunden, Wettbewerber etc.). Das technische, gesellschaftliche, politische, rechtliche, ökonomische und ökologische Umfeld verändert sich aus Sicht eines Entwicklungsnetzwerkes mit zunehmender Geschwindigkeit (GAGSCH 2002, S. 12 ff.). Darüber hinaus ist ein Entwicklungsnetzwerk Veränderungen ausgesetzt, die netzwerksintern begründet sind, beispielsweise durch Managemententscheidungen. Somit gewinnt die Fähigkeit des Netzwerkes, mit diesen Veränderungen umgehen zu können, zunehmend an

¹³ Die hier dargestellten Vorteile und Risiken von Netzwerken gelten auch für Kooperationen (Unternehmensnetzwerke bauen auf Kooperationen auf, Abschnitt 3.1). Die Ausprägung der Vorteile und Risiken ist unterschiedlich, in der Regel ist die Wirkung in beide Richtungen bei Netzwerken stärker. So hat ein Unternehmen in einem Netzwerk im Vergleich zu einer Kooperation einen größeren Kompetenzpool zur Verfügung oder es sind größere Skaleneffekte erreichbar. Dagegen fordern Netzwerke beispielsweise einen höheren Kommunikationsaufwand und auch die Gefahr von opportunistischem Verhalten ist in der Regel größer.

Bedeutung. Die Veränderungsfähigkeit bzw. Wandlungsfähigkeit wird von einigen Autoren neben den klassischen Zielgrößen Zeit, Kosten und Qualität als einer der wichtigsten Faktoren für die Wettbewerbsfähigkeit gesehen (u. a. HERNÁNDEZ MORALES 2003, S. 8; WESTKÄMPER 1999).

Der Fokus in Bezug zur Wandlungsfähigkeit liegt in der ingenieurwissenschaftlichen Literatur bislang auf Produktionssystemen und Fabrikplanung (u. a. HERNÁNDEZ MORALES 2003; REINHART & HOFFMANN 2000; FÖRSTER 1999; HARTMANN 1995). Neben der Produktion bieten insbesondere die Produktentwicklung und auch der Vertrieb ein hohes Potenzial, die Wandlungsfähigkeit zu steigern (LINDEMANN 2004; BRAUN 2003, S. 61). Es fehlen bislang umfangreiche Konzepte, die die Wandlungsfähigkeit in der Produktentwicklung beschreiben und die vorschlagen, wie der Wandel zu begeben ist.

Das Massachusetts Institute of Technology (MIT) veröffentlichte Anfang der 90er-Jahre eine Studie, in der der europäischen Automobilindustrie eine im Vergleich zur japanischen Automobilindustrie zu geringen Anpassungsfähigkeit bescheinigt wird (WOMACK et al. 1990). Darüber hinaus wird in der betrieblichen Praxis die mangelnde Anpassungsfähigkeit der Projektorganisationen bei der kooperativen Fahrzeugentwicklung häufig beklagt (PANDER & WAGNER 2005, S. 30)¹⁴.

MILBERG (2002, S. 7) fügt dazu, dass Unternehmen nicht andauernd versuchen sollten, die Zukunft immer genauer zu planen, sondern die Fähigkeit ausbauen sollten, schnell auf Veränderungen reagieren zu können. Interne Flexibilität wird dabei über schnelle und flexible Kernprozesse erreicht (MILBERG 2002, S. 11), die externe Flexibilität über Kooperationen und Netzwerke (MILBERG 2002, S. 13)¹⁵.

Hauptziel der vorliegenden Arbeit ist es, ein Modell zu konzipieren, das die Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken beschreibt und Erfolgsfaktoren sowie Handlungsempfehlungen für die Gestaltung von Entwicklungsnetzwerken am Beispiel der Automobilindustrie darstellt. Die wesentlichen dabei zu beantwortenden Forschungsfragen sind:

- Welche Entwicklungen finden aktuell in der Automobilindustrie statt und welche Auswirkungen haben diese auf die Produktentwicklung?

¹⁴ Entwicklungsprojekte (Fahrzeug- und Modulprojekte) in der Automobilindustrie sind in der Regel auf mehrere Jahre ausgelegt und werden von einer Vielzahl von Partnern mit unterschiedlichsten Kompetenzen und Ressourcen abgewickelt. Die Entwicklungsprojekte können nicht losgelöst von dem Umfeld durchgeführt werden. Die hohe Umfeldynamik erfordert Anpassungen und Veränderungen während dieser Projekte. Das Management von Wandel ist damit ein Erfolgsfaktor für die Produktentwicklung.

¹⁵ Eines der Vorteile einer Netzwerkorganisation im Vergleich zu einer klassischen hierarchischen Organisation liegt in der Flexibilität (vgl. Abschnitt 1.1.3). Es fehlen jedoch systematische Konzepte, wie nachhaltig mit dem Wandel und seinen Implikationen umzugehen ist.

- Wie kann die Zusammenarbeit in netzwerkartigen Kooperationen – insbesondere in der Produktentwicklung – erfolgreich gestaltet bzw. optimiert werden?
- Welche Einflussfaktoren und Kriterien sind für die Optimierung der Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken relevant? Wie können diese in Form eines konkreten Modells dargestellt werden?
- Welche Handlungsempfehlungen für die Gestaltung und Optimierung von Entwicklungsnetzwerken leiten sich aus dem Modell ab?

Die Arbeit soll sowohl einen starken Bezug zur Theorie als auch eine praktische Relevanz aufweisen.

An dieser Stelle werden zwei für die vorliegende Arbeit grundlegende Definitionen, nämlich die der Wandlungsfähigkeit und die eines Unternehmensnetzwerkes, vorweggenommen, da bereits am Anfang dieser Arbeit Bezug auf beide Begriffe genommen wird. Eine ausführliche Erläuterung der Definitionen wird in den jeweiligen Absätzen vorgenommen:

- *Wandlungsfähigkeit* setzt sich aus Flexibilität und Reaktionsfähigkeit zusammen. Flexibilität ist dabei die Möglichkeit zur Veränderung in vorgehaltenen Dimensionen und Szenarien. Die Reaktionsfähigkeit ist ein Potenzial, um jenseits vorgedachter Dimensionen und Korridore zu agieren (Abschnitt 4.1).
- Ein *Unternehmensnetzwerk* ist eine auf die Realisierung von Wettbewerbsvorteilen zielende, polyzentrische, gleichwohl von einer oder mehreren Unternehmen strategisch geführte Organisationsform ökonomischer Aktivitäten zwischen Markt und Hierarchie, die sich durch komplex-reziproke, eher kooperative als kompetitive und relativ stabile Beziehungen zwischen rechtlich selbstständigen, wirtschaftlich jedoch zumeist abhängigen Unternehmen auszeichnet (Abschnitt 3.1).

In Abgrenzung zum Begriff der klassischen Kooperation wird mit dem Begriff Unternehmensnetzwerk ein wesentlich komplexeres Beziehungsgeflecht impliziert. Die Komplexität bezieht sich dabei auf die Anzahl der Partnerunternehmen (mindestens drei) und die Intensität der Beziehungen.

1.3 Wissenschaftlicher Ansatz und Erfahrungsgrundlage

Zur Erreichung des im vorangegangenen Abschnitt beschriebenen Hauptziels sowie zur Beantwortung der Forschungsfragen wird ein wissenschaftlicher Ansatz praktiziert, der sich an das Design Research Methodology Framework orientiert (BLESSING et. al.1998).

Im der ersten Phase (*Criteria*) werden Kriterien ermittelt, die den Erfolg einer wissenschaftlichen Arbeit bewerten. Primäres Erfolgskriterium im Rahmen der vorliegenden Arbeit ist die Gestaltung und Optimierung von Entwicklungsnetzwerken vor dem Hintergrund ihrer Wandlungsfähigkeit. Abgeleitet daraus kann beispielsweise auch die Umsetzbarkeit der vorgeschlagenen Lösung in der Praxis als Kriterium herangezogen werden.

In der zweiten Phase (*Description I*) werden Einflussfaktoren auf den Betrachtungsgegenstand Entwicklungsnetzwerke analysiert. Dies erfolgt durch Beobachtung sowie Analyse der gemachten Beobachtungen. Die Beobachtungen im Rahmen der vorliegenden Arbeit erfolgen auf Basis einer ausführlichen Literaturrecherche sowie der Erfahrungen des Autors. In dieser Phase werden theoretische Ansätze strukturiert und klassifiziert. Aus ihnen sowie aus Erfahrungen aus der betrieblichen Praxis werden Kriterien für optimale Netzwerke sowie für die Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken abgeleitet.

Die dritte Phase (*Prescription*) sieht die Entwicklung eines Lösungsansatzes auf der Basis der Erkenntnisse aus der zweiten Phase vor. Dies erfolgt in Form eines Modells zur Beschreibung der Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken. Aus dem Modell werden Erfolgsfaktoren und Handlungsempfehlungen zur Gestaltung und Optimierung von Netzwerken in der Entwicklung unter besondere Berücksichtigung der Wandlungsfähigkeit abgeleitet.

Die vierte Phase (*Description II*) beinhaltet die Anwendung und Verifikation des Lösungsansatzes durch Beobachtung und Analyse. Dies erfolgt anhand von zwei Fallstudien aus der betrieblichen Praxis.

Die vier Phasen des Design Research Methodology Frameworks sind in Abbildung 1.2 dargestellt. Die Phasen werden nicht sequenziell durchlaufen, vielmehr entsteht das Ergebnis einer wissenschaftlichen Arbeit im Rahmen des vorgestellten Frameworks in einer Iteration zwischen den einzelnen Phasen. Dies stellt einen regelmäßigen Abgleich zwischen theoretischen Erkenntnissen und Praxis sicher.

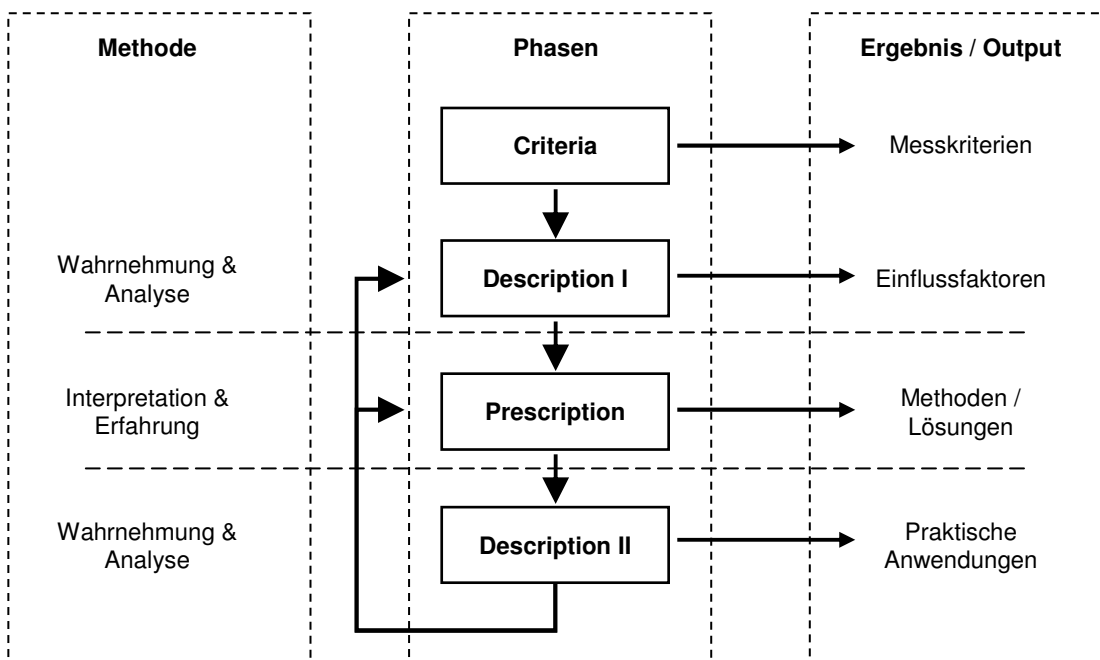


Abbildung 1.2: Design Research Methodology Framework [in Anlehnung an BLESSING et. al. 1998]

Die vorliegende Arbeit basiert neben einer ausführlichen Literaturrecherche auf Erfahrungen und Erkenntnissen, die der Autor in seiner Tätigkeit als Unternehmensberater in diversen Projekten gesammelt hat. Im Folgenden werden einige relevanten Projekte kurz dargestellt:

- Projekt zur methodischen Unterstützung von diversen Planungs- und Entwicklungsprojekten. Darunter die Konzeption und Einführung eines virtuellen Projektraums für die verteilte Fertigungsmittelplanung und -konstruktion sowie -absicherung im Bereich Karosseriebau.
- Umsetzung eines umfangreichen Programms zur Optimierung des Lieferantenbeziehungsmanagements eines Automobilherstellers in den Bereichen Produktentwicklung, Einkauf und Logistik.
- Optimierung und Standardisierung des Prozesses für die Auswahl von Lieferanten eines Automobilherstellers (darunter Entwicklungspartner in der frühen Phase der Entwicklung).
- Projekt zur Verbesserung des Projektmanagements in Entwicklungsprojekten mit externen Partnern.
- Umsetzung eines Prozesses für das Änderungsmanagement mit externen Partnern.
- Projekt zur Optimierung der Einbindung von Entwicklungspartnern in die Entwicklungsprozesse eines Automobilherstellers (wobei die Entwicklungspartner nicht vor Ort beim Automobilhersteller arbeiten müssen).
- Unterstützung eines Systemlieferanten bei der Einbindung in die Prozesse des Automobilherstellers sowie bei der Steuerung der Unterlieferanten.
- Durchführung einer Studie zu den Vernetzungsstrukturen in der Produktentwicklung und der Produktionsplanung im Rahmen der Digitalen Fabrik (KEIJZER et. al. 2006).

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit beziehen sich aufgrund des zugrunde liegenden Erfahrungs- und Erkenntnisspektrums auf die Produktentwicklung in der Automobilindustrie. Bei der Übertragung auf andere Industrien oder Bereiche sind eventuell unterschiedliche Rahmenbedingungen zu beachten.

1.4 Aufbau der Arbeit

Der Aufbau der vorliegenden Arbeit orientiert sich an der in Abschnitt 1.2 beschriebenen Zielsetzung und ist in Abbildung 1.3 schematisch dargestellt.

In **Kapitel 1** werden aktuelle Veränderungen in der Automobilindustrie und die sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Produktentwicklung sowie die Problemstellung der vorliegenden Arbeit dargestellt.

In **Kapitel 2** wird ein theoretischer Bezugsrahmen aufgespannt, indem die Systemtheorie sowie relevante betriebswirtschaftlichen Theorien dargestellt und in Hinblick auf die Fragestellung dieser Arbeit kritisch gewürdigt werden. Insbesondere werden die zentralen

Begriffe Wandlungsfähigkeit und Unternehmensnetzwerke aus Sicht der betrachteten Theorien beleuchtet.

Aufbauend darauf wird in **Kapitel 3** die Konzeption von Entwicklungsnetzwerken aufgezeigt. Neben einer Begriffsklärung besteht diese aus einer Typologie von Netzwerkstrukturen und diversen Aspekten des Managements von Unternehmensnetzwerken. Auf die Produktentwicklung in Unternehmensnetzwerken wird am Schluss dieses Kapitels vertieft eingegangen.

In **Kapitel 4** wird die Wandlungsfähigkeit als Erfolgsfaktor in Entwicklungsnetzwerken herausgestellt. Nach der Begriffsdefinition und der Beschreibung unterschiedlicher Dimensionen des Wandels wird, basierend auf den Ergebnissen des zweiten Kapitels, auf die Ursachen und Auswirkungen von Wandel eingegangen. Schließlich werden dabei die Grenzen der Wandlungsfähigkeit aufgezeigt.

Das Modell in **Kapitel 5** basiert auf den Ergebnissen der vorangehenden drei Kapitel und beschreibt die Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken. Aus dieser Beschreibung werden praxisrelevante Gestaltungsprinzipien die Gestaltung von Entwicklungsnetzwerken abgeleitet.

Das im fünften Kapitel beschriebene Modell und die daraus abgeleiteten Gestaltungsprinzipien werden in **Kapitel 6** anhand von zwei Entwicklungsnetzwerken in Form von Fallstudien verifiziert und kritisch gewürdigt.

In **Kapitel 7** werden abschließend die wesentlichen Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zusammengefasst und der weitere Forschungsbedarf aufgezeigt.

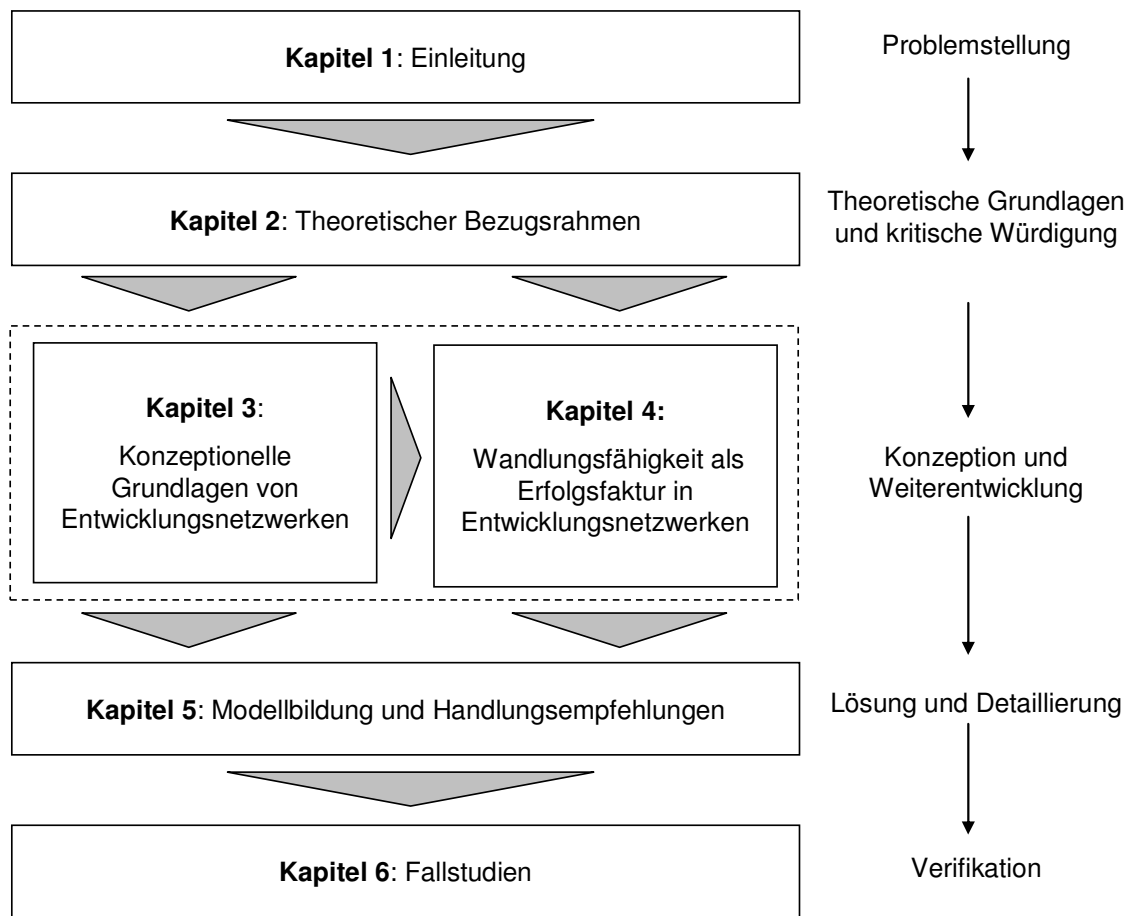


Abbildung 1.3: Struktur der Arbeit

2. Theoretischer Bezugsrahmen zur Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken

In diesem Kapitel wird ein theoretischer Bezugsrahmen zur Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken¹⁶ aufgezeigt. Als Grundlage für die Strukturierung von Netzwerken und zur Erklärung ihrer Wandlungsfähigkeit wird grundlegend die Systemtheorie behandelt (Abschnitt 2.1). Der betriebswirtschaftlichen Netzwerkforschung ist es bislang noch nicht gelungen, einen geschlossenen theoretischen Rahmen zur Beschreibung und Erklärung von Netzwerken bereitzustellen. Die Vielfalt von Theorien und Ansätzen, die potenziell zu einem Verständnis von Netzwerkorganisationen beitragen, macht eine vollständige Analyse sehr aufwändig. SYDOW (1992, S. 127 ff.) diskutiert einen systematischen und ausführlichen Überblick über Theorien, die einen Beitrag zur Erklärung der Bildung und Organisation von Unternehmensnetzwerken leisten. Die vorliegende Arbeit beschränkt sich auf die Theorien, auf denen die meisten Erklärungen der Bildung und Organisation von Netzwerken basieren: die Theorien der Neuen Institutionenökonomik (Abschnitt 2.2), die Spieltheorie (Abschnitt 2.3.1) und der Ressource Based View (Abschnitt 2.3.2). In Abschnitt 2.4 werden die behandelten Theorien kritisch gewürdigt sowie Entwicklungsnetzwerke und die Wandlungsfähigkeit aus Sicht der betrachteten Theorien beleuchtet.

2.1 Systemtheoretische Grundlagen

Die Systemtheorie befasst sich mit der Beschreibung und Analyse von (komplexen) Phänomenen der Realität und ist als interdisziplinärer Ansatz zu verstehen. Sie umfasst verschiedene Wissensgebiete wie Biologie, Physik, Chemie, Ingenieurwissenschaften, Soziologie und Philosophie (WEGEHAUPT 2004, S. 21 ff.). Ein System hat dabei immer einen realen Bezug, beispielsweise ein technisches Produkt (FELGEN 2006).

Dieser Abschnitt beschränkt sich auf die wesentlichen Grundlagen der Systemtheorie. Insbesondere die Kybernetik eignet sich als theoretischer Rahmen zur Beschreibung der Wandlungsfähigkeit von Systemen. In Abschnitt 4.3.1 wird dieser Zweig der Systemtheorie daher ausführlicher beschrieben.

¹⁶ Einer Definition von Unternehmensnetzwerken wurde in Abschnitt 1.2 bereits vorgegriffen, sie wird in Abschnitt 3.1 ausführlich erläutert.

2.1.1 Systemdefinition

Ein System besteht nach EHRENSPIEL (2003, S. 15 f.) aus „... eine(r) Menge von Elementen (Teilsysteme)¹⁷, die Eigenschaften besitzen und durch Beziehungen miteinander verknüpft sind“. Ein System wird von seiner Umgebung durch seine Systemgrenze abgegrenzt.

Die Systemgrenze ist dabei eine willkürliche, problemangepasste Abgrenzung zwischen System und Umfeld und obliegt dem Interesse des Beobachters. Das Umfeld¹⁸ umfasst Systeme und Elemente außerhalb der Systemgrenze. Wenn ein System auch über die Systemgrenzen hinweg Austauschbeziehungen hat, wird von einem offenen System gesprochen. Die Verbindungen eines Systems mit seinem Umfeld werden auch als Schnittstellen bezeichnet.

Drei grundsätzliche Systemkonzepte (funktional, struktural und hierarchisch) werden im Schrifttum häufig unterschieden (ROPOHL 1999; PATZAK 1982). Sie tragen zu einem besseren Systemverständnis bei und helfen bei der Beschreibung und Analyse von Unternehmensnetzwerken (Abbildung 2.1)¹⁹.

Das funktionale Konzept beschreibt, wie Eingangsgrößen (Inputs) in bestimmte Ausgangsgrößen (Outputs) überführt werden (PATZAK 1982, S. 64). Bei einer „Black-Box“ wird die innere Struktur eines Systems (noch) nicht betrachtet, sondern nur Input und Output sind relevant. Das strukturelle Konzept beschreibt die Anordnung der Systemelemente und ihre Beziehungen. Die Art der Beziehungen kann sehr vielfältig sein (z.B. Materialfluss, Informationsfluss, physische oder organisatorische Verbindungen). Die Menge der Elemente und die Beziehungen zwischen den Elementen bestimmen die Struktur oder Ordnung des Systems. Der Systemzustand bezeichnet die Ausgestaltung der Elemente und der Beziehungen zu einem bestimmten Zeitpunkt. Das Systemverhalten stellt dann die Veränderung der Systemzustände über die Zeit dar. Das hierarchische Konzept beschreibt,

¹⁷ Ein System ist dabei mehr als nur die Summe seiner Teile, es erzeugt einen Mehrwert durch sinnvolle Kombinationen (BOARDMAN & SAUSER 2006).

¹⁸ Im Schrifttum werden die Begriffe Umwelt und Umfeld benutzt, um eine Systemabgrenzung zu beschreiben. Im Rahmen dieser Arbeit wird ausschließlich der Begriff Umfeld für Systeme und Elemente außerhalb einer problemangepassten Systemgrenze benutzt. Der Begriff Umwelt bezieht sich auf das natürliche Umfeld im ökologischen Sinne.

¹⁹ Die drei Systemkonzepte (ROPOHL 1999; PATZAK 1982) bilden Teilaspekte eines Gesamtsystems und sind als Sichtweisen auf das Gesamtsystem zu verstehen. In Abhängigkeit der zu beantwortende Fragestellung können die Systemkonzepte für sich oder als Gesamtsystem betrachtet werden. Für eine Darstellung mit allen drei Aspekten des Gesamtsystems, vgl. PULM 2004, S. 37, dort in Anlehnung an DAENZER & HUBER 1999. In Abhängigkeit der Fragestellung kann das hierarchische Konzept auch als Submenge des strukturalen Konzeptes verstanden werden. Neben der hier getroffenen Unterscheidung sind weitere Systemaspekte denkbar, die bei bestimmten Fragestellungen relevant sind (beispielsweise der soziale Aspekt in der Zusammenarbeit im System Entwicklungsteam).

dass Systemelemente ihrerseits wieder als Systeme (Sub- oder Untersysteme) betrachtet werden können. Dies ermöglicht den Aufbau einer Systemhierarchie (ROPOHL 1999, S. 75 ff.).

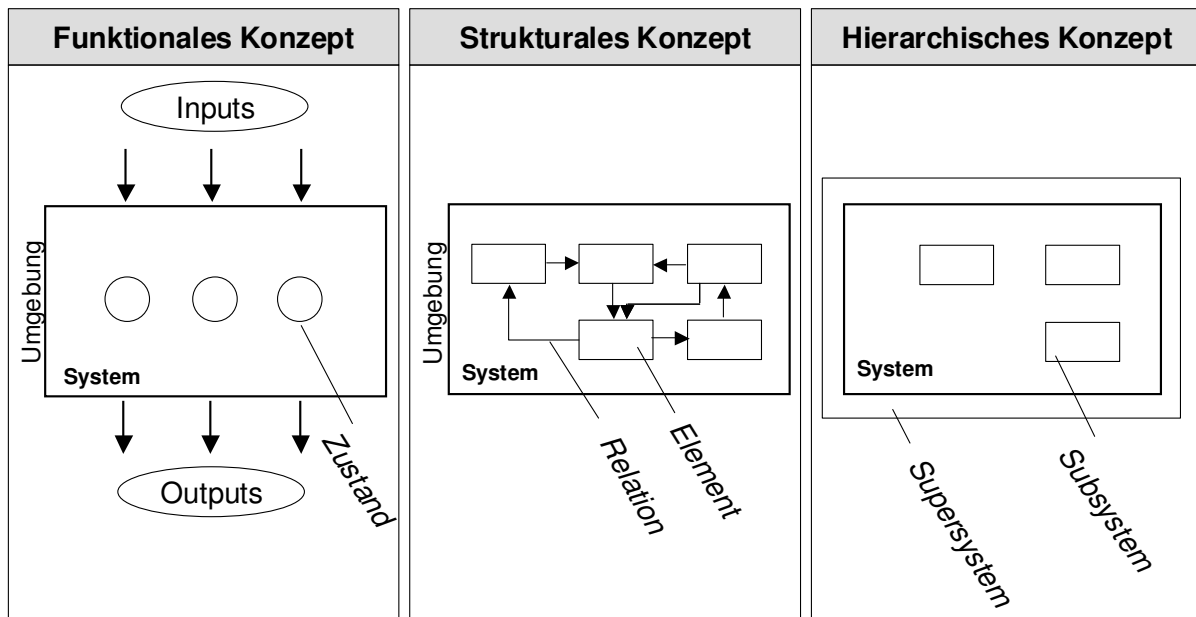


Abbildung 2.1: Das funktionale, strukturele und hierarchische Systemkonzept [in Anlehnung an ROPOHL 1999, S. 76]

Die Systemtheorie wurde bereits als interdisziplinären Ansatz dargestellt. Es lässt sich dabei, abhängig vom Gesichtspunkt, nach dem das System betrachtet wird, eine große Vielfalt von Systemarten unterscheiden. Eine grundsätzliche Unterscheidung ist die in Ökosysteme, soziale Systeme und technische Systeme. Tabelle 2.1 beschreibt diese Systemarten und ihre Problemebenen (ULRICH & PROBST 1988, S. 101).

Systemarten	Ökosysteme	Soziale Systeme	Technische Systeme
Problemebenen			
Sinnebene Welchen Sinn hat das System?	Natürlicher Selbstwert (Überleben).	Veränderliche Zwecke, die selbst festgelegt werden können.	Spezifische menschliche Absichten.
Funktionale Ebene Wie funktioniert das System?	Natürliche Wirkungskreisläufe.	Gestaltbare Kreisläufe menschlichen Zusammenwirkens.	Zielgerichtete konstruierte Mechanismen.
Materielle Ebene Woraus besteht das System?	Natürliche Lebewesen und Stoffe.	Menschen und „Bauteile“.	Konstruierte „Bauteile“.
	Natürliche Systeme.	Kulturelle Systeme.	
	Lebensfähige Systeme.		Mechanistische Systeme.

Tabelle 2.1: Systemarten und Problemebenen [angepasst nach ULRICH & PROBST 1988, S. 101]

Im Rahmen dieser Arbeit sind insbesondere die technischen Systeme (als Produkte, die entwickelt und produziert werden) sowie soziale Systeme (beispielsweise Unternehmen, Entwicklungsnetzwerke oder Teams) von Bedeutung.

Die für die Produktentwicklung besonders relevante Unterteilung nach Ziel-, Sach- und Handlungssystemen trägt dieser Tatsache Rechnung. Das Zielsystem stellt die Anforderungen und deren Zusammenhänge dar. Diese beziehen sich auf das Sachsystem als „aus der Arbeit der Ingenieure, Techniker usw. entstehenden technischen Gebilde“ und auf das Handlungssystem, das die Erstellung des Sachsystems und die Berücksichtigung des Zielsystems sicherstellt. Zu dem Handlungssystem zählen Menschen, Sachmittel und Handlungen (EHRENSPIEL 2003, S. 18 ff.). Die Funktion von Handlungssystemen besteht in der Überführung von Inputs und Zuständen einer Ausgangssituation in Outputs und Zustände einer Endsituation mit dem Zweck einer Zielerfüllung (ROPOHL 1999, S. 106).

Im ZOPH-Modell (Ziel-, Objekt-, Prozess- und Handlungssystem) wird diese Unterteilung präzisiert, indem das Handlungssystem die Aufbauorganisation repräsentiert und das Prozesssystem die Ablauforganisation darstellt (KLEEDÖRFER 1998, S. 55 ff.).

Diese Unterscheidung wird in Kapitel 3 aufgegriffen, um die unterschiedlichen Elemente der Produktentwicklung detailliert darstellen zu können.

2.1.2 Allgemeine Systemtheorie

Als Grundlage der unterschiedlichen Ausprägungen der Systemtheorie gilt die allgemeine Systemtheorie (General Systems Theory) des Biologen LUDWIG VON BERTALANFFY (1969). Sie beschäftigt sich mit der Ableitung und Formulierung von allgemeinen Prinzipien, Gesetzmäßigkeiten und Modellen, die für unterschiedlichste Systeme Geltung haben.

Die allgemeine Systemtheorie unterscheidet zwischen geschlossenen und offenen Systemen. Ein Beispiel für geschlossene Systeme sind physikalische Theorien der klassischen Mechanik. Offene Systeme haben einen Input-Output-Austausch von Materie, Energie und Informationen mit dem Umfeld (PATZAK 1982, S. 20). Der dynamische Austausch eines Systems mit dem Umfeld bezeichnet VON BERTALANFFY als organisierte Komplexität. Als Beispiel werden dazu lebende Organismen gezählt. Die Evolutionstheorie von Darwin nennt die Offenheit von Systemen als Bedingung zum Überleben, indem sich die Systeme ihrem Umfeld anpassen können.

Ein weiteres zentrales Merkmal ist die Dynamik von Systemen. Offene Systeme befinden sich nicht in einem statischen Gleichgewicht, sondern stets in einem Fließgleichgewicht (*steady state*²⁰) (PROBST 1987, S. 57). Sie befinden sich in einem kontinuierlichen Anpassungsprozess mit ihrem Umfeld. Dementsprechend sind offene Systeme als dynamisch zu klassifizieren. Zentral ist hierbei die Frage, wie das System sein Fließgleichgewicht erhalten kann (STÜNZNER 1996, S. 42). Eines der von Bertalanffy hierzu entwickelten Systemmerkmale ist, dass Systeme zweck- und zielgerichtet sind (BERTALANFFY 1969).

Diese Erkenntnisse haben auf die betriebswirtschaftliche Ausprägung der Systemtheorie nachhaltigen Einfluss ausgeübt. Die allgemein-systemtheoretisch orientierte Management- und Organisationsforschung definiert Unternehmen dann auch als offene, dynamische, zweckorientierte, produktive, sozio-technische Systeme (ULRICH 1971, S. 20).

2.1.3 Kybernetik

Einen wesentlichen Beitrag zur Systemtheorie liefert die Kybernetik (vom griechischen *kybernetes*; der Steuermann) von WIENER (1948) und ASHBY (1970A und 1970B). Sie ist die Lehre der Lenkung und Gestaltung komplexer, dynamischer Systeme (PROBST 1981, S. 7) und beschäftigt sich mit dem funktionalen Systemverhalten unter dem Aspekt der Regelung und Steuerung – sowohl bei Maschinen und Organisationen wie auch bei Lebewesen.

Eine zentrale Rolle in der Kybernetik spielt der Umgang mit Komplexität. Diese ist abhängig von der Anzahl und Verschiedenheit der Elemente (Varietät oder Elementevielfalt) und der Beziehungen zwischen den Elementen (Konnektivität oder Beziehungsvielfalt) (PATZAK 1982, S. 22 ff.). Darüber hinaus wird die Komplexität von der Systemdynamik bestimmt. Die Dynamik beschreibt dabei die zeitliche Veränderung der Elemente und Beziehungen eines Systems (PROBST 1981, S. 149 f. sowie S. 155 ff.). Dabei wird grundsätzlich zwischen der vom System selbst induzierte Eigen- und der fremdbestimmten Umfeldynamik unterschieden.

In der Praxis wird Komplexität oft mit Kompliziertheit verwechselt. EHRENSPIEL (2003, S. 31) differenziert zwischen Komplexität als „objektiv messbare(r) Eigenschaft eines Systems“

²⁰ Der Begriff Fließgleichgewicht bzw. *Steady-State* wird in unterschiedlichem Zusammenhang verwendet. Hier ist nicht ein (technisches) System gemeint, das sich in einem sich nicht verändernden (über die Zeit konstanten) Zustand befindet. In diesem Zusammenhang wird der Begriff verwendet für ein offenes System, das sich in einem dynamischen Prozess mit seiner Umwelt in einem Gleichgewicht befindet. Beispiel dafür ist das Fließgleichgewicht zwischen eine Population von Raub- und Beutetieren. Wenn Raubtiere viele Beutetiere fressen, wird die Population der Raubtiere zunehmen, die der Beutetiere abnehmen. Für die vielen Raubtiere wird nicht ausreichend Nahrung verfügbar sein wodurch ihre Population abnimmt. Bei weniger Raubtieren wird die Population der Beutetiere wieder zunehmen usw. Zum Vergleich wird in der Mechanik von einem dynamischen Gleichgewicht gesprochen. Dabei sind die Resultierenden der wirkenden Kräfte sowie die Summe der Momente in einem dynamischen System gleich null (NIEDRIG, S. B 18).

und Kompliziertheit als „Maß für die subjektive Schwierigkeit bei der Behandlung von technischen Systemen“. DÖRNER betrachtet Komplexität als subjektive Größe, da sie von der individuellen Beziehung zwischen einem Akteur und dem betrachteten System (und damit von der gewählten Systemgrenze) abhängig ist (DÖRNER 2005, S. 61 f.).

Eine wesentliche Annahme der Kybernetik ist, dass nur Komplexität Komplexität bewältigen kann: „only variety can destroy variety“ („law of requisite variety“, ASHBY 1970B). Ein System muss demnach mindestens genau so viele Reaktionsmöglichkeiten aufweisen wie (Umfeld-) Störungen auf das System treffen können. Es wird hier von einem Komplexitätsungleichgewicht (auch Komplexitätsgefälle) zwischen System und Umfeld ausgegangen²¹. Das Maß der Komplexität eines Systems wird dabei als Varietät bezeichnet (ASHBY 1970B, S. 206 ff.). Varietät ist eine quantifizierbare Größe und wird folgendermaßen definiert: „Varietät ist die Anzahl der unterscheidbaren Zustände eines Systems, bzw. die Anzahl der unterscheidbaren Elemente einer Menge“ (MALIK 2003, S. 186). Ein System mit n Elementen, die k Zustände annehmen können, weist eine Varietät von k^n auf.

Die Varietät beschreibt die statisch-strukturelle Komplexität eines Systems. Darüber hinaus spielt die funktionale Komplexität als Verhaltensdimension eine wichtige Rolle im Umgang mit Komplexität. Sie beschreibt die Fähigkeit eines Systems, durch Selektion auf Umfeldveränderungen reagieren zu können (KIRCHHOF 2003, S. 12 ff.).

Die Prinzipien der Kybernetik, insbesondere der Umgang mit Komplexität, tragen entscheidend zum Verständnis der Wandlungsfähigkeit von Systemen bei und werden daher in Kapitel 4 weiter vertieft.

2.1.4 Neuere Systemtheorie

Im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Ansätzen der Systemtheorie, die als klassische Systemtheorie zusammengefasst werden können, geht die so genannte neuere Systemtheorie davon aus, dass der Systemlenker sich nicht länger als Beobachter außerhalb des Systems befindet, sondern nunmehr ein Teil des gelenkten Systems ist (PULM 2004, S. 23).

Der Abgrenzung zwischen einem System und dem Umfeld wird in der neueren Systemtheorie mit der Annahme begegnet, dass sich Systeme durch ihre Identität von ihrem Umfeld abgrenzen. Wichtige Voraussetzung ist dabei die Autonomie von anderen Systemen. Das heißt, dass Systeme zwar ihr Umfeld wahrnehmen, z.B. über Austauschbeziehungen, ihre internen Prozesse sind aber vollkommen autonom. Eng damit zusammen hängen die Begriffe der Selbstorganisation und Selbstreferenz und die damit verbundene Annahme, dass Systemstrukturen nicht von außen gesteuert, sondern in den Systemen selbst erzeugt werden

²¹ Nicht die Höhe der Innenkomplexität eines Systems sondern das Komplexitätsgefälle eines Systems mit seinem Umfeld ist hier entscheidend. Dies bedeutet, dass bei einem hohen Komplexitätsgefälle entweder die Innenkomplexität eines Systems gesteigert werden muss oder die Umfeldkomplexität reduziert werden muss.

(Autopoiese). Auf diese Begriffe wird im Folgenden eingegangen (vgl. dazu ausführlich u. a. DIETRICH 2001, MILDENBERGER 1998 sowie STÜNZNER 1996).

2.1.4.1 Autopoietische Systeme

Das Konzept der autopoietischen Systeme (Selbsterhalt, Selbsterzeugung, aus dem Griechischen: Autos = selbst, poiein = machen) zur Organisation von Lebewesen als biologische Variante der Systemtheorie (MATURANA & VARELA 1980) beschreibt die eigenständige Reproduktion der Systemelemente. Ein autopoietisches System produziert die Elemente mithilfe der Elemente, aus denen es besteht (LUHMANN 1999). Dies kann als höchste Form der Selbstorganisation aufgefasst werden. Als Beispiel kann hier der biologische Prozess der Zellteilung angeführt werden.

2.1.4.2 Selbstorganisation

Wenn Ordnung aus dem System selbst entsteht, wird von Selbstorganisation gesprochen (DIETRICH 2001, S. 87). Bei Umfeldveränderungen wird ihr Zustand nicht kausal von außen beeinflusst, sondern das System stellt sich selbst um.

Die Theorie der Selbstorganisation (auch mit der neueren Systemtheorie gleichgesetzt) geht nicht länger davon aus, dass (soziale) Systeme sich immer nur in Abhängigkeit von ihrem Umfeld entwickeln und ihr Gleichgewicht gegenüber Umfeldstörungen zu erhalten versuchen. Vielmehr ist das System selbst Auslöser von Systemaktionen. Ordnungen im System werden demnach nicht von außen vorgegeben, sondern im System selbst erzeugt. Zudem wird davon ausgegangen, dass Systeme aktiv in ihrem Umfeld eingreifen können. Dies führt zu vernetzten Ursache-Wirkungs-Ursache-Zusammenhängen. Das Umfeld legt die Bedingungen für das Handeln eines Systems fest. Durch sein autonomes Handeln bewirkt das System jedoch eine Veränderung des Systemumfeldes und führt damit zu einer veränderten Ausgangssituation (MILDENBERGER 1998, S. 97 ff.).

Selbstorganisierende Systeme weisen in der Regel vier Eigenschaften auf (PROBST 1987, S. 76 ff):

- **Komplexität:** die Elemente sind durch sich ständig wechselnde Beziehungen vernetzt (vgl. zu Komplexität auch Abschnitt 2.1.3 und 4.3.1).
- **Selbstreferenz:** Die Selbstreferenz ist eine Innensicht eines Systems. Jedes Verhalten im System wirkt auf das System und ist Ausgangspunkt für das weitere Systemverhalten.
- **Redundanz:** Redundanz heißt, dass verschiedene Systemelemente (z.B. Ressourcen) in der Lage sind, das Gleiche zu tun bzw. die gleichen Aufgaben zu erfüllen. Hierdurch werden die Flexibilität sowie die Robustheit und Fehlertoleranz (ENGELBRECHT 2001, S. 48 f.) des Systems erhöht. Die Steuerungs- und Lenkungsinstanz ist über das gesamte System verteilt und nicht zentral zusammengefasst. Das heißt, dass alle Elemente einen Beitrag zur Steuerung und Lenkung des Systems übernehmen.

- **Autonomie:** Die Steuerung des Systems erfolgt aus dem System selbst heraus. Das bedeutet nicht, dass ein System völlig unabhängig von seinem Umfeld reagiert. Es bestehen viele Beziehungen mit dem Umfeld (Zulieferbeziehungen, Ressourcenabhängigkeiten, Technologien etc.). Das System entscheidet aber selbstständig, wie es auf diese externen Einflüsse reagiert.

Selbstorganisation entsteht durch die selbstständige (autonome) Reaktion der Elemente eines Systems auf Störungen oder Ungleichgewichte. Selbstorganisation findet in kleineren, lokal agierenden Systemen (z.B. Teams, wenn es um die industrielle Organisation als System geht) statt. Die Verhaltensregeln werden (größtenteils) selbst mitentwickelt oder bestimmt. Das heißt, dass selbst organisierende Systeme über ein hohes Maß an Autonomie verfügen. Die Grundlage für Selbstorganisation ist die Selbstreferenz oder Selbstbeobachtung. Das System entscheidet autonom, ob und wie es auf Störungen reagiert.

Das Prinzip der Selbstorganisation kann in der Produktentwicklung Anwendung finden, beispielsweise, indem hierarchische Strukturen reduziert werden und Entwicklungsteams stärker Entscheidungen selbst treffen können. Hierdurch kann unter anderem schneller auf lokale Veränderungen reagiert werden.

2.1.5 Systems Engineering

Das Systems Engineering ist in der Rüstungsindustrie der USA mit dem Ziel entstanden, systemtheoretische Prinzipien auf konkrete Problemstellungen anzuwenden. Der verwandte Ansatz des System Dynamics nach FORRESTER (1977) beschäftigt sich mit der Analyse und Simulation komplexer und dynamischer Systeme. Die Komponenten des Systems Engineering zeigt Abbildung 2.2 („SE-Männchen“).

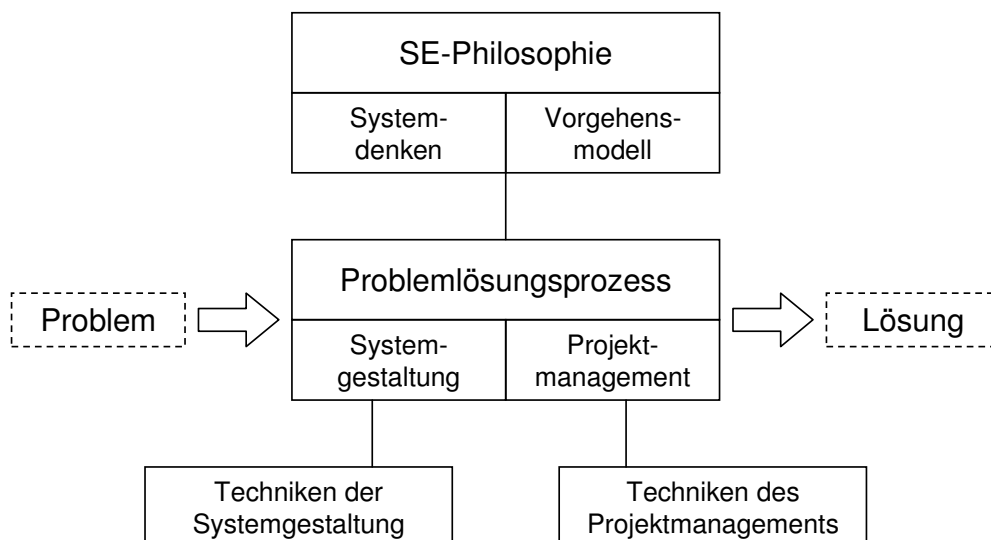


Abbildung 2.2: Komponenten des Systems Engineering [DAENZER & HUBER 1999]

Die SE-Philosophie beinhaltet einerseits das Systemdenken als Hilfsmittel, um komplexe Zusammenhänge darzustellen und zu analysieren. Andererseits stellt sie ein Vorgehensmodell mit Elementen zur Unterstützung der Problemlösung zur Verfügung.

Der Problemlösungsprozess mit den Elementen Systemgestaltung als konstruktive Arbeit der Lösungsfindung und Projekt-Management als Aspekt der Organisation und Koordination des Problemlösungsprozesses, die jeweils mit spezifischen Techniken unterstützt werden, können als Konkretisierung der SE-Philosophie verstanden werden. Das NASA Handbook of Systems Engineering ist dabei eine im Engineering bekannte Umsetzung der Prinzipien des Systems Engineering (NASA 1995).

Im Folgenden wird nur tiefer auf die grundlegende SE-Philosophie eingegangen. Der Problemlösungsprozess braucht im Rahmen dieser Arbeit nicht detailliert ausgeführt werden (vgl. dazu DAENZER & HUBER 1999).

Systemdenken

Mithilfe des Systemdenkens können komplexe Zusammenhänge strukturiert veranschaulicht und hinsichtlich verschiedener relevanter Systemaspekte dargestellt werden. Durch die ganzheitliche Denkweise werden Systeme in ihren Zusammenhang eingeordnet. Beim Aufbau von Systemen sind vier Konstruktionsprinzipien besonders relevant (DAENZER & HUBER 1999, S. 22 f.):

- *Prinzip der minimalen Schnittstellen:* Um die Abstimmung und Koordination zu vereinfachen, sind die Grenzen von Systemen so zu konstruieren, dass möglichst einfache und wenige Beziehungen zum Umfeld bestehen.
- *Prinzip des modularen Aufbaus:* Die Subsysteme sollten so aufgebaut sein, dass sie möglichst klar definierte Funktionen umfassen, die wieder verwendet werden können (Standardlösungen).
- *Prinzip des Piecemeal Engineerings:* Große Veränderungen mit unüberschaubaren Auswirkungen sollten nicht in großen Schritten durchgeführt werden.
- *Prinzip der minimalen Präjudizierung:* Es ist im Entscheidungsfall die Lösung zu bevorzugen, die den meisten Freiraum für die Weiterentwicklung offenlässt.

Die hierin postulierte Einfachheit und Offenheit von Systemen wird dabei auch von anderen Theorien der Entwicklung gefordert. So ist zum Beispiel SUH der Meinung, dass ein ideales technisches System ein möglichst einfaches ist (SUH 1998).

SE-Vorgehensmodell

SE-Vorgehensmodelle basieren auf vier Prinzipien (DAENZER & HUBER 1999, S. 29 ff.):

- *Vorgehensweise vom Groben ins Detail:* Das Problemfeld soll zuerst weit gefasst und grob strukturiert werden, bevor auf Detailfragen eingegangen werden kann (top-down).
- *Prinzip des Denkens in Varianten:* Die frühe Festlegung einer möglichen Lösung soll vermieden werden. Dabei ist nach Prinzipvarianten mit unterschiedlichen

Grundideen und Detailvarianten zu unterscheiden, die auf der gleichen Grundidee basieren, sich jedoch in Details unterscheiden.

- Die *Systementwicklung und -realisierung ist als Phasenablauf zu betrachten*. Zu unterscheiden ist zwischen den Lebensphasen eines Systems und den Projektphasen der Lösungsentwicklung und -umsetzung.
- Ein *formaler Problemlösungszyklus als Vorgehenslogik* ist bei der Lösung von Problemen anzuwenden. Für die integrierte Produktentwicklung wird dieses Prinzip im Vorgehensplan für Entwickeln und Konstruieren angewendet.

Auch diese Vorgehensweise ist in anderen Disziplinen, speziell aber in der Produktentwicklung zu finden. Die Vorgehensmodelle nach EHLENSPIEL und LINDEMANN (dazu Abschnitt 3.6.4) etwa bauen auf diese Prinzipien auf.

2.2 Neue Institutionenökonomik

Im vorangegangenen Abschnitt wurde eher auf die technisch-abstrakte Systembetrachtung eingegangen. Im Folgenden steht eher die ökonomisch motivierte Betrachtung des Verhaltens von Systemen im Mittelpunkt.

Die Neue Institutionenökonomik²² stellt keine geschlossene Theorie dar, sondern sie besteht vielmehr aus einer Anzahl von verwandten Theorien. Die Ansätze der Neuen Institutionenökonomik haben folgende Ausgangspunkte gemeinsam (PICOT, et al. 2001, S. 45 f.):

- *Methodologischer Individualismus*: Alle Entscheidungen und Handlungen werden aus Sicht der betroffenen Individuen betrachtet. Die Handlungen von sozialen Gruppen werden durch die Einstellungen und Verhaltensweisen ihrer Mitglieder bestimmt.
- *Individuelle Nutzenmaximierung*: Jeder Akteur verfolgt seine eigenen Ziele und Interessen. Bei unterschiedlichen Handlungsoptionen wird der Akteur sich für die für ihn günstigste Option entscheiden, auch wenn dabei eventuell negative Konsequenzen für andere Akteure auftreten. Häufig wird opportunistisches Verhalten als vierte, verschärfte Grundannahme dargestellt.
- *Begrenzte Rationalität*: Die handelnden Akteure verfügen über unvollständiges Wissen und eine begrenzte Kapazität, Informationen zu verarbeiten. Die Akteure

²² Institutionen sind „sozial sanktionierbare Erwartungen, die sich auf die Handlungs- und Verhaltensweise eines oder mehrerer Individuen beziehen“ (DIETL 1993, S. 37). Beispiele für Institutionen sind Märkte, Organisationen, Verträge, Gesetze, Geld oder Sprache. Sie geben Auskunft über den eigenen Spielraum und das wahrscheinliche Verhalten von anderen Akteuren, indem sie Anreizsysteme determinieren.

werden daher nur aufgrund subjektiv unvollständiger Informationen rational handeln. Für die Gestaltung von Verträgen bedeutet dies, dass nicht alle künftigen Eventualitäten abgebildet werden können (unvollständige Verträge).

Im Folgenden wird auf drei Theorien der Neuen Institutionenökonomik eingegangen, die diese Prinzipien vertiefen.

2.2.1 Property-Rights-Theorie

Im Mittelpunkt der Property-Rights-Theorie stehen Verfügungs- und Handlungsrechte sowie deren Wirkungen auf das Verhalten von ökonomischen Akteuren (vgl. grundlegend ALCHIAN & DEMSETZ 1973). Property Rights legen für den Inhaber von Rechten an einem Gut fest, wie und in welchem Maße er über dieses Gut verfügen kann. Dabei sind folgende Rechte an einem Gut vorstellbar (PICOT et al. 2001, S. 46 ff.):

- Das Recht, ein Gut zu nutzen (usus).
- Das Recht, ein Gut zu verändern (abusus).
- Das Recht, sich Gewinne und Verluste an einem Gut anzueignen (usus fructus).
- Das Recht, Güter an Dritte zu veräußern (Kapitalisierungs- bzw. Liquidationsrecht).

Je vollständiger die Rechte an einem Gut sind, desto effizienter ist der Umgang mit dem Gut, da die Folgen des Handelns eines Akteurs im Umgang mit dem Gut dann persönlich getragen werden und eine individuelle Nutzenmaximierung angestrebt wird. Im Besitz von Eigentumsrechten besteht demnach der Anreiz, effizient mit dem Gut umzugehen. Rechte können vollständig zugeordnet werden (ein Akteur besitzt die vollständigen Rechte) oder nur teilweise. Teilrechte können sowohl einem als auch mehreren Akteuren zugeordnet sein.

Effizienzkriterium des Property-Rights-Ansatzes ist die Summe der Transaktionskosten (Abschnitt 2.2.2) und die durch „externe Effekte“ verursachten Wohlfahrtsverluste. Diese Summe gilt es zu minimieren. Bei externen Effekten handelt es sich um Nebenfolgen von Handlungen, die sich auf Dritte auswirken und nicht über ein Preissystem verrechnet werden (können) (PADBERG 2000, S. 31; WOLFF & NEUBURGER 1995, S. 79). Beispiele für externe Effekte sind Trittbrettfahrer bei einer Innovation oder umweltschädigende Emissionen.

Der Property-Right-Ansatz findet auf unterschiedlichen Unternehmensebenen Anwendung. So können einzelne Divisionen als Cost- oder Profitcenter verpflichtet werden, eigene Verluste zu tragen. Oder es können beispielsweise einzelne Mitarbeiter direkt am Unternehmensergebnis beteiligt werden.

2.2.2 Transaktionskostentheorie

Die Transaktionskostentheorie wurde in ihren Grundzügen bereits von COASE (1937) entworfen und maßgeblich von WILLIAMSON und anderen seit Mitte der 70er-Jahre

weiterentwickelt (WILLIAMSON 1975 und WILLIAMSON 1985). Unter eine Transaktion wird dabei ein Gütertausch zwischen zwei Akteuren verstanden (JOST 2001, S. 10). Im Mittelpunkt der Transaktionskostentheorie steht der Effizienzvergleich verschiedener Koordinationsformen hinsichtlich der jeweils entstehenden Transaktionskosten. COASE (1937) beschreibt Transaktionskosten als die Kosten der Nutzung des Marktes. Sie entstehen bei der Übertragung von Verfügungsrechten (siehe Abschnitt 2.2.1) und werden unterschieden nach (PICOT et al. 2001):

- Anbahnungskosten (z.B. Informationssuche und -beschaffung über potenzielle Kooperationspartner, Reisen, Beratung),
- Vereinbarungskosten (z.B. Intensität und zeitliche Ausdehnung von Verhandlungen, Vertragsformulierungen, Rechtsabteilungen),
- Abwicklungskosten (z.B. Prozesssteuerung),
- Kontrollkosten (z.B. Qualitäts- und Terminüberwachung),
- Anpassungskosten (z.B. nachträgliche Veränderung von Terminen, Mengen oder Preise während der Kooperation).

Die Wahl der geeigneten Organisationsform bei gegebenen Produktionskosten und -leistungen soll nach dem Kriterium der minimalen Transaktionskosten erfolgen. Markt und Hierarchie sind hierbei Extreme eines Kontinuums möglicher Koordinationsstrukturen (vgl. Abschnitt 3.1).

Die Einflussgrößen der Transaktionskosten können mithilfe des *Organizational failure frameworks* von WILLIAMSON (1975) systematisiert werden und sind in Abbildung 2.3 dargestellt. Neben den bereits beschriebenen Verhaltensannahmen der begrenzten Rationalität und des Opportunismus werden in diesem Framework die Umfeldfaktoren Unsicherheit/Komplexität und Spezifität/strategische Bedeutung sowie die Transaktionsatmosphäre/-häufigkeit genannt.

Eine hohe Bedeutung hat der *Spezifitätsgrad* einer Transaktion. Er wird definiert als das Maß der Übertragbarkeit (bzw. die nächstbeste Verwendung) einer Ressource/Investition auf eine andere Transaktion. Es lassen sich folgende Arten von Spezifität unterscheiden (WILLIAMSON 1985):

- Standortspezifität: Investitionen in ortsgebundenen Anlagen (z.B. Zuliefererwerk).
- Spezifität des Sachkapitals: Investitionen in spezifische Maschinen und Technologien.
- Spezifität des Humankapitals: Investitionen in spezifische Mitarbeiterqualifikationen.
- Zweckgebundene Sachwerte: Investitionen in an sich unspezifische Anlagen, die jedoch bei Wegfall der Transaktion Überkapazitäten verursachen würden.

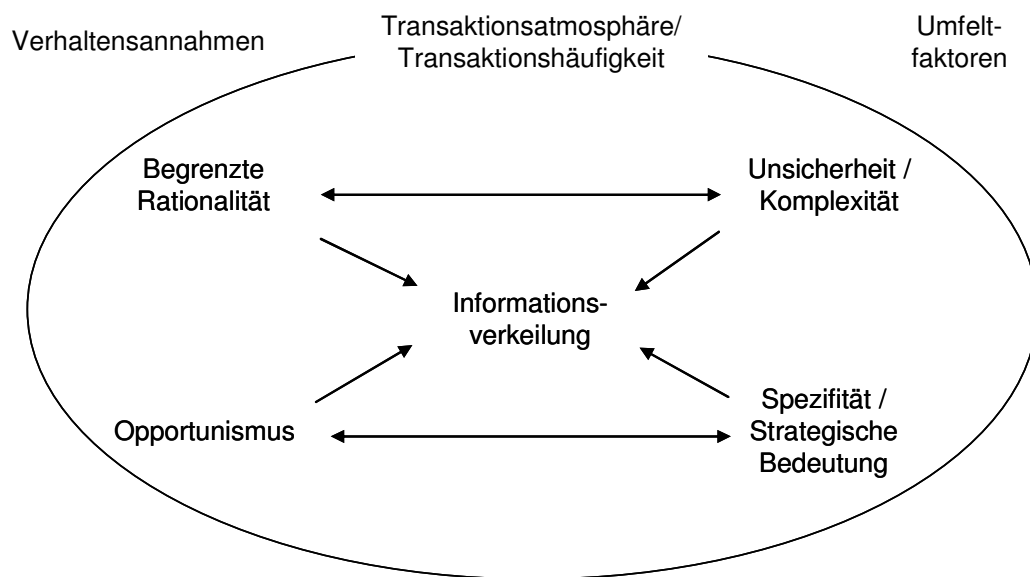


Abbildung 2.3: Einflussgrößen auf die Transaktionskosten [Picot et al. 2001, S. 51, dort in Anlehnung an Williamson 1985, S. 40]

Die Spezifität einer Leistungsbeziehung kann sich über die Zeit ändern. Nachdem man sich zum Beispiel für eine Zulieferbeziehung mit einem Unternehmen entschieden hat, werden spezifische Investitionen getätigt (z.B. EDV-Infrastruktur), die Wechselbarrieren aufwerfen. So eine Abhängigkeit kann opportunistisch ausgenutzt werden, wenn zum Beispiel der Lieferant seine Preise erhöht (PICOT et al. 2001, S. 51 ff.).

Je spezifischer eine Leistung für einen Akteur ist, desto eher wird er die Leistung aus Effizienzgründen selbst erbringen. Dies gilt analog für zunehmende Unsicherheit und Komplexität einer Leistung. Bei hoher Unsicherheit und Komplexität werden sich Termine, Preise und Konditionen häufig ändern, was erhöhte Transaktionskosten verursacht. Insbesondere in Kombination mit der begrenzten Rationalität wird die Unsicherheit zum Problem für das System. Wenn eine erstellte Leistung nicht nur spezifisch ist, sondern auch von strategischer Bedeutung, dann ist die Leistung als Kernkompetenz zu internalisieren und kann unternehmensintern organisiert werden (vgl. Abschnitt 2.3.2).

Die Situation asymmetrisch verteilter Informationen, bei denen die Gefahr besteht, dass ein Akteur seinen Informationsvorsprung opportunistisch ausnutzt, wird von WILLIAMSON (1975) als Informationsverteilung bezeichnet (vgl. dazu auch Abschnitt 2.2.3).

Die Transaktionsatmosphäre beinhaltet die für die Organisation einer Leistungserstellung relevanten sozialen, rechtlichen und technologischen Rahmenbedingungen und beeinflusst die Transaktionskosten, indem zum Beispiel ein Klima des Vertrauens oder ein gemeinsames Wertesystem die Transaktionskosten reduziert. Die Transaktionshäufigkeit bestimmt die Amortisationszeit getätigter Investitionen (PICOT et al. 2001, S. 53).

2.2.3 Principal-Agent-Theorie

Vertrauen ist in Beziehungen nur dann notwendig, wenn Informationsvorsprünge einer Partei existieren, die zum Nachteil des Anderen opportunistisch ausgenutzt werden können. Dies ist die Basis der Principal-Agent-Theorie. Ausgangspunkt sind die Informationsasymmetrien zwischen Auftraggeber (Principal) und Ausführendem (Agent) in arbeitsteiligen Prozessen (WOLFF & NEUBURGER 1995, S. 81). Derartige Beziehungen bestehen z.B. zwischen Abnehmer und Lieferanten, Eigentümer und Manager oder Manager und Mitarbeiter.

Die Grundüberlegung ist, dass Agenten veranlasst werden müssen, sich im Sinne des Auftrages des Principals zu verhalten. Dazu sind vertragliche und organisatorische Regelungen zu vereinbaren und Informationen bereitzustellen. Die grundlegenden Annahmen der Principal-Agent-Theorie sind unvollständige Verträge (Unsicherheit über die Zukunft), Informationsasymmetrie zu Gunsten des Agenten, Zielkonflikte zwischen Agenten und Principal sowie prinzipielle Risikoaversion des Agenten (SYDOW 1992, S. 172). Das genannte Beispiel des Managers zeigt, dass eine Person in einer Situation die Rolle des Principals haben kann und in einer anderen Situation die Rolle des Agenten.

Das Effizienzkriterium zur Gestaltung von Agent-Beziehungen sind die Agency-Kosten. Diese beinhalten die Überwachungs- und Kontrollkosten zur Reduktion der Unsicherheit seitens des Principals, die Signalisierungs- und Garantiekosten zur Reduktion der Unsicherheit seitens des Agenten und der verbleibende Wohlfahrtsverlust (Residualkosten), der auf die nicht (vollkommene) Durchführung einer Transaktion aufgrund des unvollkommenen Informationsstandes zurückzuführen ist (PICOT et al. 2001, S. 57).

In der Analyse von Agency-Beziehungen werden drei Typen von Informationsasymmetrien unterschieden: hidden characteristics, hidden action/hidden information und hidden intention (PICOT et al. 2001, S. 57 ff.).

Hidden characteristics treten vor einem Vertragsabschluss auf. Der Informationsvorteil des Agenten besteht in diesem Fall darin, dass der Principal Eigenschaften des Agenten oder der von ihm angebotenen Leistung nicht kennt. Die Gefahr besteht, dass der Principal einen ungeeigneten Agenten auswählt (adverse selection). Als Lösung empfiehlt die Principal-Agent-Theorie unter anderem Signaling und Screening. Dabei werden zusätzliche Informationen vom Agenten eingebracht, die seine Leistung signalisieren (z.B. Zertifikate) bzw. vom Principal abgefragt werden (z.B. Eignungstests).

Hidden action wird erst nach dem Vertragsabschluss relevant. In diesem Fall kann der Principal die Handlungen des Agenten nicht beobachten, ihm sind nur die Ergebnisse bekannt. Der Principal kann nicht einschätzen, ob die erbrachte Leistung tatsächlich auf die Handlungen des Agenten zurückzuführen ist oder ob sie zum Beispiel durch externe Umfeldfaktoren entstanden ist. Die hieraus resultierende Gefahr des Moral Hazard, des moralisch verwerflichen Handelns des Agenten, besteht in der opportunistischen Ausnutzung der Handlungsspielräume. Zum einen empfiehlt die Principal-Agent-Theorie hier Monitoring (z.B. Berichtssysteme, Controlling) als Lösung, zum anderen wird die Implementierung von Anreizsystemen befürwortet, um einen Interessensabgleich zwischen dem Agenten und dem Principal zu erzielen.

Im Fall der hidden intention besteht der Informationsnachteil des Principals darin, dass er vor Vertragsabschluss nicht beurteilen kann, wie sich der Agent nach dem Vertragsabschluss verhalten wird. Der Principal hat spezifische Investitionen in die Transaktionsbeziehung getätigt. Diese würden beim Abbruch der Beziehung als irreversible Vorleistungen verloren gehen. Die Gefahr der Ausnutzung dieser Abhängigkeitsposition wird als Hold-up bezeichnet. Als Lösung für diese Problematik wird die Interessensangleichung z.B. über langfristige Verträge empfohlen.

2.3 Weitere relevante Theorien

Neben den beschriebenen Theorien der neuen Institutionenökonomik sind im Rahmen der vorliegenden Arbeit zumindest die Spieltheorie sowie der ressourcenorientierte Ansatz und Kernkompetenzansatz als theoretischer Rahmen relevant. Auf diese Theorien wird im Folgenden eingegangen.

2.3.1 Spieltheorie

Die Spieltheorie ist eine multidisziplinäre Forschungsrichtung, die aus der angewandten Mathematik entstanden ist. Sie untersucht das Entscheidungsverhalten von rational agierenden Akteuren in Konfliktsituationen unter der Annahme der Unsicherheit (AXELROD 2000). Ziel dabei ist es, das Ergebnis für jeden Akteur zu maximieren.

Die Spieltheorie bildet Konfliktsituationen modellhaft ab und schlägt daraufhin Strategien zur Konfliktbewältigung vor. Die Spielsituationen, die dadurch entstehen, charakterisieren sich durch die Anzahl und Art der beteiligten Akteure, die Handlungsoptionen, die den Akteuren zur Verfügung stehen sowie die Spielregeln (z.B. Anzahl Spielzüge oder Auszahlungs- bzw. Ertragsmodalitäten). Kennzeichnend für die Spieltheorie ist zudem, dass die einzelnen Akteure das Verhalten der anderen Akteure nicht kennen. (AXELROD 2000).

Die Akteure können sich grundsätzlich für eine Kooperation oder dagegen (Defektion) entscheiden. Hierbei lassen sich drei Situationen unterscheiden (AXELROD 2000):

- *Nullsummenspiel*: Die Gewinne des einen Akteurs entsprechen den Verlusten des anderen Akteurs. Eine Kooperation ist in diesem Fall nicht sinnvoll.
- *Win-Win-Situation*: Eine Kooperation bringt für beide Akteure Vorteile. Es ist in diesem Fall immer sinnvoll zu kooperieren.
- *Das Gefangenendilemma*: Eine Kooperation bringt prinzipiell Vorteile für beide Akteure. Wenn ein Akteur sich jedoch kooperativ verhält und der andere Akteur defektiert, geht dies zu Lasten des ersten Akteurs, weil er opportunistisch ausgebeutet werden kann. Das Zustandekommen einer Kooperation wird in diesem Fall von den möglichen Gewinnen und Verlusten der einzelnen Akteure bestimmt.

Insbesondere das Gefangenendilemma wird häufig verwendet, um die Vorteile einer Kooperation herauszustellen (vgl. auch HARLAND 2002, S. 71 ff.). Es handelt von zwei Verbrechern, die keine Möglichkeit der Absprache haben und verdächtigt werden, gemeinsam eine Straftat begangen zu haben. Ihnen werden unterschiedliche Strafen in Abhängigkeit davon angedroht, ob sie den anderen belasten oder die Straftat leugnen. Der Richter macht beiden Verbrechern folgendes Angebot: Wenn ein Verbrecher den anderen belastet, erhält er statt der Höchststrafe von 25 Jahren nur eine Strafe von einem Jahr. Wenn beide gestehen (sich gegenseitig belasten), so bekommen beide die Strafe von zehn Jahren. Wenn beide leugnen, würde beide aufgrund von Indizien eine Strafe von drei Jahren erhalten. Diese Situation ist in Abbildung 2.4 dargestellt.

		Verbrecher 1	
		gesteht 2	leugnet
Verbrecher 2	gesteht 1	(10,10)	(1,25)
	leugnet	(25,1)	(3,3)

Erklärung Zahlen: (Strafe Verbrecher 1, Strafe Verbrecher 2)

Abbildung 2.4: Auszahlungen im Gefangenendilemma [in Anlehnung an DIXIT & NALEBUFF 1997]

Die insgesamt beste Lösung (für beide Verbrecher) wäre es, wenn beide die für sich genommen schlechtere Variante wählen würden (zu leugnen statt zu gestehen). Das Gefangenendilemma tritt zum Beispiel in Entwicklungskooperationen auf, in der ein Partner opportunistisch ausgebeutet werden kann, indem der andere Partner auf Know-how zugreift, sich aber selbst nicht entsprechend einbringt.

Anhand von diversen Computersimulationen hat AXELROD herausgefunden, dass sich insbesondere eine Kooperationsstrategie als erfolgreich herausstellt: „Tit-For-Tat“ („Wie Du mir, so ich Dir“). Bei dieser Strategie wird im ersten Spielzug die Option „Kooperation“ gewählt, in den folgenden Spielzügen wird jeweils das Verhalten (Kooperation oder Defektion) gewählt, für das sich der Gegenspieler im vorangegangenen Spielzug entschieden hat. Damit wird kooperatives Verhalten mit kooperativem Verhalten belohnt. Der kurzfristige Erfolg einer Defektion wird durch die langfristigen Aussichten einer Kooperation kompensiert.

Aus dieser Strategie sind Prinzipien für eine erfolgreiche Kooperation abzuleiten (AXELROD 2000):

- Beim ersten Zusammentreffen soll man Kooperieren und offen sein.
- Auf Ausbeutung ist mit Vergeltung zu reagieren.

- Wenn der Partner sich nach einer Defektion wieder kooperativ zeigt, soll man sich darauf einlassen und auch wieder kooperieren.
- Das eigene Verhalten in der Kooperation soll berechenbar und damit zuverlässig sein.

Dabei soll berücksichtigt werden, dass es trotz klarer Regeln und Sanktionen noch Raum für Nachsicht gibt. Die Kooperationsatmosphäre soll im Falle von Sanktionen nicht nachhaltig gestört werden (DIXIT & NALEBUFF 1997). Hierbei spielt Vertrauen eine wichtige Rolle.

2.3.2 Ressourcenorientierter Ansatz und Kernkompetenzansatz

Der ressourcenorientierte Ansatz (resource-based-view, RBV) ist der Forschungsrichtung des strategischen Managements zuzuordnen (PADBERG 2000, S. 70). Der RBV basiert auf der „Theory of the Growth of the Firm“ von PENROSE (1959) und wurde im Wesentlichen von WERNERFELT (1984) und BARNEY (1991) weiterentwickelt²³. Kerngedanke des RBV ist, dass der Erfolg eines Unternehmens auf unternehmensinterne Faktoren in Form ihrer Ressourcenausstattung zurückzuführen ist²⁴.

Unternehmen werden dabei als einzigartiges Bündel von materiellen und immateriellen Ressourcen betrachtet. Das Umfeld des Unternehmens setzt sich aus den Ressourcen anderer Unternehmen zusammen. Um Unternehmen in die Lage zu versetzen, dauerhaft Wettbewerbsvorteile zu erzielen, müssen diese Ressourcen bestimmte Anforderungen erfüllen (BARNEY 1991, S. 105 ff., DUSCHEK, SYDOW 2002). Sie müssen *wertvoll (valuable)* sein – sie erhöhen also die Effizienz oder Effektivität des Unternehmens. Sie müssen *knapp (rare)* sein – ansonsten wäre kein Wettbewerbsvorteil aufgrund dieser Ressourcen möglich. Sie dürfen *nicht substituierbar (substitutability)* sein – es sollten keine Ressourcen mit ähnlicher Performance existieren und sie dürfen *nicht imitierbar (imperfectly imitable)* sein (hierzu ausführlich KNYPHAUSEN, S. 771 ff.). Umso stärker diese Anforderungen ausgeprägt sind, umso mehr eignen sich die Ressourcen für das Erreichen dauerhafter Wettbewerbsvorteile.

Aus Sicht des ressourcenorientierten Ansatzes besteht die Hauptaufgabe des strategischen Managements im Auf- und Ausbau sowie im Erhalt von Kernkompetenzen. Insbesondere die intangiblen Kompetenzen werden durch Lernprozesse zu kollektiven Fähigkeiten weiterentwickelt (BLOHM 2000, S. 135 f.).

²³ Für eine Darstellung der Entwicklungsgeschichte des RBV vgl. Wernerfelt (1995) und Barney et al (2001).

²⁴ Als Gegenpol des Resource-Based View kann der Market-Based View verstanden werden, der davon ausgeht, dass der Erfolg eines Unternehmens maßgeblich von dem Kundennutzen getragen wird. Eine wichtige Rolle dabei spielen die fünf Wettbewerbskräfte von PORTER (1998) Diese Theorie und ihr Bezug zu Unternehmensnetzwerken („Unternehmung ohne Grenzen“) werden von BLECKER (1999, S. 71 ff.) ausführlich besprochen und werden an dieser Stelle nicht weiter verfolgt.

Vor allem nach dem grundlegenden Beitrag von PRAHALAD & HAMEL (1990) wird die Vorhaltung von Fähigkeiten eines Unternehmens unter dem Stichwort der Kernkompetenzen diskutiert. Sie betonen insbesondere die Relevanz von technologischen und produktionstechnischen Fähigkeiten, zu einem späteren Zeitpunkt um „weiche“ Faktoren erweitert wurden (vgl. HOMP 2000, S. 7).

Eine Übersicht der wesentlichen Definitionen diskutiert HOMP (2000, S. 8 ff.) Kernkompetenzen werden daraufhin wie folgt definiert: „Eine Kernkompetenz ist die dauerhafte und transferierbare Ursache für den Wettbewerbsvorteil einer Unternehmung, die auf Ressourcen und Fähigkeiten basiert.“ (HOMP 2000, S. 17)

Die Dauerhaftigkeit impliziert, dass Kernkompetenzen nicht ohne Weiteres von anderen Unternehmen imitiert werden können. Wettbewerbsvorteile beziehen sich auf wichtige Merkmale, die vom Kunden wahrgenommen werden und auch dauerhaft sind (HOMP 2000, S. 15 ff.). Die Transferierbarkeit von Kernkompetenzen bezieht sich auf die Übertragbarkeit auf mehrere Produkte oder Märkte.

Die Kernkompetenzen eines Unternehmens werden von Komplementärkompetenzen unterstützt, die für den strategischen Erfolg eines Unternehmens eine geringere Bedeutung haben als die Kernkompetenzen. Die Komplementärkompetenzen müssen dementsprechend nicht unbedingt vom eigenen Unternehmen beherrscht werden, sondern können auch über Kooperation oder Netzwerke erbracht werden.

Als Weiterentwicklung des RBV betonen DYER & SINGH 1998 im relationalen Ressourcenansatz (Relational View) dauerhafte Wettbewerbsvorteile, die in unternehmensübergreifenden Beziehungen entstehen und darin verankert sind. Dieser Ansatz lässt sich gut auf Netzwerkstrukturen anwenden. Die individuellen Kernkompetenzen von einzelnen Unternehmen werden demnach durch die Kernkompetenzen der Netzwerkpartner ergänzt. Darüber hinaus findet eine Wertstiftung im Netzwerk erst durch Synergien zwischen den eingebrachten Kompetenzen statt, und werden im Netzwerk gemeinsam neue Kernkompetenzen erlernt.

2.4 Kritische Würdigung und Fazit

In diesem Abschnitt werden zwei Kernaspekte der vorliegenden Arbeit aus Sicht der in Kapitel 2 beschriebenen Theorien beleuchtet: Unternehmensnetzwerke und Wandlungsfähigkeit.

2.4.1 Unternehmensnetzwerke aus Sicht der betrachteten Theorien

2.4.1.1 Unternehmensnetzwerke aus Sicht der Systemtheorie

Die Systemtheorie liefert in dreifacher Hinsicht einen Beitrag zum Verständnis von Unternehmensnetzwerken: Erstens zur Beschreibung von Unternehmensnetzwerken, zweitens

als Erklärungsansatz für die Entstehung und drittens bei der Gestaltung von Organisation und Lenkung von Unternehmensnetzwerken.

Die Systemtheorie ermöglicht die systematische Beschreibung der Funktion, der Struktur und der Hierarchie von Unternehmensnetzwerken sowie der eindeutigen Abgrenzung von ihrem Umfeld. Wesentliche Strukturelemente sind dabei die einzelnen Unternehmen, Entwicklungsteams und Prozesse. Die Relationen sind die Schnittstellen zwischen Elementen. Letztere sind in interne (zwischen den Elementen im Netzwerk) und externe Schnittstellen (zwischen Unternehmensnetzwerk und Elementen im Umfeld) zu unterscheiden. Unternehmensnetzwerke sind dabei grundsätzlich offene Systeme, da sie im Austausch mit ihrem Umfeld stehen.

Das Ziel, das aus systemtheoretischer Sicht mit Unternehmensnetzwerken verfolgt wird, ist die Bündelung von Kompetenzen, wobei die neu entstandene Kombination mehr ist als die Summe der einzelnen Kompetenzen (Emergenzprinzip). Dies ist über die Auswahl geeigneter Partner sicherzustellen. Unternehmensnetzwerke können darüber hinaus grundsätzlich als das Ergebnis des Komplexitätsmanagements einzelner Unternehmen aufgefasst werden. Zur Reduktion der Umfeldkomplexität können Unternehmensnetzwerke einen Beitrag liefern, indem die Aktivitäten der sich im Umfeld befindlichen Kooperationspartner mit den eigenen abgestimmt und damit antizipierbar werden. Ein strukturierter Informationsaustausch und eine Schnittstellendefinition unterstützen diesen Effekt (BELLMANN 1997; MILDENBERGER 1998, S. 82 ff.).

Die Gestaltungsprinzipien für die Organisation und Lenkung von Unternehmensnetzwerken ergeben sich vor allem aus der Kybernetik (Komplexitätsmanagement, Regelung und Steuerung), der neueren Systemtheorie (z.B. Selbstorganisation) und dem Systems Engineering (z.B. Systemdenken).

2.4.1.2 Unternehmensnetzwerke aus Sicht der betriebswirtschaftlich orientierten Theorien

Die betriebswirtschaftliche Forschung stellt diverse Theorien zur Verfügung, die für die Erklärung der Entstehung oder das Funktionieren von Unternehmensnetzwerken herangezogen werden können. Die wesentlichen Theorien wurden in den vorigen Absätzen behandelt.

Die den Ansätzen der Neuen Institutionenökonomik zugrunde liegenden Annahmen der individuellen Nutzenmaximierung und des opportunistischen Verhaltens zeigen, dass sich Unternehmensnetzwerke aus Akteuren und Individuen zusammensetzen, die ihre eigenen Interessen und Ziele verfolgen. Es ist daher ein Bewusstsein von unterschiedlichen Interessen und ihre Abstimmung erforderlich, um gemeinsam erfolgreich sein zu können.

Die Transaktionskostentheorie stellt Unternehmensnetzwerke als eine mögliche Organisationsform zwischen den Extremen Markt und (Unternehmens)Hierarchie dar. Die Auswahl der optimalen Organisationsform in einer konkreten Situation ist abhängig von der Höhe der mit einer Organisationsform verbundenen Transaktionskosten. Unternehmensnetzwerke werden somit als eine Alternative zu anderen Organisationsformen dargestellt. Grundsätzlich argumentiert die Transaktionskostentheorie dabei, dass sehr

spezifische Aufgaben (Kernaufgaben) eher im eigenen Unternehmen erbracht werden und dass standardisierte Aufgaben eher über den Markt eingekauft werden sollen. Aufgaben mittlerer Spezifität eignen sich dagegen, um in Kooperation mit anderen Unternehmen durchgeführt zu werden (vgl. dazu auch PICOT et al. 2001, S. 293 ff.).

Die Anwendung der Property-Rights-Theorie in Unternehmensnetzwerken ist vor allem in der Forschung und Produktentwicklung relevant. Die Rechte an gemeinsam entwickelten Produkten müssen demnach so festgelegt werden (z.B. über Lizenzen, Patente oder Verträge), dass für die beteiligten Partner eine höchstmögliche Motivation zum wirtschaftlich effizienten Umgang mit dem Produkt gegeben ist. Diese Motivation nimmt zu, je vollständiger die Rechte an dem Produkt bzw. dem Ergebnis sind.

Das in der Principal-Agent-Theorie adressierte Informationsgefälle zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer ist auch in Unternehmensnetzwerken zwischen den Netzwerkpartnern gegeben. Im Vergleich zu einzelnen, hierarchischen Unternehmen sind in der Zusammenarbeit in Unternehmensnetzwerken zwei Besonderheiten zu berücksichtigen, die die Kontrolle einer moralisch verwerflichen, opportunistischen Ausnutzung erschweren. Erstens erfolgt die Leistungserstellung häufig geografisch getrennt in den Standorten der Netzwerkpartner. Zweitens kann das Management des einen Netzwerkpartners nicht hierarchisch auf den anderen Netzwerkpartner zugreifen und ist somit auf die von dem Netzwerkpartner zur Verfügung gestellten Informationen angewiesen. Die Überwachungs- und Kontrollkosten im Netzwerk können gesenkt werden, indem das Vertrauen zwischen den Partnern im Netzwerk gesteigert wird. Das Fördern von Vertrauen sowie die Gestaltung von Anreiz- und Informationssystemen sind damit wesentliche Aufgaben des Managements in Netzwerken. Die Gestaltung des Managements und die Rolle des Netzwerkmanagers werden in den Abschnitten 3.3 und 3.4 vertieft. Einer der Kritikpunkte an die Principal-Agent-Theorie ist, dass sie die Beziehung aus Sicht des Principals betrachtet und die Beziehung aus seiner Sicht optimiert. In der Praxis ist durchaus auch opportunistisches Verhalten seitens des Principals denkbar. Die genaue Ausprägung des Verhältnisses zwischen Principal und Agent ist in hohem Maße abhängig von der Risikobereitschaft des Principals. Wenn er bereit ist, Risiko einzugehen, wird er auf aufwändige Kontrollmechanismen verzichten, auch auf die Gefahr einer opportunistischen Ausnutzung des Agenten. Weiter kritisch zu bemerken ist, dass eine Vielzahl von Faktoren wie zum Beispiel soziale, kulturelle, politische, rechtliche, technische Aspekte sowie Macht- und Motivationsaspekte hier keine Berücksichtigung finden. Auch das zugrunde liegende Menschenbild (opportunistisches Verhalten) kann kritisch hinterfragt werden.

Einer der wesentlichen Kritikpunkte an den Ansätzen der neuen Institutionenökonomik ist, dass die Transaktions- und Agencykosten in der Praxis schwer zu quantifizieren sind. Sie erfüllen für die praktische Anwendung daher eher eine konzeptionelle oder heuristische Funktion (ENGERER & VOIGT 2001, S. 173). Das heißt, dass nur Tendenzaussagen möglich sind. Insbesondere die Kontroll- und Anpassungskosten werden erst nach der Auswahl einer Koordinationsform anfallen und sind ex-ante kaum zu beziffern.

Im Gegensatz zu den Ansätzen der Neuen Institutionenökonomik, die sich mit den Kosten unterschiedlicher Organisationsformen befassen, steht bei der Spieltheorie die Ertragsseite (Auszahlungen) im Mittelpunkt. Die Spieltheorie zeigt auf, in welchen Situationen eine

Kooperation (und damit auch eine Zusammenarbeit in Unternehmensnetzwerken) sinnvoll ist und welche Optionen dazu möglich sind. Darüber hinaus schlägt die Spieltheorie Verhaltensweisen vor, wie beispielsweise das Kooperieren beim ersten Zusammentreffen und die Reaktion mit Vergeltung auf Ausbeutung. Diese können auch in Unternehmensnetzwerken Anwendung finden.

Der Kernkompetenzansatz sieht Unternehmensnetzwerke als Möglichkeit, Kompetenzen, die nicht im eigenen Unternehmen vorhanden sind, für die eigene Leistungserstellung zu nutzen. Unternehmensnetzwerke sind dabei Bündel von Kompetenzen, die aufgabenabhängig zusammengestellt werden können. Der Ansatz erklärt damit die Entstehung von Unternehmensnetzwerken aus einer Ressourcenperspektive. Die Techniken zur Identifikation von Ressourcen und Kernkompetenzen weisen einen hohen Abstraktionsgrad auf und sind für eine praktische Anwendung teilweise nur eingeschränkt geeignet. Eine Übersicht von technologieorientierten Methoden für produzierende Unternehmen gibt FRANZKE (2001).

2.4.2 Wandlungsfähigkeit aus Sicht der vorgestellten Theorien

Aus systemtheoretischer Sicht kann Wandlungsfähigkeit als Fähigkeit verstanden werden, Komplexität besser zu beherrschen, indem auf Störungen reagiert wird. Wandlungsfähig zu sein bedeutet, flexibel auf relevante Veränderungen im Umfeld und im eigenen System reagieren zu können. Die Veränderungen des Systems Umfeldes, auf die es zu reagieren gilt, müssen dabei kontinuierlich beobachtet werden.

Auch aus Sicht der Kybernetik ist eine zentrale Eigenschaft eines Systems das Phänomen der Komplexität. Diese gilt es dahingehend zu beeinflussen, dass das Komplexitätsgefälle zwischen System und Umfeld reduziert wird. Die Systemtheorie und insbesondere die Kybernetik sind daher für die Erklärung und Beschreibung von Wandlungsfähigkeit gut geeignet. In Kapitel 4 werden die Erklärung und Beschreibung der Wandlungsfähigkeit aus Sicht der Systemtheorie vertieft.

Die der Neuen Institutionenökonomik zugrunde liegende Annahme der eingeschränkten Rationalität zeigt, dass nicht alle künftig auftretende Ereignisse im Voraus bekannt sind und damit auch nicht vertraglich antizipierbar sind. In Bezug zur Vertrags- und Kooperationsgestaltung ist daher die Wandlungsfähigkeit ein wichtiger Erfolgsfaktor für erfolgreiche Kooperationen.

Die Wandlungsfähigkeit eines Systems hängt von der Höhe der mit einer Transformation (von einem Zustand in einen anderen) verbundenen Transaktionskosten ab. Sind die Transaktionskosten für die Durchführung eines Wandlungsprozesses eher hoch, wirkt sich dies negativ auf die Wandlungsfähigkeit aus. Eine Senkung von Transaktionskosten trägt somit zur Steigerung der Wandlungsfähigkeit bei. Auch die Spezifität spielt in diesem Zusammenhang eine bedeutende Rolle. Wenn ein Unternehmen in ein spezifisches Gut investiert hat (zum Beispiel ein IT-System zur Unterstützung eines Unternehmensnetzwerkes), für das es keine oder kaum eine andere Verwendung gibt, kann das Gut lediglich sehr unflexibel eingesetzt werden. Die Wandlungsfähigkeit wird hiermit

eingeschränkt. Unspezifische Investitionen (in Güter, die breit eingesetzt werden können) erhöhen dagegen die Wandlungsfähigkeit.

Zur Property-Rights-Theorie kann festgehalten werden, dass Vereinbarungen über die Rechte an einem Produkt durchaus die Wandlungsfähigkeit reduzieren. Konzepte wie „Open Source“, die in der Informationstechnologie angewendet werden, sind hier aus Sicht einer maximalen Wandlungsfähigkeit zu bevorzugen.

Aus Sicht der Principal-Agent-Theorie führen ein geringes Informationsgefälle zwischen Principal und Agent sowie ausgeprägte Anreizmechanismen zu einem höheren Maß an Vertrauen seitens des Principals. Dies reduziert die Notwendigkeit einer aufwändigen Kontrolle des Agenten und somit auch die Agencykosten. Der Principal kann sich in diesem Fall schneller auf sich verändernde Situationen einlassen. Das angesprochene Informationsgefälle und die im Unternehmensnetzwerk vorhandenen Anreizmechanismen haben deshalb einen Einfluss auf die Wandlungsfähigkeit.

Aus Sicht der Spieltheorie kann die Maximierung des Nutzens einzelner Unternehmen als ein möglicher Treiber des Wandels verstanden werden. Es soll daher sichergestellt sein, dass die Maximierung des Nutzens zu einem Verhalten im Sinne des Netzwerkes führt.

Im Bezug zur Wandlungsfähigkeit ergibt sich aus dem Kernkompetenzansatz die Anforderung, schnell und flexibel die für eine Leistungserstellung benötigten Kompetenzen zu einem Netzwerk bündeln oder die geforderten Kompetenzen in ein bestehendes Netzwerk integrieren zu können.

2.4.3 Interdependenzen zwischen den betrachteten Theorien

An dieser Stelle werden – vor dem Hintergrund der Fragestellung dieser Arbeit – Interdependenzen zwischen den besprochenen Theorien identifiziert.

Dazu werden die unterschiedlichen Theorien in einem Bezugsrahmen einer Kooperation/eines Netzwerkes zusammengetragen (siehe Abbildung 2.4, dort vereinfacht dargestellt anhand von zwei Kooperationspartnern). Das Verhältnis zwischen zwei Kooperations- oder Netzwerkpartnern kann als eine Principal (z.B. OEM)-Agent (z.B. Zulieferer oder Entwicklungsdienstleister)-Beziehung aufgefasst werden. Die Beziehung wird durch Anreizmechanismen zur Verhaltenssteuerung des Agenten bestimmt. Dies wird von Kontrollmechanismen überwacht und sichergestellt. Im Zentrum der Beziehung steht die eigentliche Kooperation bzw. das Netzwerk. Der Resource-Based-View und die Property-Rights-Theorie beziehen sich auf den Kooperationsgegenstand (Inhalt der Kooperation). Hier wird einerseits festgelegt, welche Ressourcen und welche Kompetenzen in die Kooperation eingebracht werden. Andererseits gibt die Property-Rights-Theorie Hinweise darauf, wie die Verfügungsrechte daran festgelegt werden sollen (wer welche Rechte an den Ressourcen und Kompetenzen haben soll). Die Spieltheorie und die Transaktionskostentheorie betrachten die Ertrags- (welche Auszahlungen sind zu erwarten, wenn kooperiert wird) bzw. die Kostenseite (welche Transaktionskosten entstehen durch die gewählte Organisationsform und welche Agencykosten für Anreiz- und Kontrolle). Ein Netzwerk kann als Netz von derartigen Beziehungen, wie sie in Abbildung 2.4 aufgezeigt sind, aufgefasst werden.

Abbildung 2.5 zeigt, dass die besprochenen Theorien unterschiedliche Aspekte einer Kooperation beleuchten (und diese, wie die kritische Würdigung gezeigt hat, nicht immer vollständig). Dennoch sind Interdependenzen zwischen den Theorien festzustellen. Diese sind in Tabelle 2.2 zusammengefasst.

Die praktische Umsetzung der Steuerung im Netzwerk (beispielsweise anhand eines Steuerungsgremiums) wird in Kapitel 5 ausführlich besprochen.

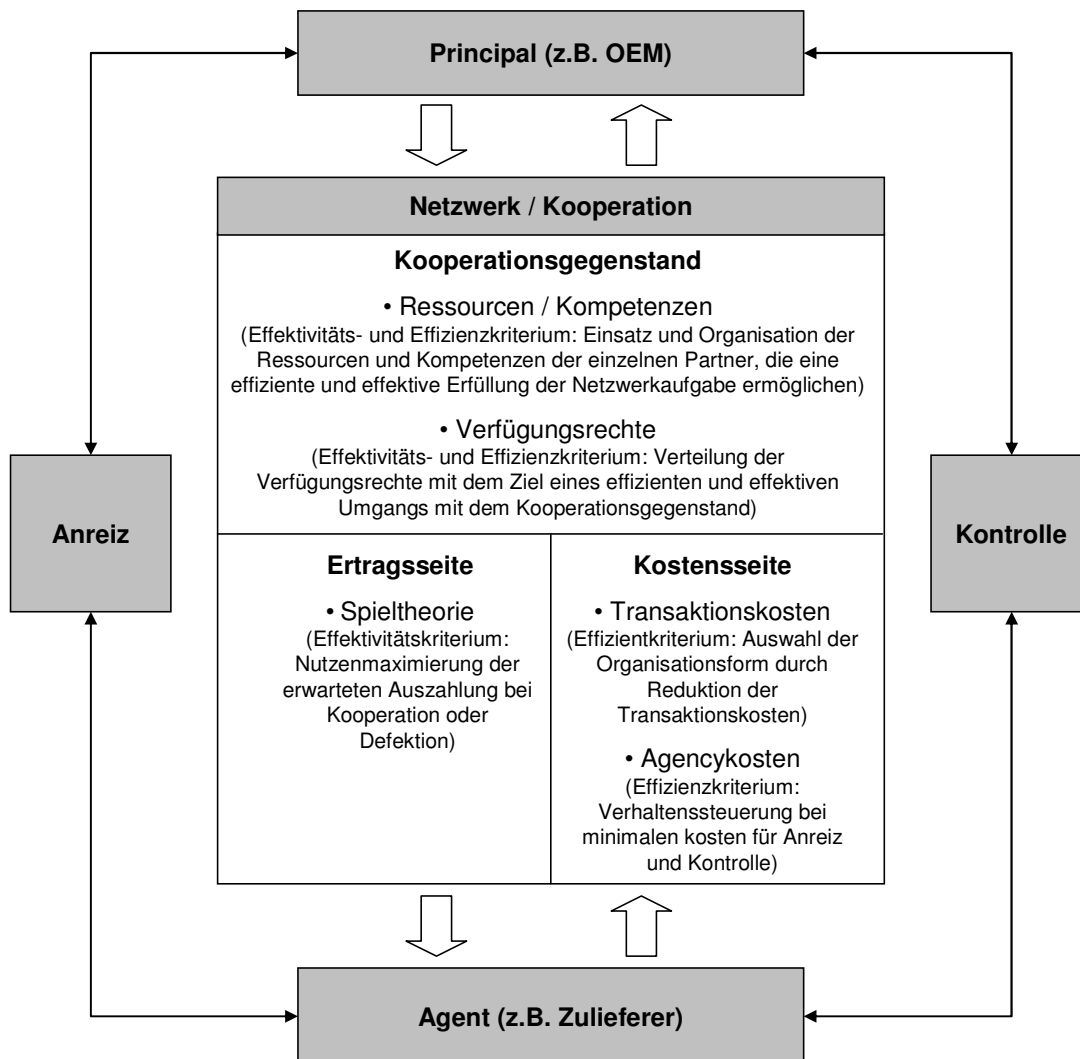


Abbildung 2.5: Bezugsrahmen: Zusammenhang der besprochenen Theorien im Kontext eines Netzwerkes²⁵

Die konkrete Anwendung der hier besprochenen Theorien auf Unternehmensnetzwerke wird in Kapitel 5 besprochen.

²⁵ Obwohl ein Unternehmensnetzwerk aus mehr als zwei Unternehmen besteht (vgl. Abschnitt 3.1), wird hier die grundsätzliche Darstellung des Zusammenhangs der besprochenen Theorien anhand von zwei Unternehmen dargestellt. Ein komplexes Netzwerk mit mehreren Partnern besteht aus einer Vielzahl derartiger Beziehungen.

	Transaktionskostentheorie	Principal-Agent Theorie	Spieltheorie	RBV
Property Rights Theorie	Die Transaktionskostentheorie baut auf der Property Right Theorie auf und kommt zum Tragen, wenn Verfügungsrechte festgelegt oder angepasst werden.	Beide Theorien definieren Anreizsysteme auf unterschiedlichen Ebenen (für den Umgang mit Ressourcen bzw. für eine Auftraggeber/Auftragnehmerbeziehung).	Keine wesentlichen Interdependenzen.	Das Aufteilen der Rechte an Ressourcen und Kompetenzen soll mit dem Ziel eines möglichst effizienten Umgangs mit den Ressourcen und Kompetenzen erfolgen.
Transaktionskostentheorie		Agencykosten können als spezielle Ausprägung der Transaktionskosten betrachtet werden. Vertrauen senkt diese Kosten.	Unterschiedliche Betrachtungsweise: Kostensicht bei Transaktionskosten, Ertragssicht bei Spieltheorie.	Die Transaktionskostentheorie gibt eine Analysemöglichkeit, wie Ressourcen und Kompetenzen zu organisieren sind. Die Spezifität einer Ressource/ Kernkompetenz bestimmt Transferierbarkeit (zu anderen Unternehmen).
Principal-Agent Theorie			Die Spieltheorie gibt auch Anhaltspunkte für das Verhältnis zwischen Principal und Agent. Grundsätzlich werden die Agencykosten durch kooperatives Verhalten und Vertrauen gesenkt.	Es soll vermieden werden, dass gemeinsam aufgebaute Ressourcen und Kompetenzen einseitig opportunistisch genutzt werden. Das Informationsgefälle zwischen Principal und Agent erhöht sich, umso unterschiedlicher die Kompetenzen der Partner sind. Das erhöht den Bedarf, Anreize und Kontrollmechanismen zu schaffen.
Spieltheorie				Keine wesentlichen Interdependenzen.

Tabelle 2.2: Interdependenzen zwischen den betrachteten Theorien

2.4.4 Fazit

An dieser Stelle werden die wesentlichen Beiträge zu Unternehmensnetzwerken und Wandlungsfähigkeit aus Sicht der in Kapitel 2 beschriebenen Theorien zusammengefasst (Tabelle 2.3).

	Unternehmensnetzwerke	Wandlungsfähigkeit
Systemtheorie	<ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung von Funktion, Struktur und Hierarchie von UN. • Emergenz als Ziel von UN. • UN als Ergebnis des Komplexitätsmanagements einzelner Unternehmen. • Gestaltungsprinzipien für Organisation und Lenkung von UN (z.B. Systemdenken, Regelung, Steuerung und Selbstorganisation). 	<ul style="list-style-type: none"> • Wandlungsfähigkeit als Komplexitätsmanagement aus systemtheoretischer Sicht.
Transaktionskostentheorie	<ul style="list-style-type: none"> • UN als alternative Organisationsform zwischen Markt und Hierarchie. • Spezifität als wesentliches Kriterium zur Auswahl der Organisationsform. 	<ul style="list-style-type: none"> • Senkung der Transaktionskosten erhöht die Wandlungsfähigkeit. • Spezifische Investitionen reduzieren die Wandlungsfähigkeit.
Property-Rights-Theorie	<ul style="list-style-type: none"> • Zuordnung der Rechte an einem Gut zur Motivation zu einem möglichst wirtschaftlichen Umgang mit dem Gut (insbesondere in Forschung und Entwicklung). 	<ul style="list-style-type: none"> • Die festgelegten Rechte an einem Gut verringern die Wandlungsfähigkeit.
Principal-Agent-Theorie	<ul style="list-style-type: none"> • Vermeidung opportunistischen Verhaltens im UN („Moral Hazard“). • Empfehlungen für das Berichtswesen in UN. 	<ul style="list-style-type: none"> • Das Informationsgefälle zwischen Prinzipal und Agent sowie die Anreizmechanismen beeinflussen die Wandlungsfähigkeit.
Spieltheorie	<ul style="list-style-type: none"> • Aussagen, in welchen Situationen Kooperation sinnvoll ist. • Empfehlungen zur Sanktionierung (TIT-FOR-TAT). 	<ul style="list-style-type: none"> • Maximierung des Nutzens als Treiber für den Wandel.
Ressourcenorientierter Ansatz (Kernkompetenzansatz)	<ul style="list-style-type: none"> • UN als Möglichkeit, auf Kompetenzen, die im eigenen Unternehmen nicht vorhanden sind, zuzugreifen. • UN als Bündel von Kompetenzen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bedarf an flexibler Integration von Kompetenzen in UN. • Fokussierung auf Kernkompetenzen als Möglichkeit, die interne Komplexität zu verringern.
UN = Unternehmensnetzwerk(e)		

Tabelle 2.3: Unternehmensnetzwerke und Wandlungsfähigkeit aus Sicht unterschiedlicher Theorien

3. Konzeptionelle Grundlagen von Entwicklungsnetzwerken

Nachdem im vorangegangenen Kapitel ein Bezugsrahmen zur Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken aufgezeigt wurde, befasst sich Kapitel 3 mit der Konzeption von Entwicklungsnetzwerken. Die Entwicklung wird dabei im Sinne der integrierten Produktentwicklung nach Ehrlenspiel als „...Methodik zur Produkterstellung unter besonderer Berücksichtigung der Zielorientierung und Zusammenarbeit der beteiligten Menschen“ verstanden (EHRENSPIEL 2003, S. 285). Eine weiterführende Beschreibung der Produktentwicklung und ihrer Merkmale wird in Abschnitt 3.6 vorgenommen.

3.1 Zum Begriff Unternehmensnetzwerke

Unternehmensnetzwerke sind als eine spezifische Form zwischenbetrieblicher Kooperation zu verstehen (CORSTEN 2001, S. 5). Das Wort „Kooperation“ bezeichnet im allgemeinen Sprachgebrauch jede Form der Zusammenarbeit zwischen Institutionen und Personen, wobei es sich um ein Kontinuum verschiedener Formen der Zusammenarbeit handelt.

Grundsätzlich kann zwischen innerbetrieblicher, zwischenbetrieblicher und überbetrieblicher Kooperation unterschieden werden. Bei innerbetrieblichen Kooperationen findet die Zusammenarbeit zwischen den Organisationseinheiten eines Unternehmens statt, während die überbetriebliche Kooperation zwischen einer Vielzahl von Unternehmen erfolgt, ohne die Intension einer gemeinsamen Gewinnerzielung (zum Beispiel Wirtschaftsverbände). Zwischenbetriebliche Kooperation kann definiert werden als:

„...eine freiwillige Zusammenarbeit zwischen zwei oder mehreren, rechtlich selbstständigen Unternehmen, die unter Inkaufnahme einer (partiellen) Beschränkung ihrer wirtschaftlichen Selbstständigkeit die Erreichung gemeinsamer wirtschaftlicher Ziele anstrengt“
WOHLGEMUTH (2002, S. 14).²⁶

In Abgrenzung zum Begriff Kooperation wird mit dem Begriff Unternehmensnetzwerk ein wesentlich komplexeres Beziehungsgeflecht impliziert. Die Komplexität bezieht sich dabei auf die Anzahl der Partnerunternehmen (mindestens drei) und die Intensität der Beziehungen.

Für den Begriff Unternehmensnetzwerk ist in der betriebswirtschaftlichen Literatur keine einheitliche Definition vorhanden. In der Literatur werden auch Bezeichnungen wie dynamic networks, Wertschöpfungsnetzwerke, kooperative Netzwerke, strategische Allianzen oder

²⁶ Für eine Übersicht und einen Vergleich ausgewählter Definitionen von Kooperationen vgl. u. a. WOHLGEMUTH 2002 (S. 11 ff.).

Business Webs und weitere verwendet (SYDOW 1992, S.62 ff.; FRANZ 2003). Im deutschsprachigen Raum hat sich die Definition von Unternehmensnetzwerken von SYDOW (1992, S. 79) durchgesetzt, demnach ist ein Unternehmensnetzwerk

„...eine auf die Realisierung von Wettbewerbsvorteilen zielende, polyzentrische, gleichwohl von einer oder mehreren Unternehmen strategisch geführte Organisationsform ökonomischer Aktivitäten zwischen Markt und Hierarchie, die sich durch komplex-reziproke, eher kooperative als kompetitive und relativ stabile Beziehungen zwischen rechtlich selbstständigen, wirtschaftlich jedoch zumeist abhängigen Unternehmen auszeichnet“.

Nachfolgend werden die wesentlichen Elemente dieser Definition erläutert (vgl. dazu auch PADBERG 2000, S. 166 ff.):

- *Realisierung von Wettbewerbsvorteilen*: Ziel von Unternehmensnetzwerken ist es, durch eine gemeinsame Strategie mit anderen formal unabhängigen und rechtlich selbstständigen Unternehmen, kollektive Effizienzsteigerungen zu erreichen und damit die individuelle Wettbewerbsposition zu verbessern. Die Individualziele werden dabei zumindest teilweise dem kollektiven Ziel untergeordnet.
- Als *polyzentristische Systeme* sind Unternehmensnetzwerke nicht (ausschließlich) zentral steuerbar, sondern verfügen über mehrere Handlungs- und Entscheidungszentren²⁷.
- *Markt und (Unternehmens-)Hierarchie* wurden sehr lange als polare und einzige alternative Koordinationsformen ökonomischer Aktivitäten angesehen (WILLIAMSON 1975 und 1985, COASE 1937). Der Markt ist dabei eine Organisationsform, in der beliebige Marktteilnehmer, die sich grundsätzlich (begrenzt) rational und opportunistisch verhalten und die gleichberechtigt und in ihren Handlungen weitgehend von einander unabhängig sind, eine genau spezifizierte Leistung austauschen (SYDOW et al. 1995, S. 17). Marktliche Koordination ist durch ein hohes Anreizniveau gekennzeichnet (WRIEBE 2001, S. 27 ff.) und erfolgt ausschließlich über Preise. Marktbeziehungen sind idealtypisch flüchtig und kompetitiv. Die Koordinationsform Hierarchie (integrierte Unternehmen) bezieht sich auf den Austausch kontraktuell eher unspezifizierter Leistungen und basiert auf Weisungen einer Unternehmensleitung gegenüber einer prinzipiell begrenzten Zahl von Organisationsmitgliedern (SYDOW 1992, S. 98). Hierarchische Beziehungen sind idealtypisch auf Dauer angelegt und kooperativ. Unter anderem beschreibt THORELLI (1986) Unternehmensnetzwerke als hybride Zwischenform, die sowohl Elemente einer marktlichen wie auch einer hierarchischen Koordination beinhalten (vgl. dazu auch WOLFF & NEUBURGER 1995, S. 84 ff.). Die Steuerung im Netzwerk erfolgt dabei über eine Kombination von Preisen, Vertrauen und Anweisungen.

²⁷ Dies steht nicht im Widerspruch mit der strategischen Führung eines fokalen Unternehmens, das im Wesentlichen den Markt des Netzwerkes definiert; diese Führung ist eher als strategische Metakoordination zu sehen (SYDOW 1992).

Abbildung 3.1 beschreibt eine Übersicht ausgewählter Ausprägungen von Organisationsformen zwischen Markt und Hierarchie, die auch mit unterschiedlichen Rechtsformen verbunden sein können.

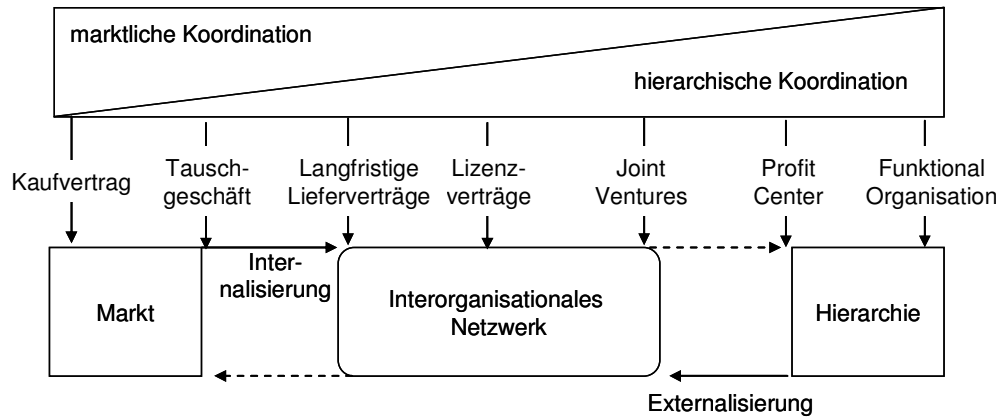


Abbildung 3.1: Netzwerke als Organisationsform zwischen Markt und Hierarchie [in Anlehnung an SYDOW 1992, S. 104]

- *Komplex-reziprok* bezieht sich auf komplexe (in Sinne von Frequenz und Intensität), wechselseitige Interaktionsbeziehungen.
- *Eher kooperativ als kompetitiv* impliziert, dass hier aufgrund einer gemeinsamen Zielsetzung eine freiwillige Zusammenarbeit eingegangen wird. Dies schließt jedoch kompetitive Elemente nicht aus (Abschnitt 3.3.5).
- *Relativ stabile Beziehungen* heißt, dass die Interaktionsbeziehungen innerhalb eines bestimmten Zeitraumes relativ konstant sind.

Eine ausführliche Abgrenzung zu verwandten Phänomenen wie beispielsweise virtuellen Unternehmen (DAVIDOW & MALONE 1993; KRISTEK et. al 1997), Konsortien, strategischen Allianzen oder Gemeinschaftsunternehmen trifft BLECKER (1999, S. 34 ff.).

3.2 Typologie von Netzwerkstrukturen

Zur Vielfalt der Typologien von Unternehmensnetzwerken sagt SYDOW (2001, S. 298): „Die Möglichkeiten der Typologisierung von Netzwerken sind grenzenlos“. Es scheint somit eher sinnvoll, Netzwerktypologien über die möglichen Merkmale eines Netzwerkes anzunähern (Abschnitt 3.2.2). Unterschiedliche Typologien lassen sich dann durch eine sinnvolle Kombination der Merkmale formulieren. Eine Übersicht bekannter interorganisationaler Netzwerktypologien beschreibt SYDOW (2001, S. 299), eine ausführliche Beschreibung unterschiedlicher Typologien hat BECKER (1999, S. 122 ff.) vorgenommen. In Abschnitt 3.2.2 werden zudem einige häufig verwendete Typologien erläutert, die im Rahmen dieser Arbeit relevant sind. Durch den Vergleich organisatorischer Netzwerke mit technischen Netzwerken

können insbesondere die unterschiedlichen Strukturen von Netzwerken und ihren Merkmalen beschrieben werden (Abschnitt 3.2.1).

3.2.1 Typologie von technischen Netzwerken

Technische Netzwerke wie z.B. Kommunikationsnetze, Straßennetze oder elektrische Schaltungen können mithilfe der Graphentheorie modelliert werden. Graphen sind dabei mathematische Modelle für netzartige Strukturen in Natur und Technik (GROSS & YELLEN 2005).

Ein Graph $G = (V,E)$ besteht aus einer Knotenmenge V und einer Kantenmenge E , wobei jeder Kante $e \in E$ von G zwei Knoten aus V zugeordnet sind. Die Knoten (z.B. Orte, Computer oder Maschinen) werden durch Kanten (z.B. Straßen, Übertragungsleitungen oder Durchlaufzeiten) verbunden (DIESTEL 2006).

Die Kanten werden in der Form $e = \{u,v\}$ mit u und v als Endknoten der Kante e beschrieben. Um Graphen grafisch darzustellen, werden Knoten mit kleinen Kreisen oder Punkten und Kanten mit einer Verbindungslinie angedeutet. Bei ungerichteten Graphen kann eine Kante $e = \{u,v\}$ sowohl von u nach v als auch von v nach u durchlaufen werden. Bei gerichteten Graphen kann eine Kante nur in eine Richtung durchlaufen werden.

Beispielhaft wird in Abbildung 3.2 ein Graph $G = (\{1,2,3,4,5\}, \{a,b,c,d,e,f,g\})$ mit $a = \{1,2\}$, $b = \{1,3\}$, $c = \{2,3\}$, $d = \{2,4\}$, $e = \{3,5\}$, $f = \{3,5\}$, $g = \{4,4\}$ dargestellt.

In einer Matrix können nun verschiedene Eigenschaften wie Kapazitäten oder Streckenlängen eingetragen werden. In Abbildung 3.2 ist beispielhaft die Anzahl der Kanten zwischen den Knoten i und j in Matrix M dargestellt. Mithilfe dieser Matrix können diverse mathematische Operationen durchgeführt werden (LINDEMANN et. al. 2005). Die Matrix ist dabei oft identisch mit einer Design Structure Matrix (DSM), wie sie zur Strukturierung technischer Systeme Anwendung findet (STEWART 1981).

In einer Erweiterung der Graphentheorie beschreibt BARABÁSI (2003) technische Netzwerke in einer erweiterten Form und stellt dabei fest, dass allgemein Netzwerke, seien sie zum Beispiel technisch, biologisch oder organisatorisch, den gleichen Strukturmerkmalen folgen. KREIMEYER et. al. (2007) verwenden diesen Ansatz zur Beschreibung von Entwicklungsprozessen in komplexen Entwicklungsorganisationen.

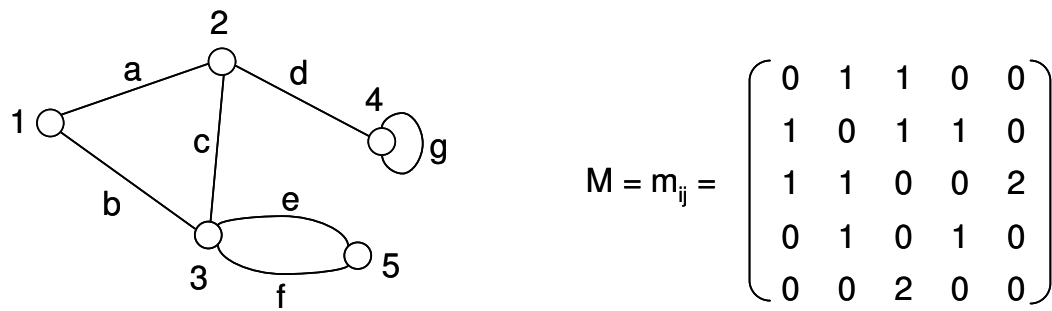


Abbildung 3.2: Darstellung eines Netzwerkes in Form eines Graphen

Bei technischen Netzwerken, insbesondere bei Kommunikations- oder Energienetzwerken, sind die logischen Strukturen der Anordnung der Knoten in alternative Topologien zu unterteilen (Abbildung 3.3, TANENBAUM 1996). So wird für die Energienetzwerkstruktur im Fahrzeug eine Entwicklung von der Sternstruktur in Richtung alternativer Strukturtypologien sowie die Zusammenführung von Energie- und Kommunikationsnetzwerken vorhergesagt (KRAFT et al. 2003).

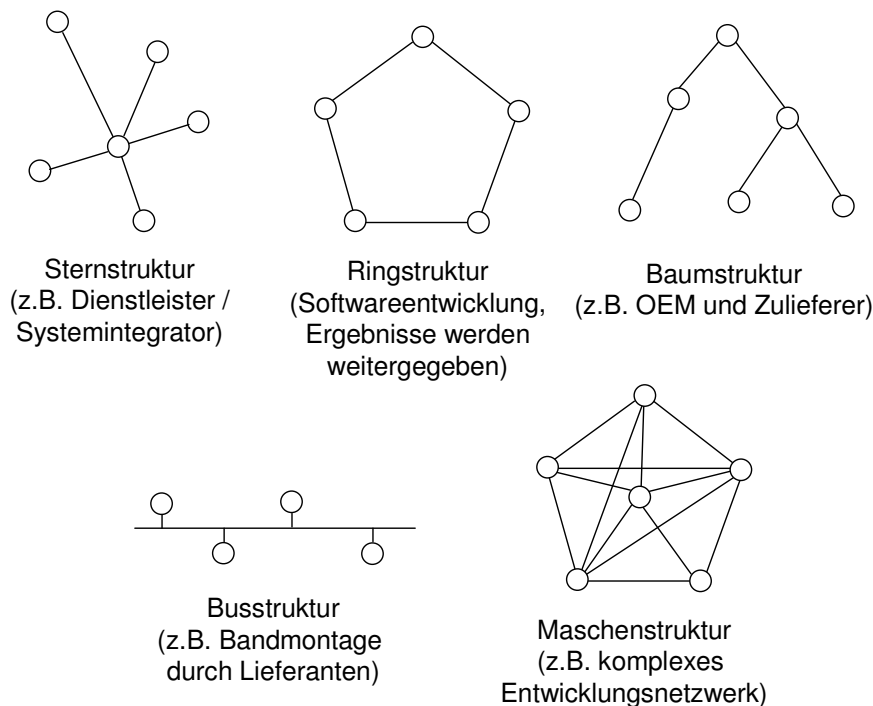


Abbildung 3.3: Topologien technischer Netzwerke [in Anlehnung an TANENBAUM 1996]

Tabelle 3.1 beschreibt die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Topologien technischer Netzwerke, die auch bei der Gestaltung von Entwicklungsnetzwerken berücksichtigt werden können. In der Praxis treten Kombinationen dieser Topologien auf (hybride Strukturen), die beliebig komplex gestaltet sein können.

Netzwerk-topologie	Charakteristik	Maximal mögliche Anzahl Verbindungen im Netzwerk (Kanten)	Anzahl mögliche Verbindungen eines Knotens	Vorteile	Nachteile
Stern- struktur	<ul style="list-style-type: none"> • Alle Teilnehmer sind an einen zentralen Knoten angeschlossen. • Die Steuerung erfolgt im idealtypischen Fall sehr einfach über die Zentrale. 	$n-1$	Der zentrale Knoten hat $n-1$ Verbindungen, alle anderen Knoten haben nur eine.	<ul style="list-style-type: none"> • Wenn ein Teilnehmer ausfällt, bleibt die Kommunikation der restlichen Teilnehmer gewährleistet. • Die Kommunikationskanäle werden nicht geteilt und stehen einem Teilnehmer voll zur Verfügung. • Der zentrale Knoten kann als Qualitätspuffer dienen, Fehler werden nicht automatisch weitergegeben. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eine direkte Kommunikation unter den Teilnehmern ist nicht möglich. • Bei einem totalen Ausfall des zentralen Knotens sind alle Kommunikationswege unterbrochen.
Ring- struktur	<ul style="list-style-type: none"> • Alle Teilnehmer sind in Form eines Ringes verbunden. • Alle Teilnehmer sind gleichberechtigt. Die Kommunikation erfolgt in der Regel in eine Richtung. 	n	2	<ul style="list-style-type: none"> • Die Möglichkeit eines Doppelrings, um Ausfall eines Teilnehmers zu kompensieren (jedoch redundante Struktur und damit erhöhter Aufwand). 	<ul style="list-style-type: none"> • Eine direkte Kommunikation unter den Teilnehmern ist nur mit den Nachbarn möglich. Bei einem Ausfall eines einzelnen Knotens sind alle Kommunikationswege unterbrochen.
n = Anzahl Knoten im Netzwerk					

Netzwerk-topologie	Charakteristik	Maximal mögliche Anzahl Verbindungen im Netzwerk (Kanten)	Anzahl mögliche Verbindungen eines Knotens	Vorteile	Nachteile
Baum- struktur	<ul style="list-style-type: none"> Die Teilnehmer sind in mehreren Ebenen, die nicht direkt miteinander kommunizieren, verbunden. 	Die Anzahl der Verbindungen ist abhängig von der Verzweigung und von der Anzahl der Ebenen.	Die Anzahl der Verbindungen ist abhängig von der Verzweigung und von der Anzahl der Ebenen.	<ul style="list-style-type: none"> Ein Knoten steuert nur die Knoten, die sich auf einer Ebene tiefer befinden. 	<ul style="list-style-type: none"> Knoten, die mehr als eine Ebene tiefer liegen, müssen als Blackbox betrachtet werden.
Bus- struktur	<ul style="list-style-type: none"> Die Kommunikation erfolgt über ein gemeinsames Backbone (Bus), an der alle Teilnehmer angeschlossen sind. Es ist keine Zentrale vorhanden. 	Es existiert im idealtypischen Fall keine direkte Verbindung zwischen den Knoten.	Es existiert keine direkte Verbindung zwischen den Knoten.	<ul style="list-style-type: none"> Es ist keine Verteilerfunktionen erforderlich. Bei Ausfall eines Teilnehmers bleibt die Kommunikation der übrigen erhalten. 	<ul style="list-style-type: none"> Jede Störung im Bus führt zu einem Totalausfall der Kommunikation. Die Suche nach einer Fehlerquelle ist schwierig. Hoher Datenverkehr, da ein Teilnehmer eine Nachricht an alle Teilnehmer verschicken kann. Kollision von Daten, wenn mehrere Teilnehmer gleichzeitig Daten senden.
Maschen- struktur	<ul style="list-style-type: none"> Jeder Teilnehmer ist mit mehreren anderen verbunden. In der Maximalausprägung sind alle Knoten mit einander verbunden. 	$\frac{n(n-1)}{2}$	$n-1$	<ul style="list-style-type: none"> Eine schnelle und direkte Kommunikation über unabhängige Kommunikationswege ist möglich. 	<ul style="list-style-type: none"> Hohe Komplexität. Die Gesamtsteuerung ist sehr schwierig, weil alle Knoten mit einander verbunden sind.
	n = Anzahl Knoten im Netzwerk				

Tabelle 3.1: Beschreibung der Strukturmerkmale technischer Netzwerktopologien

3.2.2 Typologie von Unternehmensnetzwerken

Die im Schrifttum beschriebenen Typologien von Unternehmensnetzwerken sind sehr vielfältig²⁸. Sie dienen dazu, das Phänomen Unternehmensnetzwerke einzugrenzen. Viel besprochene Typologien von Unternehmensnetzwerken sind die der stabilen und dynamischen sowie der regionalen und strategischen Netzwerke²⁹.

Wie in Abschnitt 3.1 gezeigt wurde, basieren Unternehmensnetzwerke auf zwischenbetrieblichen Kooperationen. Deswegen wird hier zuerst auf eine Typologie der Kooperationsrichtung zurückgegriffen (BRONDER 1993, S. 66 ff.), die gleichermaßen für Unternehmensnetzwerke angewendet werden kann:

- *Vertikale Netzwerke*, auch oft als Wertschöpfungspartnerschaften bezeichnet, beziehen sich auf die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen auf aufeinander folgenden Stufen der Wertschöpfungskette, z.B. Kunde und Lieferanten. Diese Netzwerkform ist unter anderem in der Automobilindustrie weit verbreitet.
- *Horizontale Netzwerke* beziehen sich auf Unternehmen auf der gleichen Wertschöpfungsstufe, wie z.B. Forschungsnetzwerke zwischen verschiedenen OEMs in der Automobilindustrie.
- *Diagonale Netzwerke* beziehen sich auf die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen in unterschiedlichen Branchen und auf verschiedenen Wertschöpfungsstufen.

Die Typologie nach stabilen und dynamischen Netzwerken ist zurückzuführen auf MILES & SNOW (1986 und 1992). Im stabilen Netzwerk (stable network) werden große Teile der Aufgaben von unterschiedlichen Partnern im Netzwerk wahrgenommen. Ein zentrales Unternehmen („core firm“) spielt dabei die Rolle des Integrators. Der Vorteil des stabilen Netzwerkes liegt in den stabilen Netzwerkbeziehungen, langfristige Orientierung und der engen Zusammenarbeit zwischen den Netzwerkpartnern. Diese Stabilität kann allerdings auf Kosten der Flexibilität gehen. Das dynamische Netzwerk (dynamic network) kennzeichnet sich durch vier konstituierende Merkmale:

- *Vertikale Arbeitsteilung*: Verschiedene vertikale Wertschöpfungsstufen (z.B. Produktentwicklung, Produktion etc.) werden von unterschiedlichen, unabhängigen Unternehmen eingebracht. Die Zusammensetzung des Netzwerkes erfolgt dabei dynamisch und bedarfsabhängig.

²⁸ Eine Übersicht unterschiedlicher Netzwerktypen gibt BERNECKER (2005, S. 62). An dieser Stelle wird lediglich auf einige weit verbreitete Netzwerktypen eingegangen.

²⁹ Obwohl es sich hier um im Schrifttum weit verbreitete Typologien handelt, muss bemerkt werden, dass die hier verwendeten Dimensionen nicht diametral sind. Beispielsweise hat der Begriff Regional einen geografischen Bezug, der Begriff strategisch nicht. Formal richtig wäre daher eine Unterscheidung zum Beispiel nach regionalen und globalen bzw. strategischen und operativen Netzwerken.

- *Marktmechanismen*: Die Steuerung des Netzwerkes erfolgt insbesondere über Verträge und Leistungen statt über Planung und Überwachung.
- *Koordination durch einen Broker*: Der Broker übernimmt die Steuerung der netzwerkinternen Aktivitäten und die Allokation der Ressourcen im Netzwerk. Das Fokale Unternehmen hat dabei eine Vermittlungsfunktion.
- Umfangreiches *technisches Informationssystem* zwischen den Netzwerkpartnern. Hierdurch werden das Verhalten und die Leistung der Netzwerkpartner transparent.

Die Netzwerkteilnehmer ergänzen sich gegenseitig, indem sie sich wechselseitig ihren Kompetenzen zur Verfügung stellen.

In Abbildung 3.4 sind die beiden Typen schematisch dargestellt. Die Netzwerke in der Automobilindustrie werden eher dem Typus des stabilen Netzwerkes zugerechnet. In der Praxis existieren auch Mischformen beider Typen.

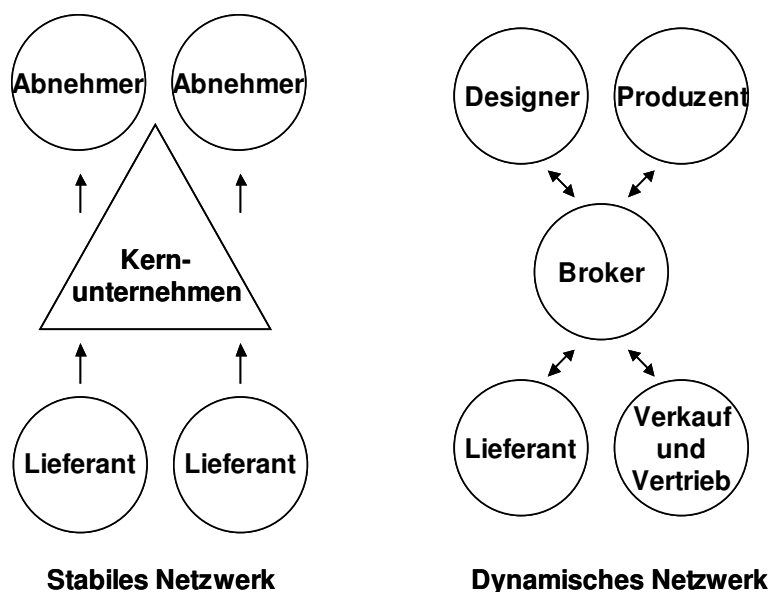


Abbildung 3.4: Netzwerktypologie des stabilen und dynamischen Netzwerkes [nach MILES & SNOW 1992]

Die Typologieunterscheidung von regionalen und strategischen Netzwerken geht zurück auf SYDOW (1992, S. 38 ff.) und ist analytischer Natur. Regionale Netzwerke sind räumlich begrenzte Zusammenschlüsse von meist kleineren und mittleren Unternehmen. Sie schließen sich bedarfsabhängig auf Basis eher nicht-formalen Beziehungen gleichberechtigt zusammen. Durch die räumliche Nähe sind persönliche Kontakte für die Bildung eines regionalen Netzwerkes eine wichtige Grundlage. Strategische Netzwerke beziehen sich dagegen im Regelfall auf eine Wertschöpfungskette und werden von einem oder mehreren zentralen Unternehmen (die „hub firms“) strategisch geführt, das in einem intensiven Austausch mit den übrigen Netzwerkunternehmen steht (JARILLO 1988). Strategische Netzwerke haben eine hohe Übereinstimmung mit dem oben beschriebenen stabilen Netzwerk.

Eine spezielle Ausprägung strategischer Netzwerke sind die japanischen Keiretsu. Sie kennzeichnen sich durch eine strategische Führung durch ein Industrieunternehmen oder eine Großbank. Der innere Kreis eines Keiretsus besteht aus 20 bis 30 Unternehmen, deren Management sich regelmäßig in Direktorenklubs zum Austausch und zur Koordination trifft. Zusammen mit den Zulieferern kann ein Keiretsu bis zu 100 Mitglieder umfassen (vgl. dazu SYDOW 1992, S. 40; PADBERG 2000, S. 190 ff.; FONTANARI 1996, S. 67; HAAG 2002).

Die wesentlichen Merkmale von regionalen und strategischen Netzwerken sind dargestellt in Tabelle 3.2.

Regionale Netzwerke	Strategische Netzwerke
Geografisch konzentriert.	Geografisch verteilt.
Im Wesentlichen kleine und mittelgroße Unternehmen.	Unternehmen unterschiedlicher Größe.
Ohne strategische Führung eines einzelnen Unternehmens (polyzentrische Führung).	Strategische Führung durch ein Großunternehmen (zentrale Steuerung aber asymmetrisch verteilte Entscheidungsgewalt).
Eher informale Strukturen und Beziehungen.	Eher formale Strukturen und Beziehungen.
Wechselnde Beziehungen zwischen den Netzwerkpartnern.	Relativ stabile Beziehungen zwischen den Netzwerkpartnern.

Tabelle 3.2: Netzwerktopologie des regionalen und strategischen Netzwerkes [nach SYDOW 1992]

Zusätzlich zu den beschriebenen Typologien wird im Schrifttum eine Vielzahl von Netzwerkmerkmalen diskutiert. Tabelle 3.3 gibt eine Übersicht zu ausgewählten Merkmalen und ihren möglichen Ausprägungen (vgl. dazu unter anderem CORSTEN 2001, S. 7; PADBERG 2000, S. 170; MILDENBERGER 1998, S. 27; EVERS 1998, S. 42 ff.; FONTANARI 1996, S. 40; BAUERNHANSL 2003). Nicht alle Kombinationsmöglichkeiten der hier dargestellten Merkmale sind in der Praxis sinnvoll.

Merkmale	Ausprägung
Zielsystem	identisch, komplementär, neutral
Zielausrichtung	operativ, taktisch, strategisch
Umfang	Anzahl Partnerunternehmen, Größe der Unternehmen
Inhalt/Funktion	Produkt, Dienstleistung, Wertschöpfungsstufe (Forschung, Entwicklung, Produktion, Vertrieb etc.)
Richtung der Zusammenarbeit	vertikal, horizontal, diagonal
Umfang	Produktgruppe, Produkt (-variante), System/Komponente, Einzelteile, Fertigungsmittel etc.
Beziehungsintensität	locker, intensiv
Offenheit	geschlossen, hohe Eintrittsbarrieren, niedrige Eintrittsbarrieren,
Dauerhaftigkeit der Beziehungen	projekthaft (kurzfristig, mittelfristig, langfristig), unbefristet
Koordinationsrichtung	heterarchisch, hierarchisch
geografische Ausrichtung	lokal, regional, national, international
Ressourceneinbringung	Produkte, Systeme, Strukturen, Wissen, Erfahrung

Merkmale	Ausprägung
Ressourcenprofil der Partner	komplementär, redundant
Interdependenz	gepoolte Interdependenz (gemeinsame Ressourcen), sequenzielle (Input/Output-Beziehung), reziprok (gegenseitiger Leistungsaustausch)
Beteiligungsverhältnis	Mehrheit, Minderheit, Parität, keine Beteiligung
vertragliche Bindung	kurzfristige Lieferverträge, Lizenzverträge, Joint Venture-Verträge, Subcontracting etc.
Struktur	monozentrisch, polyzentrisch

Tabelle 3.3: Ausgewählte Merkmale von Unternehmensnetzwerken und deren Ausprägung

3.2.3 Fazit: Typologien und Netzwerke

Wegen der Vielfalt der vorhandenen Typologien ist es im Rahmen dieser Arbeit sinnvoll, zwischen zwei Grundtypen von Netzwerken zu unterscheiden: fokal und polyzentrisch gesteuerte Unternehmensnetzwerke (WILDEMANN 1997, S. 422 ff). Diese Unterscheidungen werden auch häufig als hierarchische und heterarchische Netzwerke bezeichnet (CORSTEN 2001, S. 9). Die beiden Netzwerktypen unterscheiden sich in Bezug auf ihre Koordination und die Machtverhältnisse zwischen den Partnern.

Im hierarchischen Netzwerk, das weitgehend eine Baumstruktur aufweist, erfüllt das fokale Unternehmen eine dominante Rolle, die häufig vom OEM oder von einem Tier-1-Lieferanten³⁰ wahrgenommen wird. Der Charakter der Zulieferer-Abnehmerbeziehung bleibt bei diesem Netzwerktyp weitgehend erhalten. In der Praxis wird die idealtypische Baumstruktur selten angetroffen. Vielmehr werden wesentlich komplexere Strukturen vorgefunden, indem Systemintegratoren eine Teilsteuerung über verschiedene Netzwerkstufen hinweg übernehmen (Abschnitt 1.1.3) oder das fokale Unternehmen auch direkte Beziehungen zu Unternehmen aus der zweiten oder tieferen Zulieferebene unterhält (Abbildung 3.5).

³⁰ Der Begriff Tier-n wird in der Automobilindustrie häufig verwendet und bezeichnet die Position eines Lieferanten in einer hierarchischen Lieferkette. Die Distanz zum OEM wird mit der Kennung n gekennzeichnet. So ist ein Tier-1-Lieferant eine Stufe unter dem OEM eingeordnet und ist damit Direktlieferant. Ein Tier-2-Lieferant befindet sich zwei Stufen unter dem OEM und ist somit Lieferant eines Tier-1-Lieferanten und so weiter.

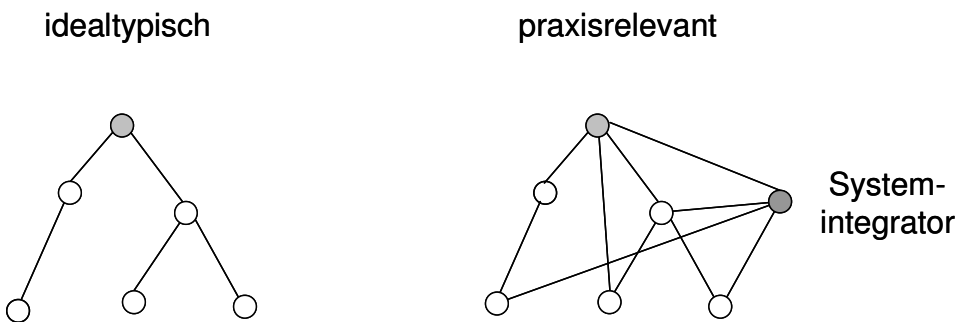
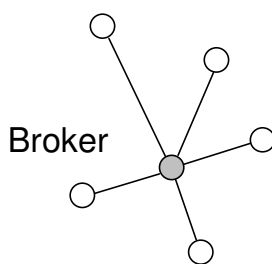


Abbildung 3.5: Hierarchisches Netzwerk

Die Einführung eines Systemintegrators hat zur Folge, dass sich die Topologie des Netzwerkes verändert. Darüber hinaus werden die wesentlichen Managementaufgaben im Entwicklungsnetzwerk neu zugeordnet (beispielsweise Änderungsmanagement sowie Ziele- und Anforderungsmanagement).

Das polyzentrische oder heterarchische Netzwerk setzt sich aus gleichberechtigten Firmen zusammen. Es kann sich hierbei um einen Zusammenschluss von OEMs handeln, wie im Falle von BMW, DaimlerChrysler und General Motors und ihren Zulieferern, die gemeinsam einen Hybridantrieb entwickeln (EPPLE et. al. 2007). Auch passiert es in der Praxis häufig, dass sich Zulieferunternehmen gleichberechtigt zusammenschließen, um den OEMs eine Leistung anzubieten, die von den einzelnen Unternehmen für sich nicht angeboten werden kann. So können Zulieferer ihre Position in der Wertschöpfungskette verbessern (sich als Zusammenschluss von Tier-2-Lieferanten beispielsweise als Tier-1 qualifizieren). Zum heterarchischen Netzwerk sind unterschiedliche Varianten denkbar, von denen zwei in Abbildung 3.6 dargestellt sind.

Variante mit starkem Broker



Variante mit starken Verbindungen zwischen den Partnern

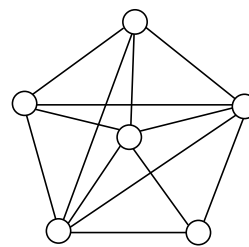


Abbildung 3.6: Heterarchisches Netzwerk

Die Variante mit einem Broker (Sternstruktur) impliziert, dass ein Unternehmen eine komplexe Entwicklungsaufgabe in Pakete aufteilt, die kompetenzbasiert an Partner vergeben werden. Der Broker ist die zentrale Koordinationsstelle, über die die wesentlichen Informationen ausgetauscht werden. In der zweiten Variante kommunizieren die Partner intensiv untereinander (Maschenstruktur). Die Netzwerkstruktur ist dabei komplexer, eignet sich durch die direkte Kommunikation aber besser, wenn es darum geht, schnell auf Veränderungen reagieren zu können.

3.3 Management von Netzwerkorganisationen

Im Mittelpunkt des Managements von Entwicklungsnetzwerken steht die Gestaltung, Lenkung und Entwicklung interorganisationaler Beziehungen (KRYSTEK et al. 1997, S. 309). WOHLGEMUTH (2002) unterscheidet dabei zwischen Strukturmanagement und Verhaltensmanagement als Elemente des Netzwerkmanagements. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird, in Anlehnung an WOHLGEMUTH, Netzwerkmanagement definiert als:

Die netzwerkweite Gestaltung und Koordination aller zwischenbetrieblichen Abhängigkeitsbeziehungen in sachlicher, zeitlicher und sozialer Dimension, die zur Erreichung des gemeinsamen Netzwerkzwecks unterhalten werden. (vgl. WOHLGEMUTH 2002, S. 42).

Das Management von Unternehmensnetzwerken unterscheidet sich deutlich vom Management einzelner, integrierter Unternehmen. Bewährte Managementmethoden und Vorgehensweisen, die in integrierten Unternehmen funktionieren, können deshalb nicht ohne Weiteres auf Netzwerkorganisationen übertragen werden. Die Übertragung von Managementprinzipien für integrierte Unternehmen auf Unternehmensnetzwerke führt oft zum Scheitern der Kooperation (SCHUH et. al. 2005, S. 31). Wesentliche Unterschiede sind (dazu SCHUH 2005 et. al, S. 38 ff.):

- Neben Einzelstrategien eines Unternehmens müssen kollektive Strategien für das gesamte Netzwerk entwickelt und umgesetzt werden. Der Klärung der Einzelstrategien der Unternehmen kommt demnach eine bedeutende Rolle zu.
- Die Einzelunternehmen bringen unterschiedliche Funktionsweisen, Prinzipien, Systeme und Kulturen in das Netzwerk ein. Diese gilt es zu berücksichtigen und zu antizipieren. Dies impliziert auch eine Veränderung in den Einzelunternehmen.
- Es bestehen im Unternehmensnetzwerk nicht die gleichen Möglichkeiten wie im klassischen Unternehmen, sich hierarchisch durchzusetzen weil das Verhältnis zwischen Vorgesetzten und Mitarbeitern nicht gegeben ist. Dies erfordert deshalb im Vergleich zum integrierten Unternehmen unterschiedliche Methoden der Führung. Diese beinhalten beispielsweise gemeinsame Spielregeln. Auch kann es vorkommen, dass – vergleichbar mit einer Matrixorganisation (vgl. EHRENSPIEL 2003, S. 189) – Mitarbeiter eines der Partnerunternehmen temporär unter der fachlichen Führung eines anderen Partnerunternehmens gestellt werden.

Ähnlich wie bei Produkten oder Technologien können Netzwerke anhand ihres Lebenszyklus dargestellt werden (vgl. u. a. FEST 2006, S. 56 ff.; KONTOS 2004, S. 30 ff.; KILLICH 2000). Die Aufgaben des Netzwerkmanagements sind für die verschiedenen Phasen des Lebenszyklus unterschiedlich geartet. SYDOW (2001) sieht Selektion, Allokation, Regulation und Evaluation als die wesentlichen Elemente des Managements von Unternehmensnetzwerken.

Für die weitere Betrachtung werden folgende Lebenszyklusphasen unterschieden: Anbahnungsphase, Gestaltungsphase, Betriebsphase und Rekonfigurationsphase (KONTOS 2004), die in Abbildung 3.7 dargestellt sind³¹.

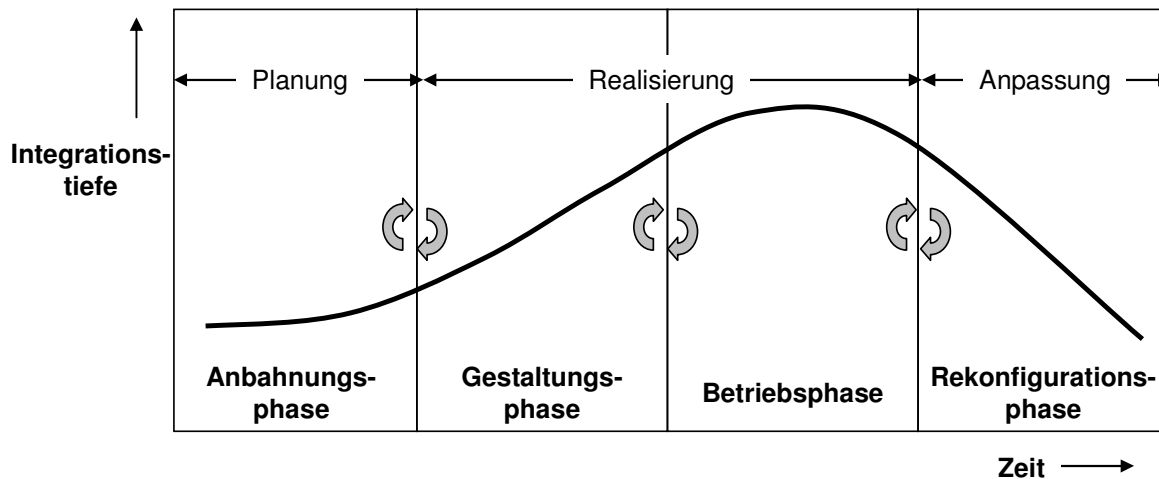


Abbildung 3.7: Management der Lebenszyklusphasen in einem Unternehmensnetzwerk

In den nun folgenden Abschnitten wird vertieft auf die einzelnen Phasen eingegangen.

3.3.1 Anbahnungsphase

Entwicklungsnetzwerke sind offene Systeme, die damit grundsätzlich zugänglich für weitere Teilnehmer sind. Die Initiative zur Gestaltung oder Erweiterung eines Netzwerkes kann von Unternehmen mit unterschiedlichen Begründungen übernommen werden und ist abhängig von der Themenstellung. Beispiele dafür sind:

- Nicht im Netzwerk eingebundene Unternehmen können ihr Interesse bekunden, dem Netzwerk beizutreten, indem sie sich bemühen, ihren Mehrwert für das Netzwerk darzustellen (zum Beispiel über Innovationen).
- Das Netzwerk (meistens in Form eines führenden Unternehmens, z.B. ein OEM oder Tier-1-Lieferant) sucht gezielt weitere Unternehmen, um beispielsweise Ressourcen- oder Kompetenzbedarfe abdecken zu können.
- Ein bestehendes Netzwerk bekommt ein neues Aufgabenspektrum und sucht neue Partner für die Durchführung der Aufgaben.

³¹ Die an dieser Stelle vorgenommene Darstellung der Netzwerkphasen ist als idealtypische Betrachtungsweise zu verstehen. Sie eignet sich gut, um die Elemente des Netzwerkmanagements strukturiert darzustellen. In der Praxis verlaufen die Phasen aber selten vollständig sequenziell, sondern vielmehr dynamisch (SCHUH et. al. 2005). So kann das Netzwerk im Laufe der Zeit angepasst oder erweitert werden.

- Ein oder mehrere Unternehmen ergreifen die Initiative, sich auf eine netzwerkartige Kooperation einzulassen, um beispielsweise gemeinsam eine Innovation zu Marktfähigkeit zu führen, Kosten im Entwicklungsprozess zu sparen oder gemeinsam einen besseren Marktzugang zu erlangen.
- Im industriellen Alltag ist die Initialisierung eines Netzwerkes oft eine politische Entscheidung.

Eine Erweiterung (oder Initiierung) des Netzwerkes ist nur dann sinnvoll, wenn sich daraus für das Netzwerk und für das potenzielle Beitrittsunternehmen ein Nutzen ergibt.

Die Gestaltung von Unternehmensnetzwerken wird ausgelöst durch die Intensivierung der Zusammenarbeit zwischen Unternehmen (Quasi-Internalisierung) einerseits oder andererseits durch eine begrenzte Funktionsausgliederung (Quasi-Externalisierung), die mit der Entscheidung für „buy“ statt „make“ bzw. eine Verringerung der Wertschöpfung einhergeht (SYDOW 1992, S. 105 ff.). Die beiden Phänomene werden auch als inter- und intraorganisatorische Virtualisierung beschrieben (SCHUH et al. 1998, S. 19 ff.; MÜLLER-STEWENS 1997, S. 24 ff.).

Ausgangspunkt bei der Gestaltung von Unternehmensnetzwerken ist vor dem Hintergrund wirtschaftlicher Überlegungen die Entscheidung zur kompetenzorientierten Arbeitsteilung zwischen Netzwerkpartnern. Die zugrunde liegende strategische Frage ist, welche Leistungsumfänge oder Kompetenzen ein Unternehmen behalten will und welche es über andere Unternehmen integrieren will. In der Vergangenheit wurden dazu überwiegend zwei Optionen diskutiert: Die vollständige Eigenerstellung oder der vollständige Fremdbezug. Heutzutage wird ein ganzes Kontinuum an Zwischenformen von Leistungstiefenentscheidungen berücksichtigt (GROHER 2003, S. 22, siehe auch Abschnitt 3.1). Die strategische Entscheidung zwischen Kooperations- oder Autonomiestrategie findet unter Berücksichtigung einer Vielzahl von Zielen statt.³²

Bevor ein Unternehmen in eine netzwerkartige Kooperation einsteigt, sollten dafür zuerst die Voraussetzungen im eigenen Unternehmen geschaffen werden. Das Agieren in Netzwerken soll integraler Bestandteil der Unternehmensstrategie sein. Ein klares Bild der eigenen Stärken und Schwächen ist Ausgangspunkt dafür, langfristig festlegen zu können, auf welche Kernkompetenzen sich das Unternehmen konzentrieren soll und welche Bedarfe über Netzwerke abgedeckt werden sollen. Schließlich gilt es, die Netzwerkfähigkeit (Netzwerkkompetenz, REIB 2001) des Unternehmens, die hier als die Eignung der internen Prozesse, Schnittstellen und der Mitarbeiter verstanden wird, zu untersuchen und im Bedarfsfall zu optimieren.

³² Gründe, Leistungen in Form eines Entwicklungsnetzwerkes zu erbringen, wurden in Kapitel 1 und Kapitel 2 (dort Unternehmensnetzwerke als Möglichkeit, Komplexität zu reduzieren, vgl. dazu auch HARLAND 2002, S. 175 ff.) der vorliegenden Arbeit genannt.

Wenn die Entscheidung zur Gestaltung oder Erweiterung eines Netzwerkes feststeht, sollte die genaue Bedarfs- und Zielfestlegung erfolgen, die als Grundlage für die Partnerbewertung und -auswahl dient. Ergebnis dieses Schrittes ist eine erste Leistungsbeschreibung.

Partnerbewertung und -auswahl

Bei der Auswahl geeigneter Netzwerkpartner empfiehlt es sich, sich im ersten Schritt auf bestehende Geschäftsbeziehungen der Netzwerkunternehmen zu konzentrieren. Dies spart Zeit und Kosten für die Partnersuche und hat den Vorteil, dass bereits Einschätzungen über die Leistung und Eignung dieser Partner vorhanden sind. Die Gefahr dabei ist aber, dass potenziell bessere Unternehmen zunächst nicht berücksichtigt werden. In diesem Zusammenhang wird die Gesamtheit der Netzwerkpartner als Beziehungspotenzial bezeichnet. Aus diesem Beziehungspotenzial heraus kann dann in Abhängigkeit der Aufgabe ein aktiviertes Netzwerk aufgebaut werden (SCHUH et al. 1998, S. 30 ff; SYDOW 1996, S. 11).

Für Unternehmen, die häufig mit diversen Partnern in Netzwerken zusammenarbeiten, lohnt es sich, für die Bewertung und Auswahl möglicher Netzwerkpartner Daten und Erkenntnisse von bereits abgeschlossenen und aktuell durchgeführten Projekten sowie Bewertungen potenzieller Partner strukturiert z.B. in einer Datenbank zu hinterlegen.

Darüber hinaus können mögliche Netzwerkpartner z.B. über Kooperationsbörsen, Tagungen, Messen, Forschungseinrichtungen, externe Vermittler, Berater oder Verbände gefunden werden. Diverse OEMs geben innovativen Unternehmen die Möglichkeit, sich und ihre Produkte auf Lieferantentagen vorzustellen, um sich so für das Netzwerk des OEMs zu qualifizieren. Durch die zunehmende Komplexität und Konvergenz verschiedener Technologien (Kapitel 1) ist es notwendig, auch Unternehmen in anderen Märkten als potenzielle Netzwerkpartner zu berücksichtigen (z.B. Partner aus der Elektronik- oder Medienindustrie).

Die Auswahlkriterien sind abhängig von der Rolle des potenziellen neuen Netzwerkpartners und den Aufgaben, die er zu erfüllen hat. Bei den Auswahlkriterien sollte unterschieden werden zwischen Kriterien, die direkt mit dem Abdecken des Ressourcen- oder Kompetenzbedarfes (Leistungserstellung) zu tun haben und Kriterien, die sich auf das erfolgreiche Zusammenarbeiten im Netzwerk (Netzwerkfähigkeit) beziehen. Ein wichtiges, aber auch schwer zu beurteilendes Kriterium ist, ob der Partner die richtigen Mitarbeiter in das Netzwerk einbringen kann (fachlich und bezogen auf die Netzwerkfähigkeit). Die Kriterien sind in Kann- und Musskriterien einzuteilen. Bei Nichterfüllung der Musskriterien kommt ein Unternehmen als Netzwerkpartner nicht infrage.

Der Abdeckungsgrad der Auswahlkriterien wird festgestellt, indem Informationen über die potenziellen Partner gewonnen werden. Neben den bereits für die Identifikation möglicher Partner genutzten Quellen können hier Informationen z.B. aus dem Internet, Broschüren, bereits in der Vergangenheit durchgeführte Bewertungen, Selbstauskünfte und Präsentationen der potenziellen Partner sowie eingeholte finanzielle Bewertungen gewonnen werden. Die eingeholten Informationen sollten nun so strukturiert zusammengestellt werden, dass die potenziellen Partner bewertet und verglichen werden können.

Insbesondere sind unterschiedliche (Unternehmens)Kulturen zu berücksichtigen, wenn der potenzielle Partner im Ausland tätig oder gar ein ausländisches Unternehmen ist. Der

„Cultural fit“, der in Zusammenhang mit Unternehmensnetzwerken oft angesprochen wird, ist in der Praxis jedoch schwer zu bewerten weil er von außen schwer zu durchdringen ist. Idealerweise kann hierbei auf Erfahrungen aus früheren Netzwerkpartnerschaften zurückgegriffen werden. Wenn in ein Netzwerk gleich mehrere Unternehmen integriert werden müssen, ist es umso wichtiger, die unterschiedlichen Interessen und Zielsetzungen bei der Bewertung zu berücksichtigen.

Nach der Bewertung erfolgt in der Regel zunächst eine Vorauswahl, indem die Anzahl der interessanten Partner auf einige wenige, viel versprechende Partner reduziert wird. Dies erfolgt, indem die qualitativen und quantitativen Selektionskriterien bewertet und priorisiert werden.

Um die Eignung potenzieller Partner festzustellen, kann ein Konzeptwettbewerb sinnvoll sein, indem verschiedene Unternehmen aufgefordert werden, ihre Lösung für ein Problem darzustellen. In der Regel erhalten die Partner dazu ein Lastenheft. Darin enthalten sind eine Funktionsbeschreibung, die geforderte Qualität, Mengengerüst sowie Anforderungen aus Sicht der Montage und Logistik (WILDEMANN 2002B). Da die Partner hier einen Großteil ihres Know-hows offenlegen und erheblich in Vorleistung gehen, ist Vertrauen bei dieser Art der Partnerauswahl besonders wichtig. Neben dem Konzeptwettbewerb werden Partner über Ausschreibungen, Auktionen oder Direktvergaben ausgewählt (GROHER 2003, S. 199 ff.).

Bei der Entscheidung über die Aufnahme eines Unternehmens in das Netzwerk sollten alle relevanten Netzwerkunternehmen einbezogen werden. In einem fokalen Netzwerk kann das fokale Unternehmen (z.B. der OEM) allein entscheiden, in anderen Fällen kann ein Gremium der Netzwerkteilnehmer darüber entscheiden.

Die Auswahl der Partner spielt für den Erfolg eines Netzwerkes eine wichtige Rolle, die auch immer wieder im Schrifttum betont wird (WELL 1996). Die initiale Auswahl darf aber nicht überbewertet werden. Sie ist keine Garantie für den Erfolg des Netzwerkes, das sich über den Lebenszyklus hinweg dynamisch weiterentwickelt.

Die optimale Größe eines Netzwerkes

Bei der Initiierung eines Netzwerkes stellt sich die Frage der optimalen Größe eines solchen Netzwerkes. Um im Sinne der Definition aus Abschnitt 3.1 von einem Netzwerk sprechen zu können, müssen zumindest drei Teilnehmer vorhanden sein.

Für physische Zwei-Weg-Netzwerke³³ gilt das Gesetz von METCALFE (1995), das besagt, dass der Wert³⁴ eines Netzwerkes mit zunehmender Anzahl von Teilnehmern überproportional

³³ Hier sind Kommunikationsnetzwerke gemeint, die eine Kommunikation in beide Richtungen ermöglichen, das heißt von Knotenpunkt A nach Knotenpunkt B und zurück.

³⁴ Der Wert des Netzwerkes bezeichnet hier den Nutzen der mit dem Netzwerk erzielt und häufig anhand eines Faxgerätes illustriert wird. Wenn nur ein Faxgerät vorhanden ist, hat dies keinen Nutzen. Der Nutzen eines einzelnen Gerätes nimmt aber zu, umso mehr Faxgeräte in einem Netzwerk eingebunden sind, weil die Anzahl der Teilnehmer, die erreicht werden können steigt.

steigt. Ein Beispiel hierfür sind Telekommunikationsnetzwerke: Je mehr Teilnehmer angeschlossen sind und damit theoretisch erreichbar sind, umso attraktiver ist das Netzwerk für die einzelnen Teilnehmer. Die Grenzen eines solchen Netzwerkes werden dabei durch seine maximale Kapazität bestimmt, ein Netzwerk kann demnach überlastet sein. Für Unternehmensnetzwerke trifft dieses Gesetz nur bedingt zu, da nicht alle Unternehmen in der gleichen Intensität miteinander kommunizieren und auch nicht alle Unternehmen gleichberechtigt auftreten.

Die optimale Teamgröße bei Teamarbeit (LINDEMANN 2005, S. 22 ff.) gibt einen weiteren Anhaltspunkt zur Bestimmung der optimalen Größe eines Netzwerkes. Angewendet auf Unternehmensnetzwerke gilt, dass jedes zusätzliche Unternehmen einen Mehrwert bringen muss, also die in Abschnitt 1.1.3 aufgeführten Vorteile die Risiken übersteigen, indem zum Beispiel die Wettbewerbsfähigkeit des Netzwerkes weiter gestärkt wird³⁵. Der Nettozusatznutzen sollte sowohl für das einzelne Unternehmen als auch für das gesamte Netzwerk gelten (z.B. durch Einbringung komplementärer Kompetenzen oder Erweiterung der Ressourcenbasis).

Die Obergrenze der Netzwerkgröße wird bei zunehmender Anzahl der Netzwerkteilnehmer vorgegeben durch steigenden Kommunikationsaufwand (Koordinations- und Abstimmungsaufwand), Zunahme des Kontrollaufwandes, eine sinkende Identifikation mit dem Netzwerk (auch durch Reduktion der persönlichen Beziehung) und die Zunahme von opportunistischem Verhalten (STABER 2000, S. 72 f.; WOHLGEMUTH 2002, S. 117 ff.). Die tatsächliche, numerische optimale Größe ist abhängig von der Problemstellung, die im Netzwerk bewältigt wird, der Intensität der Beziehungen zwischen den Netzwerkpartnern und der Erfahrungskurve im Netzwerk (Handelt es sich um ein eingespieltes Netzwerk oder werden neue Produkte, Prozesse oder Partner integriert?). Dieser Sachverhalt und die entsprechenden Kriterien sind in Abbildung 3.8. zusammengefasst.

³⁵ Für die Komplementaritätsvorteile und -nachteile, die durch den Zutritt eines weiteren Unternehmens zum Netzwerk entstehen können: siehe auch HESS (2002), S. 263 und S. 267.

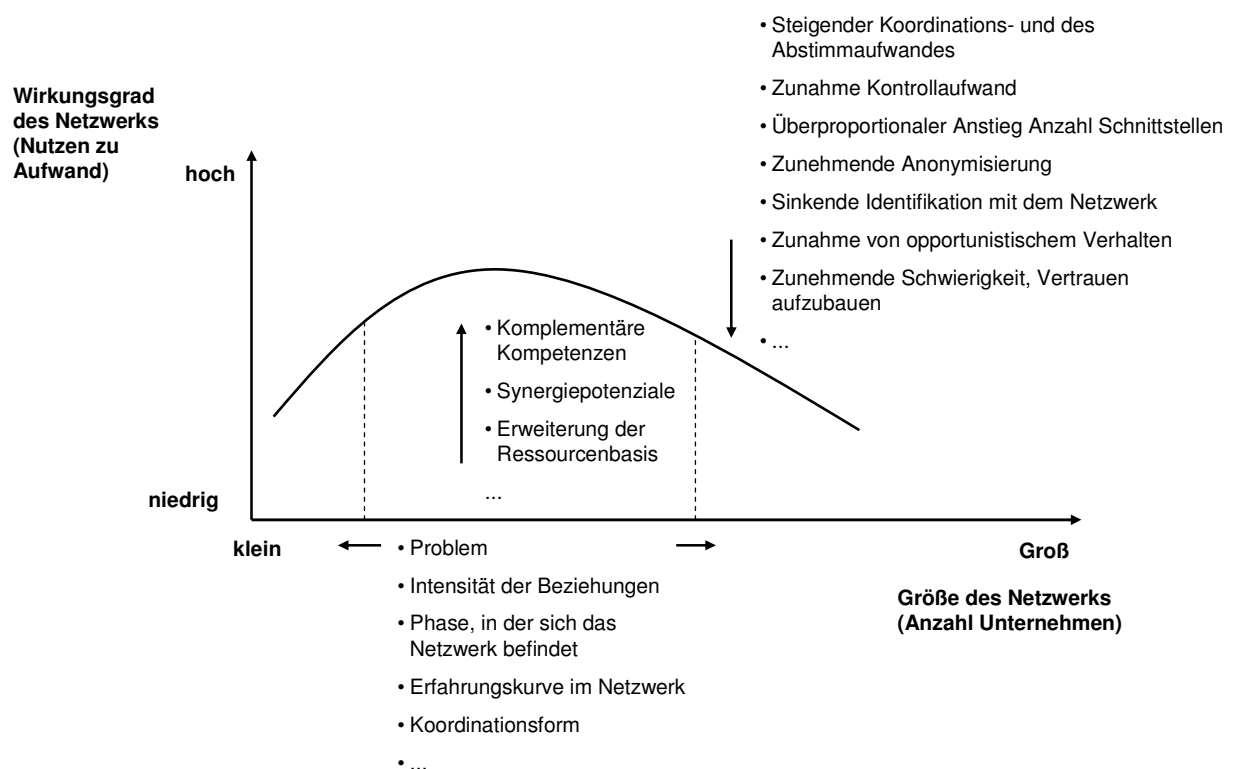


Abbildung 3.8: Kriterien für die optimale Netzwerkgröße

Die im Schrifttum beschriebenen empirischen Untersuchungen zur optimalen Größe eines Netzwerkes gibt eindeutiges Bild. ROTERING (1993, S. 106 ff.) spricht für Entwicklungsnetzwerke davon, dass die Leistung des Netzwerkes ab fünf Mitglieder abnimmt. MILLARG stellt dagegen am Beispiel der virtuellen Fabrik Euregio Bodensee dar, dass ca. 40-50 Unternehmen eine optimale Größe des Netzwerkes darstellen (MILLARG 1998, S. 117).

3.3.2 Gestaltungsphase

In der Gestaltungsphase werden die wichtigsten Eigenschaften des Netzwerkes festgelegt. Im Einzelnen werden die Ziele der einzelnen Partner abgeglichen, zwischenbetriebliche Vereinbarungen getroffen und die Vernetzung der Unternehmen in organisatorischer und kultureller Hinsicht vorangetrieben. In dieser Phase wird auch die Intensität des Netzwerkes festgelegt, die durch den Zeitraum, die Ressourcenzuordnung und den Formalisierungsgrad bestimmt wird. Voraussetzung für eine erfolgreiche Gestaltungsphase ist, dass für alle Partner von Anfang an Anreize bestehen, sich im Netzwerk zu engagieren.

Die Gestaltungsphase nimmt in der Praxis viel Zeit in Anspruch. Ziel dabei ist es, die Stabilität des Netzwerkes bereits in dieser Phase durch gute Planung sicherzustellen. Damit wird aber den dynamischen Charakter von Unternehmensnetzwerken nur teilweise Recht getan. Das Netzwerk wird sich während seines Lebenszyklus ständig weiterentwickeln. Das Netzwerk wird sich mit Situationen konfrontiert sehen, die nicht vorhergesehen waren.

Abgleichung der Ziele

Während in der Anbahnungsphase die Ziele aus Sicht eines Unternehmens oder aus Sicht des Netzwerkes betrachtet wurden, geht es in der Gestaltungsphase darum, die Ziele der ausgewählten Partner mit den Zielen der bereits vorhandenen Unternehmen abzugleichen. Die beteiligten Unternehmen haben in der Regel unterschiedliche Erwartungen an die Zusammenarbeit und verfolgen zumindest zum Teil unterschiedliche Ziele. Um zu einer gemeinsamen Zielausrichtung zu kommen, sind Verhandlungen notwendig. Dieser Prozess wird erschwert, weil häufig nicht die (wahren) Ziele und Absichten der Unternehmen vollständig offen gelegt werden.

SCHUH et al. (2005, S. 111) unterscheiden zwischen Zielen, die gemeinsam im Netzwerk verfolgt werden und Zielen, die die einzelnen Partner für sich verfolgen. Das Verhältnis dieser Ziele gibt Auskunft über die potenzielle Stabilität des Netzwerkes. Dies wird in Abbildung 3.9 verdeutlicht.

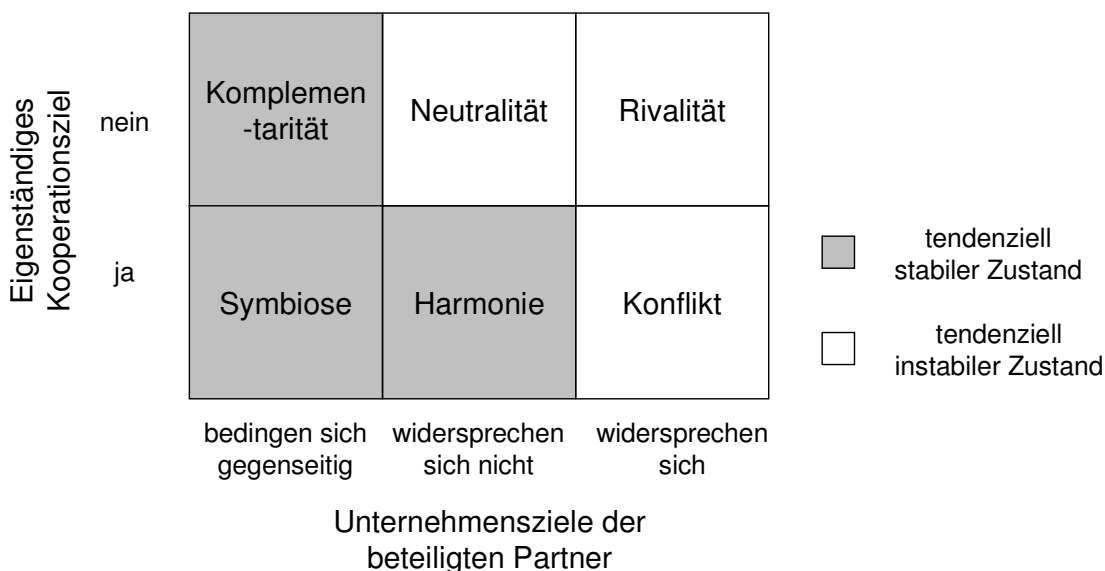


Abbildung 3.9: Zielmatrix [nach Schuh 2005 et. al., S. 111]

Durch eine gemeinsame Auseinandersetzung mit den Zielen des Netzwerkes bereits in der Gestaltungsphase können überzogene Erwartungen gedämpft werden sowie Widersprüche erkannt und aufgelöst werden. Hierdurch kann ein Abgleich der Netzwerkziele mit den Einzelzielen erfolgen und kann jeder Partner sich von den Vorteilen und auch Risiken des Netzwerkes überzeugen. Somit können Konflikte zu einem späteren Zeitpunkt vermieden werden. Bei der Festlegung einer gemeinsamen Zielausrichtung spielen die Machtverhältnisse zwischen den einzelnen Partnern eine bedeutende Rolle. FRENCH & RAVEN (1959) identifizieren in einer Studie fünf Machtbasen: Legitimationsmacht (*legitimate power*, basiert auf formaler Autorität), Identifikationsmacht (*referent power*, basiert auf Überzeugungskraft, z.B. durch Charisma), Expertenmacht (*expert power*, basiert auf Fähigkeiten oder Kenntnissen), Belohnungsmacht (*reward power*) und Bestrafungsmacht (*coercive power*). Der Saldo dieser Machtbasen definiert das Machtverhältnis zwischen den Partnern. Die stärksten Partner können ihre persönlichen Ziele am stärksten durchsetzen. Sie sollten dennoch sicherstellen, dass auch die Ziele der anderen Partner ausreichende Berücksichtigung finden.

Das Festlegen gemeinsame Ziele bedeutet nicht, dass das spätere Handeln der involvierten Akteure vollständig in Einklang mit den formulierten Zielen erfolgt. Vielmehr finden über den gesamten Lebenszyklus Verhandlungsprozesse auf verschiedenen Ebenen statt (in den einzelnen Unternehmen, auf der operativen Ebene etc.).

3.3.2.1 Zwischenbetriebliche Vereinbarungen

Während die Eckdaten des Netzwerkes anfangs vielleicht in einer Absichtserklärung („Letter of Intent“) festgehalten werden, nimmt mit zunehmender Konkretisierung der Bedarf an formalisierten Vereinbarungen zu. WOHLGEMUTH (2002) schlägt die Entwicklung einer Netzwerkverfassung vor, in der einerseits festgelegt wird, wie „die Koordination des Netzwerkes in institutioneller wie persönlicher Hinsicht bewerkstelligt werden soll“ (Organverfassung) sowie „allgemeine Verhaltensregeln und Regeln für die Arbeitsbeziehungen“ (Kooperationsverfassung). Die wichtigsten Aspekte der Kooperation werden in einem Kooperationsvertrag festgelegt. Darüber hinaus sollte die Kooperation mit Spielregeln, die den Umgang zwischen den Netzwerkpartner informell regeln, festgelegt werden.

Vertragliche Vereinbarungen

Ein Unternehmensnetzwerk setzt sich aus zahlreichen Einzelverträgen zusammen, aus denen sich vielfältige wechselseitige Abhängigkeiten ergeben. Die Verträge wirken dabei nur zwischen den Akteuren, die sie geschlossen haben. Ein Vertrag, der das ganze Netzwerk abdeckt und dann von allen Teilnehmern unterschrieben wird, ist in der Praxis kaum möglich (LANGE 2001, S. 276 f.).

Es soll vermieden werden, dass allzu starre Regeln das Netzwerk hindern. Ein Vorteil von Netzwerken ist ihre Flexibilität: Ausführliche, starre Verträge sind daher kontraproduktiv. Der Erfolg von Verträgen für Netzwerke ist häufig durchaus zweifelhaft (FRIEDLI 2000). Der Vertrag ist auf die Ausgangssituation (wie sie in der Gestaltungsphase existiert) zugeschnitten und kann nicht alle im Laufe der netzwerkartigen Kooperation auftretenden Fälle und Risiken abdecken. Auch ohne Verträge existieren Anreize im Netzwerk, die das Verhalten der Partner steuern. Der Vertrag kommt daher eher zum Tragen wenn das Netzwerk nicht mehr funktioniert und hat damit den Charakter einer Risikominimierung.

Dies führt zum Schluss, dass sich die rechtliche Absicherung in den Verträgen nur auf einige wenige Kernfelder beschränken soll³⁶: Rechte und Pflichten der einzelnen Teilnehmer,

³⁶ Dennoch finden zahlreiche juristische Aspekte Anwendung bei der Gestaltung von Netzwerken, darunter: Haftungsfragen (Produkthaftung, übermittelte Produkt- und Datenstände müssen eindeutig und revisionssicher vorhanden sein), Gesellschaftsrecht, Kartellrecht, Datenschutz, Patent- und Urheberrecht sowie Arbeitsrecht. Sie wirken sowohl im Netzwerk (Haftung zwischen den Partnern) als auch im Umfeld (z.B. Haftung Richtung Kunden). (vgl. dazu BLÖSE et. al. 200; REUTER 200; BLECKER 1999, S. 320 ff.).

Leistungsbeschreibung (Mengengerüst, Qualität), Vergütung der Leistung, Verwertung des Netzwerkergebnisses, Sicherung vertraulicher Daten und Know-how sowie die Festlegung von Controlling- und Sanktionsmechanismen.

Vereinbarung von Spielregeln

Ein wichtiger Aspekt in der Gestaltung eines Netzwerkes ist die Festlegung von Spielregeln, die zusätzlich zu dem formalen Kooperationsvertrag vereinbart werden. Sie haben zum Ziel, das Verhalten der am Netzwerk beteiligten Mitarbeiter, Führungskräfte und Unternehmen in eine aus Sicht des Netzwerkes erwünschte Richtung zu lenken. Sie eignen sich zudem für den Aufbau von Vertrauen ins Netzwerk.

Die Spielregeln legen beispielsweise fest, wie Entscheidungen im Netzwerk getroffen werden (z.B. Einstimmigkeitsregel oder Mehrheitsregel). Auch kann vereinbart werden, dass ein Schiedsrichter berufen wird, der bei schwierigen Entscheidungen vermittelt (ausführlich zu Abstimmungsregeln: vgl. WOHLGEMUTH 2002, S. 148 ff.).

3.3.2.2 Organisatorische Vernetzung

Die kompetenzorientierte Arbeitsteilung beinhaltet das Festlegen und Aufteilen der im Unternehmensnetzwerk anfallenden Aufgaben, die entsprechenden Kompetenzen und Verantwortlichkeiten sowie den Zeithorizont des Netzwerkes. Die aufzuteilenden Aufgaben sind sowohl auftragsbezogen (z.B. Konstruktionsaufgaben) als auch netzwerkesbezogen (z.B. Koordination der Partner oder Partnerauswahl).

Die Aufgabenverteilung findet unter Berücksichtigung der einzelnen Kompetenzen der Netzwerkpartner statt und sollte zum Ziel haben, den Koordinationsbedarf zwischen den Partnern möglichst zu minimieren. Die eingesetzten Ressourcen und Kompetenzen müssen dabei nicht unbedingt überschneidungsfrei sein. Abbildung 3.10 zeigt beispielhaft die Arbeitsteilung zwischen einem OEM und einem Entwicklungsdienstleister während der Entwicklung.

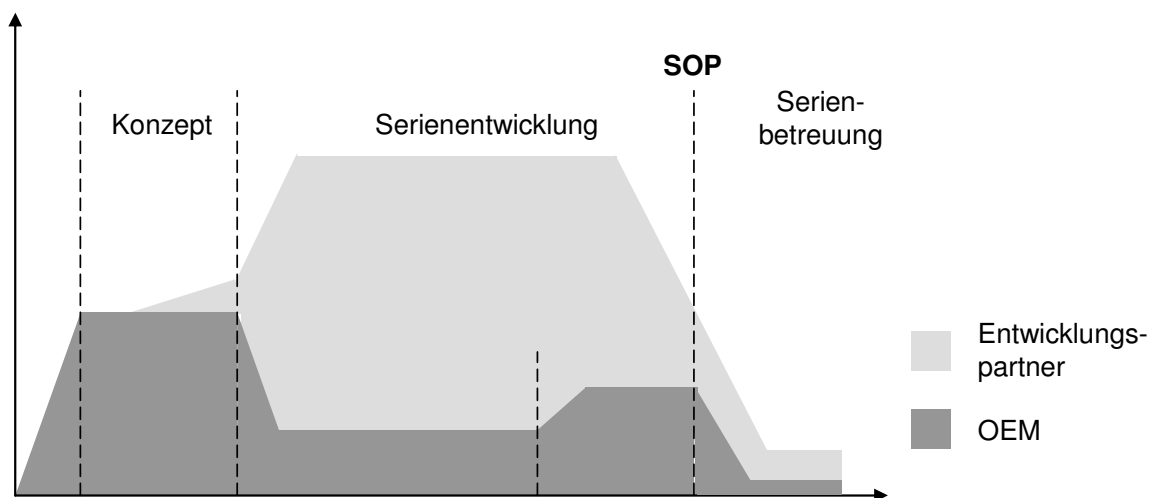


Abbildung 3.10: Angestrebte Arbeitsteilung in der Produktentwicklung bei der Vergabe von Komplettumfängen am Beispiel eines Automobilherstellers (anonymisiert)

Da im Unternehmensnetzwerk unterschiedliche Fachdisziplinen und Unternehmen zusammenkommen, treffen auch unterschiedliche Begriffswelten aufeinander. Daher müssen Ontologien und Semantik zur Angleichung der unterschiedlichen Begriffswelten im Netzwerk abgeglichen werden. Die Bedeutung nimmt zu, wenn im internationalen Umfeld und damit in Fremdsprachen zusammengearbeitet wird. Die praktische Umsetzung kann beispielsweise in Form eines Glossars mit einer eindeutigen und nachschlagbaren Begriffsvereinbarung erfolgen. Die Begriffe im Glossar können mithilfe von semantischen Netzen zueinander in den Kontext gestellt werden und verhindern Konflikte oder Widersprüche (GRABOWSKI et. al. 2002).

Neben einer formalen Vernetzung sollen auch informelle Kontakte im Netzwerk gefördert werden. Ein bewährtes Konzept hierfür sind Communities of Practice (SCHOEN 2001).

Schnittstellenmanagement

Eine besondere Bedeutung für die Netzwerkgestaltung kommt dem Management der technischen und organisatorischen Schnittstellen im Netzwerk zu. An den Schnittstellen wird die Arbeit zwischen den Netzwerkpartnern koordiniert. Die Koordinationsschnittstellen müssen bei der Netzwerkgestaltung von den beteiligten Partnern eindeutig und gemeinsam festgelegt werden – unter Berücksichtigung des Prinzips der minimalen Schnittstellen (Abschnitt 2.1.5). Das heißt, dass im Netzwerk nur so viele Schnittstellen wie nötig und so wenig wie möglich definiert werden sollen, da jede Schnittstelle eine mögliche Quelle für Transformationsfehler darstellt. Wenn Schnittstellen nicht vermieden werden können, schlägt BROCKHOFF (1998, S. 85 ff) zwei Möglichkeiten für das Management von Schnittstellen vor: Schnittstellenmanagement, komplementär zu den normalen Aktivitäten oder Schnittstellenmanagement als „full-time-job“. Die zweite Möglichkeit ist kostenintensiv, kann sich aber bei kritischen Schnittstellen lohnen.

Wenn für die Schnittstellen festgelegt wurde, welche Informationen oder Ergebnisse in welcher Form zu welchem Zeitpunkt über die Schnittstelle ausgetauscht werden, eröffnet sich für die Netzwerkführung die Möglichkeit, das Netzwerk durch Beobachtung der Schnittstellen zwischen den Systemen zu managen, indem beispielsweise die zu liefernden Ergebnisse („Deliverables“) oder Versuchsergebnisse überwacht werden. Schnittstellen, die in der Gestaltungsphase möglichst präzise definiert wurden, sollen nur unter Einbeziehung aller relevanten Partner verändert werden können.

Kulturelle Integration

Kultur wird an dieser Stelle als Gesamtheit von Normen und Wertvorstellungen einer Gruppe von Personen definiert. Sie kann sich auf eine Nation, ein Unternehmen, einen Verein etc. beziehen (zu den Eigenschaften von Kulturen: vgl. REHNER 2004, S. 11 ff.).

Nach dem Schichtenmodell von HOFSTEDE (2006) wird die kulturelle Identität über Werte (tiefste Schicht, Festlegung von gut und böse), Rituale (kollektiv ausgeführte Aktivitäten, z.B. Begrüßungen und Feste), Helden (Vorbilder für das eigene Verhalten) und Symbole (Worte,

Objekte und Gesten, die auf die Konventionen der Gruppe beruhen, transportiert. Diese stellen die Außensicht einer Kultur dar)³⁷ (vgl. dazu auch REHNER 2004, S. 16 f.).

Eine gemeinsame Kultur im Unternehmensnetzwerk erhöht die Steuerungsfähigkeit und senkt die Transaktionskosten. Eine Kultur im Netzwerk hat dabei vier Funktionen: Sie ist koordinierend, wirkt integrativ, identifikationsstiftend und motivierend (STÜDLEIN 1997, S. 362). Das Scheitern von Kooperationen wird häufig auf Kulturdifferenzen zurückgeführt³⁸.

Für die Entwicklung von Kulturen im Unternehmensnetzwerk sind grundsätzlich drei Strategien denkbar (BRONDER 1993, S. 90):

- *Kulturpluralismus*: Die Kulturen der Partner existieren unverändert nebeneinander.
- *Kulturassimilation*: Langsame Verschmelzung der Kulturen, indem die positiven Aspekte der unterschiedlichen Kulturen zusammengekommen werden.
- *Kulturübernahme*: Die Kultur wird auf die anderen Partner übertragen.

Es ist unwahrscheinlich, sich bei der Netzwerkgestaltung bereits auf eine gemeinsame Kultur zu einigen. Alleine schon unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Unternehmensgrößen ist es fragwürdig, inwiefern eine einheitliche Netzwerkkultur überhaupt möglich ist (mittelständische Zulieferer und OEMs). Auch ist es nicht möglich oder erwünscht, eine Kultur aufzwingen.

Die Homogenität der im Netzwerk vorhandenen Kulturen soll gefördert werden, wenn die Netzwerkkultur eine Orientierung für die Partner und Mitarbeiter gibt. Eine Netzwerkidentität (z.B. über Symbole) hat zum einen eine bedeutende Funktion in der Außenwirkung und sorgt zum anderen nach Innen für ein „Gemeinschaftsgefühl“. Die Heterogenität der Kulturen soll da gefördert werden, wo Synergien auftreten. Unterschiedliche Kulturen können förderlich sein für die Kreativität und Innovationsfähigkeit. (STÜDLEIN 1997, S. 145 ff.).

Konfliktmanagement

In netzwerkartigen Kooperationen können vielfach geartete Konflikte auftreten, die in Ziel-, Beurteilungs-, Kompetenz-, Durchsetzungs- und Verteilungskonflikte eingeteilt werden (TRÖNDLE 1987). Darüber hinaus treten Machtkonflikte auf (SCHUH et. al. 2005, S. 46). Die

³⁷ Bei einem ähnlichen Modell nach TROMPENAARS & HAMPDEN-TURNER (1998) werden drei Schichten unterschieden: Eine innere Schicht mit der impliziten Kultur in Form grundsätzlicher Annahmen, eine mittlere Schicht mit Werten und Normen und eine äußere Schicht mit der visuellen Wirklichkeit der Kultur wie Verhalten und Sprache.

³⁸ Die Rolle der Kultur ist besonders relevant bei Unternehmen, die international tätig sind. Dazu hat HOFSTEDE (2001) fünf Dimensionen herausgearbeitet, die Kulturen unterschiedlicher Länder beschreiben können: Machtdistanz, Individualismus vs. Kollektivismus, Maskulinität vs. Feminität, Unsicherheitsvermeidung sowie Langzeitorientierung. Die Ausprägung der Dimensionen wird auf einer Skala von 0 bis 100 gemessen. Die Ergebnisse dienen als Instrument, Kulturen besser einschätzen und verstehen zu können.

unterschiedlichen Konfliktarten können auf einer Sachebene oder persönlichen Ebene ausgetragen werden. Ziel sollte es sein, Konflikte zu vermeiden, bevor sie erst auftreten. Die Unterscheidung der unterschiedlichen Konflikte hilft, diese bereits in der Gestaltungsphase zu antizipieren.

Es gibt vier Möglichkeiten, in aufgetretene Konflikte einzugreifen (WOHLGEMUTH 2002, S. 324): Moderation (Dritter unterstützt bei Objektivierung und Zusammenbringen), Vermittlung (Konzeption noch nicht betrachteter Lösungen), Schlichtung (Dritter fällt Scheidurteil), Machteingriff (Gerichtsverfahren, fokales Unternehmen). Die Art der Bewältigung möglicher Konflikte soll bereits in der Gestaltungsphase anhand von Spielregeln geregelt werden.

3.3.2.3 Infrastrukturelle Vernetzung

Ein Unternehmensnetzwerk ist von Informations- und Kommunikationsprozessen stark geprägt. Reichwald et. al. (1998, S. 5) schlagen auf Basis einer Anytime/Anyplace-Matrix (O'HARA-DEVEREAUX & JOHANSEN 1994, S. 199) eine Klassifikation von Kommunikationsarten vor und geben gleichzeitig eine Empfehlung, welche Art der Kommunikation für eine bestimmte Situation am besten geeignet ist. GRIEB (2007) erweitert diesen Ansatz auf hohem Detaillierungsniveau für die Kollaboration in der Entwicklung.

Informations- und Kommunikationstechnologien (I&K-Technologien) spielen demnach in Unternehmensnetzwerken eine bedeutende Rolle. Diese ist zurückzuführen auf Wissen und Information als Schlüsselfaktoren für die unternehmerische Wettbewerbsposition, auf deren Rolle bei der Organisation und Koordination arbeitsteiliger Prozesse sowie auf die Funktionen der I&K-Technologien. Informationstechnologien werden dabei für die Erfassung, Speicherung, Verarbeitung, Rückgewinnung und Darstellung von Informationen eingesetzt und Kommunikationstechnologien befassen sich mit der Übermittlung von Informationen. (RUPPRECHT-DÄULLARY 1994, S. 118 ff).

RIEMER & KLEIN (2006, S. 39 f.) unterscheiden in diesem Zusammenhang die Funktionen *Information*, *Communication*, *Collaboration*, *Transaction* und *Coordination*³⁹. Für diese Funktionen können I&K-Technologien die Effizienz von Unternehmensnetzwerken erhöhen, indem beispielsweise Doppelarbeiten vermieden, manuelle Abläufe automatisiert und Abstimmungen kurzfristig durchgeführt werden können. Allerdings können derartige Systeme immer nur dann unterstützend eingesetzt werden, wenn zuvor die Ablauf- und Aufbauorganisation der Situation entsprechend gestaltet wurden.

Das Aufbauen einer I&K-Infrastruktur ist in der Regel jedoch mit spezifischen Investitionen verbunden. Aus diesem Grund spielen Standards bei dem Einsatz von I&K-Technologien in Netzwerk – z.B. für die Übertragung von Daten – eine wichtige Rolle (URBAN & GRUENER 2000). Sie führen zu Mehrfachverwendung von Systemen, Kompatibilität von Daten und

³⁹ Die vielfältigen Einsatzgebiete für Informationssysteme in der Produktentwicklung stellt SEIDEMANN (2002, S. 10 f.) dar.

Systemen und begrenzen die Anzahl von Systemen, die von einzelnen Entwicklungsmitarbeitern beherrscht werden müssen.

Der Aufbau einer I&K-Infrastruktur zur Unterstützung der Prozesse im Unternehmensnetzwerk kann in der Praxis recht aufwändig sein. MAIDL & AXTNER (2004) betonen, dass zur Verbindung der Prozesse der Partner aufgrund im Detail unterschiedlicher Prozessabgrenzungen komplexe Datentransformationen erforderlich sind.

3.3.3 Betriebsphase

In der Betriebsphase erfolgt die Auftragsbearbeitung. In der Betriebsphase befassen sich die Netzwerkpartner im Idealfall lediglich mit der operativen Abarbeitung der vereinbarten Arbeitsinhalte. Dennoch können in dieser Phase neue Zielkonflikte im Detail auftreten.

Um die Erreichung der Netzwerkziele zu gewährleisten, spielt das Projektmanagement im Netzwerk, darunter Termin- und Fortschrittskontrolle, eine bedeutende Rolle (dazu GIERHARDT 2002, S. 107 ff.; HAB & WAGNER 2004). Darüber hinaus kommt dem Änderungsmanagement zwischen den Partnern eine hohe Bedeutung zu (ABMANN 2000; KLEEDÖRFER 1999). Als weiterer wichtiger Bestandteil betrifft auch das Qualitätsmanagement das gesamte Netzwerk. Das bedeutet, dass bewährte Qualitätsmethoden wie QFD oder FMEA u.a. durch den Einsatz von I&K-Technologien unternehmensübergreifend eingesetzt und von Quality Gates unterstützt werden müssen (PFEIFFER 2002).

Netzwerkcontrolling und Bewertung des Netzwerkerfolges

Um ein effizientes und effektives Netzwerkmanagement sicherzustellen, ist es unabdingbar, den Erfolg des Netzwerkes zu bewerten. Durch diese Bewertung können der Nutzen des Netzwerkes dokumentiert und im Bedarfsfall Maßnahmen für die Verbesserung und Weiterentwicklung des Netzwerkes eingeleitet werden.

Mit zunehmender Anzahl der Partner nimmt der Bedarf an einer formalisierten Evaluation des Netzwerkes in Form eines Netzwerkcontrollings zu⁴⁰. HIPPE (1997) sieht die Aufgabe des Netzwerkcontrollings darin, die Unternehmensführung und Netzwerkführung zu unterstützen. Bei der Bewertung des Netzwerkerfolges ist daher nicht nur der kumulative Erfolg des

⁴⁰ Als Funktionen des Controllings sind die regelmäßige Koordination der Führungshandlungen und die Versorgung des Managements mit entscheidungsrelevanten Informationen zu nennen (WOHLGEMUTH & HESS 1999, S. 24). HESS (2002, S. 144 ff.) unterscheidet Controllingaufgaben auf einer auftragsbezogenen Ebene (Auftragsabwicklung) und einer auftragsübergreifenden Ebene (Erfolgscontrolling, Aktionscontrolling und Partner Controlling). Eine Beschreibung der Controllingaufgaben in Forschungs- und Entwicklungskooperationen gibt FEST (2006), auf die Instrumente und Werkzeuge des Netzwerkcontrollings geht HESS (2002) ausführlich ein.

Netzwerkes als Ganzes in Betracht zu ziehen, sondern auch der Nutzen für die einzelnen Partner zu bewerten. Ein Unternehmen wird sich nur dann im Netzwerk engagieren, wenn sich daraus auch ein positiver individueller Nutzen ergibt (HESS 2002, S. 214). Ein Netzwerk kann deshalb nur dann dauerhaft erfolgreich sein, wenn für alle Partner ein positiver Nutzen erreicht wird.

Der Erfolg des Netzwerkes wird an der Erreichung der gemeinsamen Netzwerkziele einerseits und den individuellen Ziele andererseits gemessen. Der Zielerreichungsgrad erfolgt in der Praxis vielfach über (finanzielle) Kennzahlen, beispielsweise in Form eines Balanced Scorecard (KAPLAN & NORTON 1996). Bei einer integrierten Bewertung des Netzwerkerfolges sollten aber auch die (technische) Sachebene und die (soziale) Beziehungsebene einbezogen werden.

3.3.4 Rekonfigurationsphase

Da Unternehmensnetzwerke in der Regel zeitlich befristet sind, soll die „Trennung“ oder Rekonfiguration bereits bei der Planung des Netzwerkes berücksichtigt werden. Das Ende eines Netzwerkes kann durch drei mögliche Ereignisse charakterisiert werden (Abbruchkriterien):

- Das Netzwerk wird erfolgreich abgeschlossen (die Netzwerkziele sind erreicht).
- Das Netzwerk scheitert (die Netzwerkziele wurden nicht erreicht).
- Die Rahmenbedingungen haben sich verändert und das Netzwerk wird angepasst oder beendet. Es kann dabei eine neue Netzwerkkonstellation entstehen, wie zum Beispiel im Übergang von der Produktentwicklung in die Produktion, in der die Verflechtungen eher logistischer Art sind.

Bei der Beendigung des Netzwerkes muss zumindest Folgendes berücksichtigt werden:

- Nachbearbeitung und Abschließen der inhaltlichen Tätigkeiten.
- Reflexion und Erfassung von Lessons Learned (Effektivitäts- und Effizienzbewertung der Partnerschaft). Neben Leistungsdaten (Termine, Kosten, Qualität) sollen hier auch die „weichen“ Aspekte (Netzwerkfähigkeit, Kultur) des Netzwerkes bewertet werden. Die Erkenntnisse sollen sowohl für weitere Netzwerkkoooperation als auch für die internen Prozesse in den Unternehmen nutzbar gemacht werden.
- Gegebenenfalls soll ein nachträglicher Ausgleich zwischen den Partnern getroffen werden. Da nicht alle Ereignisse bereits bei der Netzwerkgestaltung bekannt sind, kann es sinnvoll sein, die tatsächlich erbrachte Leistung in der Rekonfigurationsphase festzustellen. Daraufhin könnte ein Ausgleich zwischen den Partnern durchgeführt werden (eine derartige Vorgehensweise am Ende des Netzwerkes soll bereits bei der Verhandlung am Anfang berücksichtigt werden).

- Es soll vereinbart werden, wie mit den rechtlichen und wirtschaftlichen Konsequenzen aus dem Netzwerk auch nach Beendigung des Netzwerkes umzugehen ist. Diskussionspunkte könnten hier beispielsweise der Umsatz, der nach Abschluss des Projektes erwirtschaftet wird, die Rechte an den Produkten oder der Umgang mit eventuell auftretenden Gewährleistungskosten (z.B. bei Rückrufaktionen) sein. Auch hierüber soll bereits bei der Vertragsvereinbarung grundsätzliche Einigkeit zwischen den Partnern bestehen.
- Feedback an die Netzwerkpartner und einzelne Mitarbeiter.
- Reintegration von Daten, Ressourcen und Know-how in die einzelnen Unternehmen.
- Entflechtung und technologische Demigration.

3.3.5 Phasenübergreifende Gestaltungskriterien

Vertrauen

Die Rolle von Vertrauen als Gestaltungskriterium in Unternehmensnetzwerken ist im Schrifttum weit verbreitet (KRYSTEK et.al. 1997, S. 375, LOOSE & SYDOW 1997) und wurde auch schon bei der Diskussion der unterschiedlichen Theorien in Kapitel 2 deutlich⁴¹. GIDDENS (1990) unterscheidet dabei zwischen Vertrauen in Personen (personales Vertrauen) und Vertrauen in Institutionen wie z.B. Unternehmen (Systemvertrauen).

Wichtige Grundlage für Vertrauen ist eine gegenseitige Berechenbarkeit im Verhalten (SCHUH et al. 2005, S. 151 f.) bzw. die Sicherheit, dass Versprechen eingehalten und Schwächen nicht ausgenutzt werden (DYER 2000, S. 88), dies gilt insbesondere, wenn Unternehmen in mehreren Unternehmensnetzwerken tätig sind.

Vertrauen beruht auf kooperativem Verhalten und äußert sich z.B. durch das zur Verfügungstellen von relevanten Daten oder das frühzeitig Anzeigen von Problemen. Die Partner können hierdurch auf teure Maßnahmen zur Absicherung von Gefahrenpotenzialen verzichten. Da Vertrauen ein dynamisches Phänomen ist, kann es nur stufenweise und über einen längeren Zeitraum aufgebaut werden (z.B. durch gute Erfahrungen), daher spielt die Dauer des Netzwerkes eine wichtige Rolle. Der temporäre Charakter des Netzwerkes erschwert den Aufbau von Vertrauen.

Da Vertrauen zu einem großen Teil durch Personen übertragen und über die Zeit aufgebaut wird, ist es wichtig, im Netzwerk eine stabile und verlässliche Personenbasis zu etablieren. Wenn Ansprechpartner häufig wechseln, ist das nachteilig für das Vertrauen, das immer wieder neu aufgebaut werden muss. Häufiges persönliches Zusammenarbeiten trägt – insbesondere in der Anfangsphase des Netzwerkes – zum Vertrauen bei (KRYSTEK et. al. 1997, S. 104). Weiterhin wird Vertrauen durch die Häufigkeit und Intensität der

⁴¹ *Vertrauen reduziert die Komplexität sowie die Transaktions- und Agencykosten im Unternehmensnetzwerk und spielt eine wichtige Rolle in der Gestaltung von Anreizmechanismen.*

Kommunikation und durch die Reputation beeinflusst. Zudem wird Vertrauen gefördert, indem klare Spielregeln festgelegt und Aufgaben den Partnern mit einem hohen Maß an Eigenverantwortung (Selbstorganisation) überlassen werden (STEINHEUSER 2006, S. 198 ff.).

Kooperation und Wettbewerb

Die im Netzwerk aktiven Unternehmen agieren im Spannungsfeld von Kooperation und Wettbewerb. In diesem Zusammenhang wird häufig von Coopetition gesprochen (NALEBUFF & BRANDENBURGER 1996). REIB & BECK (2000) sprechen dagegen von Koopkurrenz und unterscheiden drei Varianten:

- *Netzbasierter Wettbewerb*: Kooperation, um die Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen. Es stehen nicht mehr Unternehmen, sondern Unternehmensnetzwerke im Wettbewerb. Somit ist es das Ziel von Netzwerken, Wettbewerbsvorteile zu erzielen.
- *Präkompetitive Netze*: Wechsel von Kooperation und Wettbewerb im Zeitverlauf. Wettbewerber können zeitlich begrenzt in einem Netzwerk zusammenarbeiten⁴².
- *Netzzinterner Wettbewerb* - kooperative und wettbewerbliche Elemente im Netzwerk: Konkurrenz wird als Anreiz betrachtet und unterschieden nach (Reiß 2001) formell geregelter Wettbewerb in Netzwerk (Ausschreibungen, Benchmarking, Awards für gute Leistung) und informellem Wettbewerb (Opportunismus, Missachtung von Regeln). Diese Art von Koopkurrenz muss über Spielregeln geregelt werden.

HEUER (2003) überträgt diverse Gestaltungskriterien krimineller Netzwerke aus der polizeilichen Praxis auf die Gestaltung von Unternehmensnetzwerken (dort in Anlehnung an HEUER 1994). Die Gestaltungskriterien sind in Tabelle 3.4 dargestellt.

Gestaltungskriterien krimineller Netzwerke	Implikationen für Unternehmensnetzwerke
Sehr themenzentrierte Kommunikation und Arbeitsweise.	Fokussierte Kommunikation.
Jeder spricht nur über einen Sachverhalt, wenn er mit dem Thema vertraut ist.	Klare Zuständigkeiten.
Konzentration auf das wesentliche (Augenmerk auf Effizienz; Risiko, entdeckt zu werden).	Fokussierung auf das Wesentliche.
Austausch von Personen von der Anordnungsebene auf die Ausführungsebene (damit man mit den Auswirkungen der Anordnungen vertraut ist).	Mitarbeiterrotation.
Druck vom Markt zwingt zu gleichgerichtetem Verhalten (Risiko, entdeckt zu werden).	Best-Practice-Lösungen werden zu Standards.

⁴² Beispiel DaimlerChrysler, General Motors und BMW bei der Entwicklung eines Hybridantriebs (EPPLÉ et. al. 2007). Oder Porsche und Volkswagen bei der Entwicklung eines Geländewagens. Nach der gemeinsamen Entwicklung erfolgt in diesem Fall eine eigene Vermarktung von Cayenne und Touareg.

Gestaltungskriterien krimineller Netzwerke	Implikationen für Unternehmensnetzwerke
Standards werden nach bestimmten Zeitzyklen verändert oder verbessert (Reduktion des Entdeckungsrisikos).	Auch Best-Practice-Lösungen und Standards können weiterentwickelt werden.
Vereinbarte Standards werden sehr streng eingehalten (Vorbeugen von Missverständnissen).	Einhaltung von Standards.
Abweichungen vom gemeinsam vereinbarten Standard/Absprachen werden unmittelbar sanktioniert.	Konsequente Sanktionierung (Anreiz, Standards einzuhalten).
Festgelegte Regeln worüber kommuniziert wird und worüber nicht.	Zusätzlich zu den expliziten Standards werden Spielregeln vereinbart.
Schnelle Reaktion am Markt.	Standards müssen bei Bedarf schnell angepasst werden.
Zwei Führungsarten: hierarchisch und projektbezogene wechselnde Führung.	Etablierung Linien- und Projektorganisation.
Rekrutierung von Mitgliedern erfolgt durch persönliche Kontakte und Großveranstaltungen (z.B. Boxveranstaltungen).	Etablierung einer Plattform für Personalauswahl.
Symbiotische Anbindung an das Arbeitskollektiv (Schaffen eines „Wir“-Gefühls, Ehre, Familie).	Etablierung einer gemeinsamen Wertekultur.
Netzwerke werden durch persönliche Kontakte gepflegt.	Informelle Netzwerke/Kontakte sollten gefördert werden.
Netzwerkverbreitung durch Zellteilung und Vermehrung.	Selbstorganisation.

Tabelle 3.4: Gestaltungskriterien krimineller Netzwerke und Implikationen für Unternehmensnetzwerke [nach HEUER 2003]

3.4 Die Bedeutung des Netzwerkmanagers

In Abschnitt 3.3 wurde bereits dargestellt, dass sich das Management eines Entwicklungsnetzwerkes vom klassischen Management in einem integrierten Unternehmen unterscheidet. Folglich werden an einen Netzwerkmanager auch andere Anforderungen gestellt als an klassische Manager. SPEKMAN et. al. (2000) betonen dabei, dass die Netzwerkfähigkeit eines Unternehmens zu einem erheblichen Teil von den individuellen Fähigkeiten der Netzwerkmanager bestimmt wird. Neben den individuellen Fähigkeiten der Mitarbeiter wie Selbstinitiative, Selbstimprovisation und Selbstflexibilisierung betonen PANDER & WAGNER (2005, S. 77 f.) ein ausgeprägtes Problembewusstsein hinsichtlich der Belange der an der Prozesskette beteiligten Mitarbeiter und die Fähigkeit, persönliche Netzwerke aufzubauen und zu pflegen, als sehr wichtig für ein erfolgreiches Netzwerkmanagement.

Im Einzelnen werden im Schrifttum folgende wesentliche Anforderungen an die Fähigkeiten und Kenntnisse von Netzwerkmanagern betont (vgl. dazu u. a. SCHUH 2005; FLEISCH 2001; RITTER 1998)⁴³:

- Ein Netzwerkmanager muss über eine ausgeprägte Kommunikationskompetenz, die Fähigkeit zum Selbstmanagement, die Fähigkeit, Kontakte herzustellen sowie die Fähigkeit, unabhängig vom eigenen Unternehmen agieren zu können, verfügen (FLEISCH 2001, S. 225).
- Ein Netzwerkmanager muss über formelle und informelle Kommunikationsnetzwerke verfügen.
- Ein Netzwerkmanager muss in der Lage sein, die Spannungsverhältnisse in Netzwerken, z.B. zwischen Kooperation und Wettbewerb, zwischen Autonomie und Abhängigkeit oder zwischen Vertrauen und Kontrolle auszubalancieren.
- Ein Netzwerkmanager muss teamfähig sein, als Moderator in Konfliktsituationen auftreten können und die Fähigkeit zu Vertrauensbildung haben.
- Ein Netzwerkmanager muss über ein hohes Maß an Verhandlungskompetenz verfügen.
- Neben den weichen Persönlichkeitsfaktoren sind fachliche und wirtschaftliche Kenntnisse und Erfahrungen die Basis für einen erfolgreichen Netzwerkmanager (RITTER 1998, S. 49 ff.).
- Ein Netzwerkmanager muss in der Lage sein, als Motivator und Treiber im Netzwerk zu agieren und dabei Anlaufstelle für die Netzwerkteilnehmer zu sein.

In einem Netzwerk kann in Abhängigkeit der Netzwerkgröße und der Fragestellung die Rolle des Netzwerkmanagers von verschiedenen Personen wahrgenommen werden. In der Praxis wird die Rolle des Netzwerkmanagers in der Anbahnungs- und Gestaltungsphase häufig von Einkäufern besetzt, die aus der Historie heraus bereits mit der Betreuung von Lieferanten und Dienstleistern befasst sind. Das Verständnis des Einkäufers muss sich dabei weg von der Rolle des klassischen Beschaffens in Richtung eines partnerschaftlichen Umgangs mit den Netzwerkpartnern verändern (BECKER 2003). In der Regel wird die Rolle des Netzwerkmanagers in der Betriebsphase von Entwicklern wahrgenommen, die selbstverständlich auch schon in die Phasen zuvor eingebunden sind.

Die Schwerpunkte des Managements von Entwicklungsnetzwerken und damit auch die Anforderungen an den Netzwerkmanager unterscheiden sich für hierarchische und heterarchische Netzwerke. Während in hierarchischen Netzwerken noch Elemente einer hierarchischen Führung möglich sind, spielen insbesondere in heterarchischen Netzwerken

⁴³ FRAISST & BIRG (1997) formulieren die Aufgaben und Verantwortlichkeiten eines „Brokers“ in einem virtuellen Unternehmen, die große Übereinstimmungen mit den Aufgaben und Verantwortlichkeiten eines Netzwerkmanagers aufweisen.

aufgrund der ausgeprägten Gleichberechtigung der Partner Vertrauen und Verhandlungsgeschick eine noch bedeutendere Rolle.

3.5 Netzwerke in der Automobilindustrie

Die Automobilindustrie gilt sowohl in zeitlicher Hinsicht als auch in Bezug auf die wirtschaftliche Bedeutung als Vorreiter bei der Entwicklung von netzwerkartigen Organisationsformen (SYDOW 1992, S. 20).

3.5.1 Historische Betrachtungsweise

Die traditionellen Strukturen der Automobilindustrie in Form vertikaler Wertschöpfungsketten (vgl. Abschnitt 4.2.2 und DIEZ 2001, S. 43) mit einem Automobilhersteller als führendem und dominierendem Unternehmen haben sich schon seit über zehn Jahren gewandelt. Zunehmend werden Wertschöpfungsumfänge z.B. in der Produktentwicklung, Logistik oder Montage von den Herstellern auf spezialisierte Zulieferer und Dienstleister verlagert⁴⁴.

3.5.2 Aktuelle Netzwerke in der Automobilindustrie

Eine Studie der Technischen Universität München und Mercer Management Consulting verschafft einen Überblick über die aktuelle Verbreitung und Ausprägungsformen von Unternehmensnetzwerken in der Automobilindustrie nach den beteiligten Partnern und dem Umfang der Zusammenarbeit (Abbildung 3.11).

Trotz einer intensiven Zusammenarbeit nehmen die Fahrzeughersteller häufig noch eine steuernde Rolle in den Netzwerken wahr und behalten sich wesentliche Entscheidungskompetenzen vor. Die steuernde Rolle äußert sich zum Beispiel darin, dass die Fahrzeughersteller häufig Unterlieferanten (Lieferanten der Systemlieferanten) nominieren, mit ihnen direkt Verhandlungen führen und Absprachen treffen. Dieser Vorgang schränkt den Systemlieferanten bei der Durchführung eines eigenen Netzwerkmanagement teilweise erheblich ein.

⁴⁴ Aktuell wird nur noch ein Anteil von ca. 35 % der Automobile von den Automobilherstellern selbst entwickelt und gebaut (MERCER MC & FRAUNHOFER GESELLSCHAFT. 2004, S. 20). Die Konstellation der Wertschöpfungskette ergibt sich dabei situationsangepasst pro Baureihe oder Fahrzeugprojekt. Als Grenzfall aus heutiger Sicht gilt Porsche mit einem Fertigungsanteil von weniger als 20%.

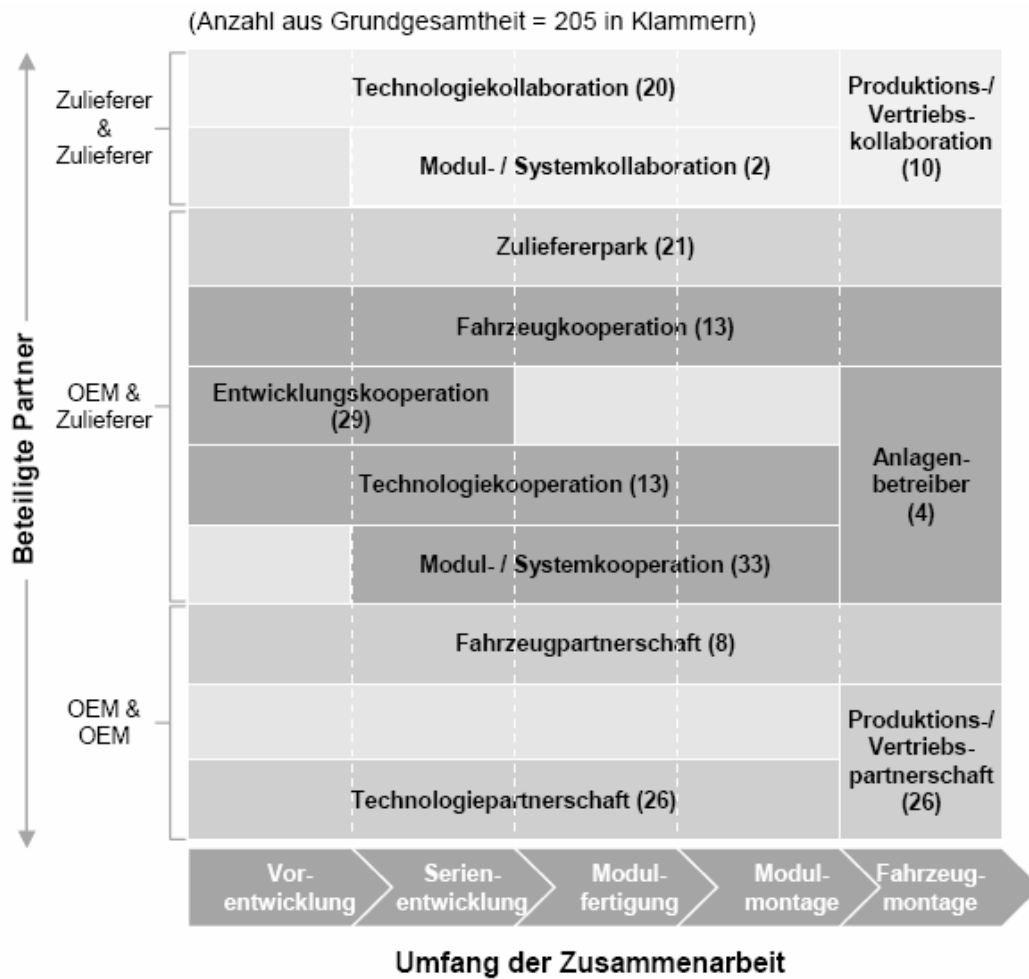


Abbildung 3.11: Verbreitung von Unternehmensnetzwerken in der Automobilindustrie [MERCER MANAGEMENT CONSULTING & REICHWALD (HRSG.) 2005, S. 11]

Netzwerke zwischen einzelnen Zulieferern mit dem Zweck, gemeinsam Module oder Systeme anzubieten, sind bisher nur wenig verbreitet. Begründet ist dies unter anderem in den erhöhten Aufwand für das Kooperationsmanagement, für den Fall, dass potenzielle Konkurrenten im Netzwerk zusammenarbeiten (SOFTWARE OFFENSIVE BAYERN 2003, S. 27).

Neben den hier genannten Unternehmensnetzwerken gibt es weitere firmenübergreifende Initiativen in der Automobilindustrie, die als Netzwerk verstanden werden können⁴⁵.

⁴⁵ Als Beispiel kann hier das Network of Automotive Excellence (NoAE) als Plattform für Automobilhersteller und -zulieferer genannt werden (www.noae.com), vgl. AUTOMOBIL INDUSTRIE 2007B sowie AUTOMOBIL INDUSTRIE 2006.

3.5.3 Zukünftige Entwicklungen

Bedingt durch die Tatsache, dass wenige Zulieferer und Entwicklungsdienstleister immer größere Umfänge und Verantwortung von den OEMs übernehmen, ist davon auszugehen, dass sich das Macht- und Abhängigkeitsverhältnis in der Automobilindustrie zu Ungunsten der Automobilhersteller wandelt. Bereits heute liegt ein Großteil des Know-hows im Bereich Elektrik und Elektronik bei Zulieferern und Entwicklungsdienstleistern (MCKINSEY 2003, S. 52).

Besonders bemerkbar wird sich dieser Wandel im Verhältnis zwischen den Volumenherstellern und den Zuliefererunternehmen machen. Die durch detaillierte Vorgaben und Kontrolle gekennzeichneten Beziehungen werden sich zu Partnerschaften auf Basis von Vertrauen und Gleichberechtigung wandeln müssen.

Durch die Zunahme der technischen Komplexität ergeben sich neue Möglichkeiten für Entwicklungsdienstleister, sich in bestehenden Netzwerken zu engagieren, indem sie spezifisches Know-how, aber auch zusätzliche Entwicklungsressourcen einbringen können. Darüber hinaus erreichen große Systemlieferanten zunehmend die Systemfähigkeit, ein Fahrzeug von der Lastenheftformulierung bis hin zum Serienanlauf entwickeln zu können.

Durch den Strukturwandel in der Automobilindustrie werden sich auch die Anforderungen an die betroffenen Mitarbeiter verändern. Da sich das für die Entwicklung benötigte technische Know-how immer stärker bei Zuliefererunternehmen und Entwicklungsdienstleistern befindet, werden die Mitarbeiter der Hersteller immer stärker zu Lieferanten- und Netzwerkmanagern (Abschnitt 3.4). Dadurch, dass die Mitarbeiter des OEMs selbst immer weniger Entwicklungstätigkeiten durchführen, droht auch die Beurteilungskompetenz und damit auch die Steuerungskompetenz verloren zu gehen. Wenn man persönlich nicht auf Entwicklungserfahrung zurückgreifen kann, sind die Beurteilung technischer Konzepte und Lösungen sowie die damit verbundenen betriebswirtschaftlichen Konsequenzen zunehmend schwierig. Aus diesem Grund werden bereits in Richtung Partner verlagerte Entwicklungsaufgaben teilweise wieder rückverlagert. Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass die OEMs immer nur Entwicklungsumfänge für bestimmte Baureihen vergeben werden und die Entwicklung anderer Baureihen noch stark in Eigenregie durchführen werden, um somit das für die Steuerung der Netzwerke benötigte technische Know-how zu behalten.

Insgesamt kann angenommen werden, dass die Bedeutung von Netzwerken in der Wirtschaft zunimmt. MERTENS & FAISST (2002) zeigen in diesem Zusammenhang nach einem Szenario US-amerikanischer Wissenschaftler (LAUBACHER & MALONE 1997) eine Dualität zwischen virtuellen Unternehmen aus vielen kleinen Unternehmen und virtuellen Staaten auf, die aus Zusammenschlüssen großer Unternehmen entstehen. Letztere übernehmen Aufgaben wie Kindergärten, Bildung oder Altersvorsorge, die klassischerweise von Nationalstaaten übernommen werden. Eine derartige Polarisierung würde sich auf Kosten mittelständisch geprägter Unternehmen vollziehen.

3.6 Produktentwicklung in Unternehmensnetzwerken

Ein Großteil der Netzwerke in der Automobilindustrie ist im Bereich der Produktentwicklung angesiedelt (vgl. Abbildung 3.11). Die Produktentwicklung in Unternehmensnetzwerken baut auf die integrierte Produktentwicklung auf. Bei der integrierten Produktentwicklung arbeiten „alle am Erstellungsprozess beteiligten Abteilungen und die betroffenen Spezialisten eng und unmittelbar zusammen“ (EHRENSPIEL 2003, S. 176). Ziel ist dabei die Zusammenstellung aller zur Erstellung eines Produktes notwendigen Kompetenzen.

Nachdem in Abschnitt 3.6.1 die wesentlichen Merkmale der Produktentwicklung beschrieben werden, wird die Produktentwicklung in der Automobilindustrie in Anlehnung am ZOPH-Modell (siehe Abschnitt 2.1.1) in den Abschnitten 3.6.2 bis 3.6.5 dargestellt (vgl. dazu ausführlich MEIER-KORTWIG 1998).

3.6.1 Merkmale der Produktentwicklung

Übergeordnetes Ziel der Produktentwicklung ist es, herstellbare, funktionsfähige und zudem vermarktbar Produkte zu gestalten (BRAUN 2005, S. 16). Auf charakteristische Merkmale der Produktentwicklung wird im Folgenden eingegangen (vgl. dazu auch NEGELE 1998, S. 124 f.).

Die Abläufe in der Produktentwicklung sind zu einem Großteil nicht physisch-materiell geartet, und kennzeichnen sich durch vielfältige Informationsflüsse (CLARK & FUJIMOTO 1990, S. 109). Im Rahmen der Produktentwicklung findet ein intensiver Informationsfluss sowohl vorwärtsgerichtet (zunehmende Konkretisierung produkt- und prozessbeschreibender Daten) als auch rückwärtsgerichtet (Erfahrungen aus ähnlichen Entwicklungen und früheren Projekten) statt (BICHLMAIER 2000, S. 8.).

Durch die Neuartigkeit der Entwicklungsaufgaben stellt die Produktentwicklung einen mit Unsicherheit behafteten Prozess dar⁴⁶. Dies wird durch das hohe Maß an Parallelisierung der Aufgaben verstärkt. Es werden bereits Merkmale (z.B. geometrische Formen, Abmessung, Material) eines Produktes festgelegt, bevor die sich daraus ergebenden Eigenschaften wie Herstellbarkeit oder Kosten vollständig bekannt sind (LINDEMANN 2005, S.7).

Die Produktentwicklung ist als Prozess mit kreativen und Routineelementen zu verstehen, bei der zum Teil neuartige (Teil-)Ergebnisse geschaffen werden (LINDEMANN 2005, S.8) und bei der der Mensch die zentrale Ressource darstellt. Im Rahmen des Problemlösungsprozesses der Produktentwicklung wird eine schöpferische Leistung erbracht, die teilweise intuitiv verläuft, da nicht immer auf Erfahrungen zurückgegriffen werden kann. Neben seiner kreativen Rolle kommt dem Menschen zugleich die Rolle des Entscheiders in der Entwicklung zu, wobei der

⁴⁶ In Bezug zur Neuartigkeit einer Entwicklung unterscheiden PAHL et. al. (2005) zwischen Neuentwicklung und Anpassungsentwicklung. Die Entwicklungen in der Automobilindustrie sind in der Regel als Anpassungsentwicklungen einzuordnen. Ausnahme sind Neuentwicklungen wie unter anderem der Brennstoffzellenantrieb.

Umgang mit Unsicherheit hier bedingt, dass diese Entscheidungen oft auf der Grundlage nicht vollständiger Informationen getroffen werden müssen.

Darüber hinaus ist die Produktentwicklung ein multidisziplinärer Prozess (Vertreter unterschiedlicher Disziplinen und Unternehmensbereichen sind betroffen). PULM (2004, S74) betont, dass die Produktentwicklung eine starke Überschneidung mit anderen Disziplinen wie Psychologie, Soziologie oder Unternehmensbereichen wie Marketing und Design aufweist und dass eine klare Abgrenzung der Produktentwicklung schwierig zu treffen ist. Der multidisziplinäre Charakter führt zudem zu einem hohen Abstimmungsbedarf und spiegelt sich in dem Ansatz des Simultaneous Engineerings wider (Abschnitt 3.6.5).

3.6.2 Zielsystem der Produktentwicklung

Das Zielsystem bildet den Rahmen für die Produktentwicklung. EILETZ (1999, S. 11) definiert Ziele „...als gemeinsam vereinbarte Sollzustände, die durch aktives Handeln erstrebt oder vermieden werden“. Der Entwickler muss zwei Zielarten berücksichtigen: Produktziele, die sich auf das Objektsystem beziehen und Prozessziele, die die Anforderungen an das Handlungs- und Prozesssystem darstellen. Darüber hinaus spielen für den wirtschaftlichen Erfolg eines Unternehmens die ökonomischen Ziele eine zentrale Rolle.

Ziele werden über den Prozess der Zielbildung und -vereinbarung Ziele aus unterschiedlichen Anforderungen abgeleitet. Anforderungen stellen dabei Formulierungen gewünschter Eigenschaften bzw. gewünschter Sachverhalte dar (EILETZ 1999, S. 8). Sie können internen (z.B. Integration von Innovationen) oder externen (z.B. Kunde oder Gesetzgeber) Ursprungs sein.

Die Elemente des Zielsystems umfassen u. a. Anforderungsbeschreibungen, Zielkataloge, Lastenhefte, Terminpläne, Kostenkalkulationen etc. Die Ziele stehen über Zielhierarchien und Zielpriorisierungen miteinander in Verbindung. Die Beziehung der Ziele auf der gleichen Ebene kann dabei in Zielneutralität (Ziele beeinflussen sich gegenseitig nicht), Zielkomplementarität (die zunehmende Erfüllung eines Ziels führt zu einer zunehmenden Erfüllung eines anderen Ziels), Zielkonflikt (die zunehmende Erfüllung eines Ziels führt zu einer zunehmende Nicht-Erfüllung eines anderen Ziels) und Zielantinomi (Ziele schließen sich aus) unterschieden werden (EILETZ 1999, S. 13).

Wichtig ist, dass im Zielsystem die Anforderungen und Ziele aller relevanten Interessensgruppen vertreten sind (NEGELE 1998, S. 141 f.). Damit bildet die Formulierung der Ziele eine zentrale Grundlage und Referenz für gesamten, ihr folgenden Prozess der Produktentwicklung und -entstehung.

3.6.3 Objektsystem der Produktentwicklung

Das Objektsystem beschreibt das zu entwickelnde und zu fertigende Produkt. Es beschreibt die Zusammensetzung des Produktes in seinen Komponenten und Teilen sowie die dazu gehörenden Funktionen und Eigenschaften. Eine Eigenschaft ist dabei „... alles, was durch Beobachtungen, Messergebnisse, allgemein akzeptierte Aussagen usw. von einem bestimmten

Gegenstand festgestellt werden kann“ (EHRENSPIEL 2003, S. 24)⁴⁷. Ziel ist es, dass die Eigenschaften die Anforderungen aus dem Zielsystem erfüllen⁴⁸. Das Kano-Modell unterscheidet Basis-, Leistungs- und Begeisterungseigenschaften. Die Eigenschaften können mit Parametern – technischen Ziele – beschrieben werden (KANO et. al. 1984).

Die Schnittstellen zwischen den Bauteilen können als Systembeziehungen angesehen werden. Das Objektsystem reift während des Entwicklungsprozesses von einer Idee bzw. einem Auftrag bis zum fertigen Entwicklungsergebnis. Die Darstellung des Objektsystems kann in Form von Zeichnungen, CA-Modellen, Berechnungen, Produktstrukturen etc. stattfinden. Alle diese Objekte stellen Produktmodelle dar, die als spezifische Sichten auf das Produkt verstanden werden können und es idealerweise in seiner Gesamtheit abbilden.

WILDEMANN (2002A) beschreibt fünf geometrisch orientierte Produktordnungssysteme (Tabelle 3.5), womit sich in Abhängigkeit der Intention der Produktgestaltung das Produkt in unabhängig voneinander entwickelbare und produzierbare Bauteile gliedern lässt. Die beschriebenen Produktordnungssysteme basieren auf dem Prinzip der Modularisierung⁴⁹ als Mittel, um komplexe Systeme beherrschbar zu machen, indem diese in kleinere Einheiten zerlegt werden (LANGLOIS 2002, S. 19). Ein Modul ist dabei eine Einheit, deren strukturelle Elemente untereinander stärkere Verbindungen aufweisen als zu den Elementen anderer Einheiten (BALDWIN & CLARK 2000, S. 63). Über wenige, präzise definierte Schnittstellen werden die Module verbunden und zu einem funktionierenden Gesamtsystem zusammengefügt. Umso geringer die physikalische und funktionale Abhängigkeit zwischen den Elementen, desto größer ist das Maß an Modularität⁵⁰. SIMON (1962) spricht in diesem Zusammenhang von „near-composability“ einer Systemarchitektur, bei der starke Beziehungen innerhalb der Subsysteme und schwache Beziehungen zwischen den Subsystemen vorhanden sind (dazu auch GÖPFERT 1998, S. 28 ff.). Die funktionale Unabhängigkeit bezieht sich auf das Erfüllen genau einer Funktion. Die physische

⁴⁷ Lindemann (2005, S. 286) definiert eine Eigenschaft als ein Merkmal eines Produktes (z.B. der Durchmesser eines Rohrs) und dessen Ausprägung (z.B. $\emptyset = 20 \text{ mm}$).

⁴⁸ Die Eigenschaften des Entwicklungsergebnisses müssen mit den Anforderungen aus dem Zielsystem in Einklang gebracht werden. Genauso wie die Anforderungen untereinander priorisiert werden, erfolgt dies mit den Eigenschaften. Im Laufe des Entwicklungsprozesses werden die Ziele und Anforderungen, die das Entwicklungsergebnis erfüllen muss, anhand von Zwischenergebnisse (z.B. Prototypen) auf ihren Fortschritt hin überprüft.

⁴⁹ BALDWIN & CLARK (1998, S. 39) definieren Modularität als „...die Schaffung eines komplexen Produkts oder Verfahrens aus kleinen, getrennt voneinander entwickelten Teilsystemen, die ein funktionierendes Ganzes ergeben“.

⁵⁰ Grundprinzipien zur Gestaltung modularer Systeme sind das Unabhängigkeitsprinzip (Ein System ist aus möglichst unabhängigen Modulen zu gestalten.), das Integritätsprinzip (Trotz der Unabhängigkeit müssen Module in ein Gesamtsystem integriert werden können) sowie das Dekompositionsprinzip (Erhöhung des Detaillierungsgrades durch Zerlegung der Elemente). (BALDWIN & CLARK 1997, S. 84f.; GÖPFERT 1998, S. 53 f.).

Unabhängigkeit bezieht sich auf die Baustruktur und die entsprechenden Schnittstellen. Die Potenziale und Gefahren modularer Produktarchitekturen werden von GÖPFERT (1998, S. 121) zusammengefasst. Daneben existiert eine Vielzahl anderer Strukturierungsformen, die das Produkt darstellen, z.B. als Funktionsmodelle.

	Teilfamilien- bildung	Baukasten- strukturen	Gleichteile	Modul- und System- bauweise	Plattform- bildung
Strategische Bedeutung	niedrig	niedrig	mittel	hoch	hoch
Schaffung der Voraussetzung in	Produktion Einkauf	Produktion	Entwicklung Konstruktion	Entwicklung Konstruktion	Entwicklung Konstruktion
Wirksamkeit der Effekte in	Fertigung Einkauf	Fertigung Montage	Einkauf Produktion Entwicklung Konstruktion	Einkauf Produktion Entwicklung Konstruktion	Einkauf Produktion Entwicklung Konstruktion
Auswirkungen auf Individualität	keine	reduzierte Kombinatorik	gering	kaum wahrnehmbar	kaum wahrnehmbar
Hebel der Kostenreduzierung	mittel	mittel	hoch	hoch	sehr hoch

Tabelle 3.5: Produktordnungssysteme [nach WILDEMANN 2002A, S. 60]

Die Komplexität des Objektsystems wird verursacht durch die Anzahl der Bauteile und Schnittstellen, den Innovationsgrad, die geplanten Produktionsstückzahlen, die Anzahl Varianten und Sonderausstattungen, die Anzahl der Zielkonflikte sowie die Wertigkeit bzw. den Qualitätsanspruch des Produktes (MEIER-KORTWIG, S. 37).

3.6.4 Prozesssystem der Produktentwicklung (Ablauforganisation)

Das Prozesssystem stellt die Ablauforganisation der Produktentwicklung dar. Bestandteil sind die Abläufe und (Teil)Prozesse, die zur Erreichung der Ziele des Zielsystems erforderlich sind (KLEEDÖRFER 1999, S. 58). Ein Entwicklungsprozess beginnt mit einer Produktidee oder dem Auftrag vom Management und ist abgeschlossen, wenn das Entwicklungsergebnis in der gewünschten Form und Qualität vorliegt. Ein Prozess ist dabei „eine Folge von Aktivitäten unter Nutzung von Informationen und Wissen sowie materielle Ressourcen. Dabei wird ein Input durch eine Aktivität zu einem Output verarbeitet“ (LINDEMANN 2005, S. 16).

Das Entwicklungsergebnis (Objektsystem) reift dabei über die Zeit und hat grundsätzlich zwei Kunden: Zum einen den Markt oder die Endkunden, für die das Entwicklungsergebnis bzw. das Produkt bestimmt ist (externe Kunden), zum anderen die Produktion, indem während des Entwicklungsprozesses auch die entsprechenden Produktionsprozesse entstehen (interne Kunden).

Die Produktentwicklung an sich kann als Prozess des Problemlösens verstanden werden (EHRENSPIEL 2003, S. 46 ff., Abschnitt 3.6.1). Um diesen Prozess systematisch zu unterstützen, wurde der in Wissenschaft und Praxis häufig angewendete Phasenablauf der

integrierten Produktentwicklung in einem Vorgehensplan und Vorgehenszyklus systematisiert (siehe Abbildung 3.12).

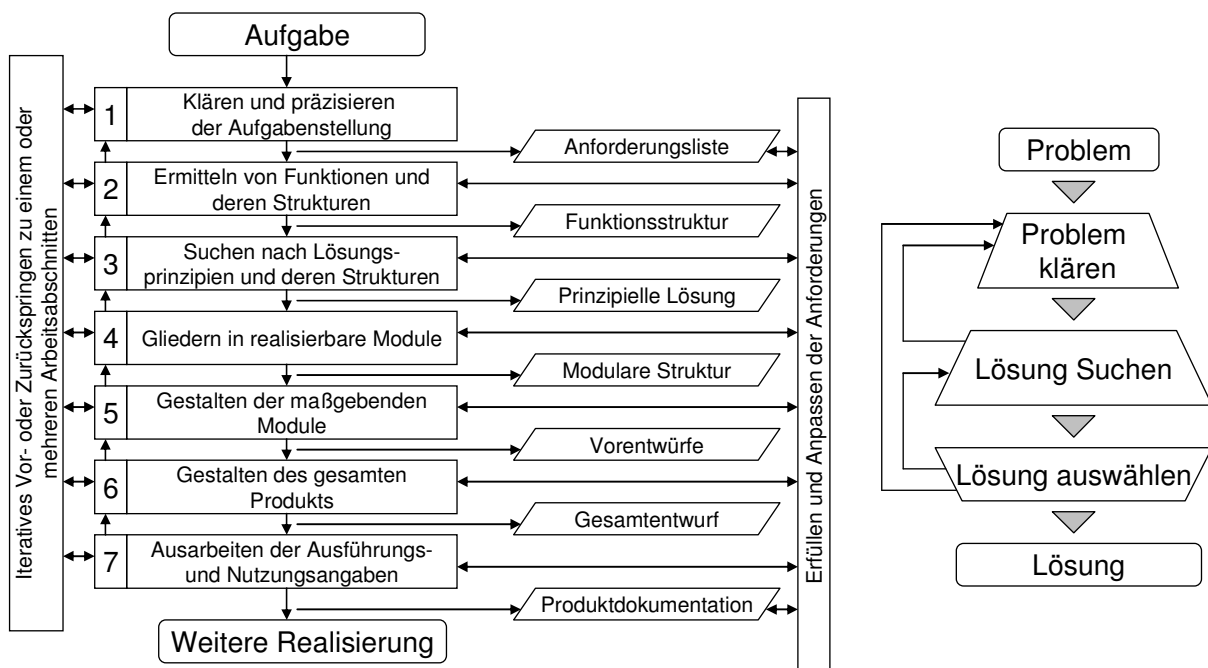


Abbildung 3.12: Vorgehensplan und -zyklus [VDI-RICHTLINIE 2221 1993, EHRENSPIEL 2003, S 234 sowie S. 362]

Weitere, vielfach angewandte Vorgehensmodelle der Produktentwicklung sind unter anderem die Phasen des Entwickelns und Konstruierens nach PAHL et. al. (2005), das V-Modell nach VDI-RICHTLINIE 2206 (2004) für die Entwicklung mechatronischer Systeme und das TOTE-Schema (Test-Operate-Test-Exit, EHRENSPIEL 2003, S. 76 ff). Eine Übersicht wesentlicher Vorgehensmodelle der Produktentwicklung gibt BRAUN (2005, S. 29).

Das Münchener Vorgehensmodell (MVM, Abbildung 3.13) vereint die Stärken bekannter Vorgehensmodelle und Erfahrungen aus Forschungsprojekten. Die sieben Schritte des Modells sind in der Form eines Netzwerkes dargestellt und können sowohl sequenziell als auch iterativ durchlaufen werden (LINDEMANN 2005, S. 39 ff.). Durch diese Nichtlinearität weist das MVM ein hohes Maß an Flexibilität auf. Genauso wie Vorgehensplan und -zyklus der integrierten Produktentwicklung ist das MVM kein Prozessmodell in klassischem Sinne, sondern es stellt die Produktentwicklung als Problemlösungsprozess heraus.

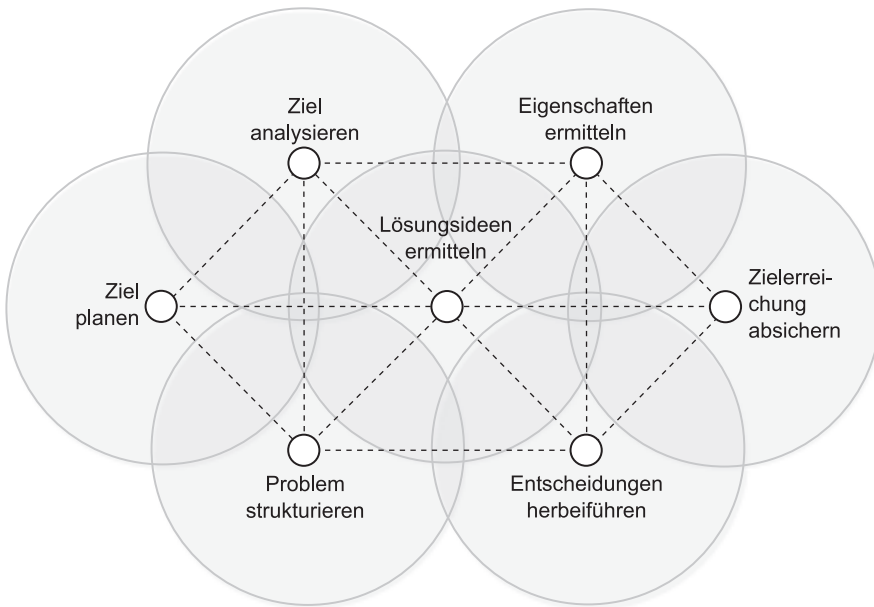


Abbildung 3.13: Das Münchener Vorgehensmodell (MVM) [LINDEMANN 2007]

GAUSEMEIER et. al. (2000, S. 17 ff.) beschreiben ein auf den Prinzipien des Simultaneous Engineering basierendes, praxisnahes Referenzmodell für das kooperative Produktengineering, in dem sechs Phasen des kooperativen Produktengineerings in drei Ebenen (strategische Geschäftsfeldplanung, Produktentwicklung und Prozessentwicklung) beschrieben werden (Abbildung 3.14).

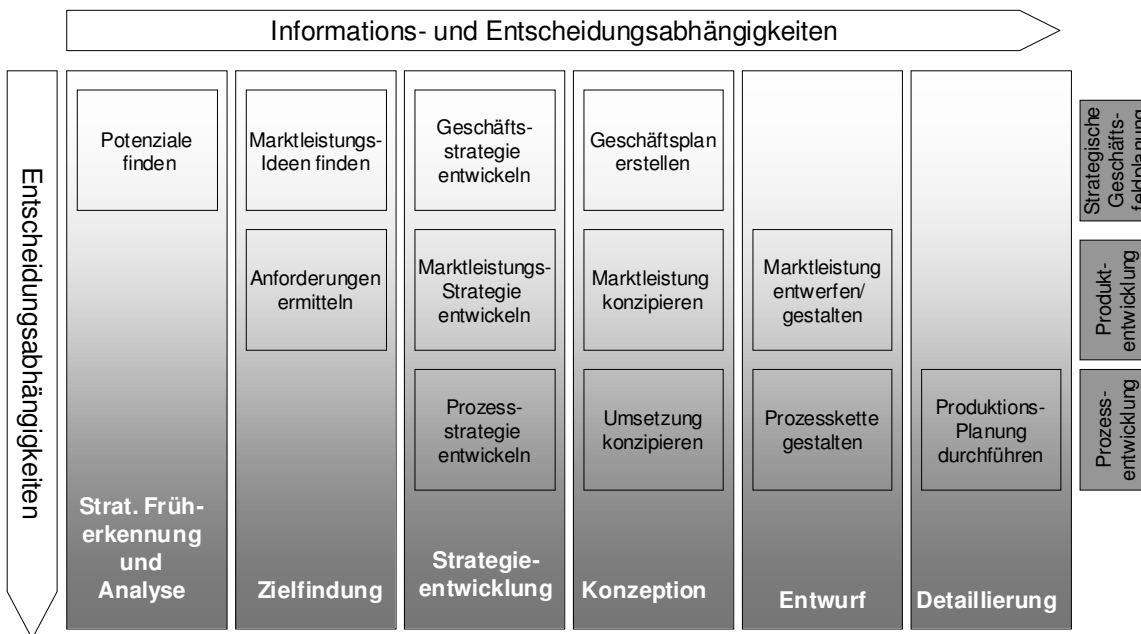


Abbildung 3.14: Referenzprozess des kooperativen Produktengineerings [GAUSEMEIER et al. 2000, S. 20]

Die Inhalte der unterschiedlichen Phasen des Referenzmodells sind auch in einem typischen Entwicklungsprozess in der Automobilindustrie zurückzufinden. Basierend auf den

Erfahrungen des Autors werden im Folgenden die sechs Phasen der Produktentwicklung in der Automobilindustrie beschrieben.

Die ersten beiden Phasen sind unabhängig von einem konkreten Fahrzeugprojekt, die weiteren vier Phasen werden in der Regel im Rahmen eines Fahrzeugprojektes durchlaufen. Diese vier Phasen werden in Abbildung 3.15 zusammengefasst.

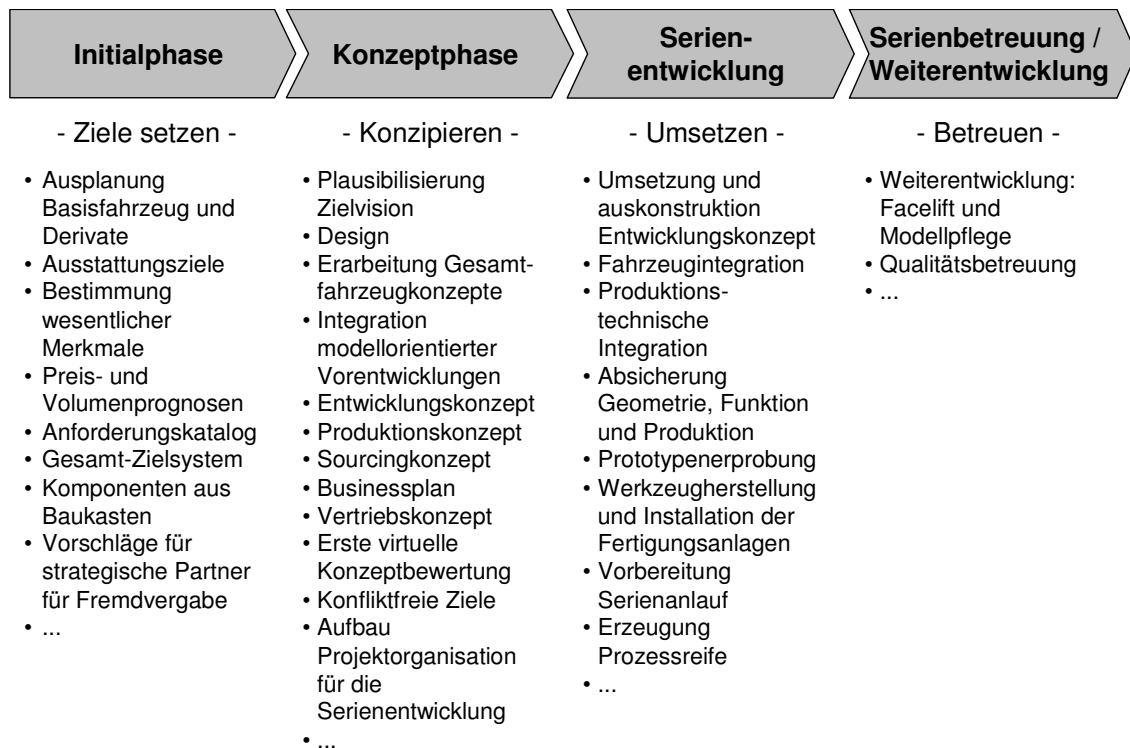


Abbildung 3.15: Phasen der Fahrzeugentwicklung

Strategiephase

In der Strategiephase werden langfristige Produktstrategien und Planungen festgelegt. Diese bilden die Grundlage für die Produktprojekte.

Projektunabhängige Vorentwicklung

In dieser Phase werden Innovationen vorangetrieben, die zunächst keinem Fahrzeugprojekt zugeordnet sind. Die Ideen für die Innovationen können kundengetrieben oder technologiegetrieben entstehen. Die in einem bestimmten Reifegrad vorhandenen Innovationen werden bei der Planung von Fahrzeugprojekten berücksichtigt. Die Ergebnisse dieser Phase bestimmen maßgeblich die Innovationskraft eines Unternehmens oder eines Netzwerkes. Vor allem bei den Premiumherstellern spielen Innovationen eine wichtige Rolle in der Unternehmensstrategie. So müssen neue Fahrzeuge beispielsweise eine bestimmte Anzahl (Durchbruchs) Innovationen enthalten.

Initialphase

In der Initialphase wird ein Basisfahrzeug mit den damit verbundenen strategischen Zielen und Anforderungen definiert und beschrieben. Für die weitere Entwicklung werden

verschiedene Szenarien erarbeitet. Bereits zu diesem Zeitpunkt werden die einzelnen Produkteigenschaften in ersten Anforderungslisten und Lastenheften auf der Ebene des Gesamtfahrzeuges festgelegt, die in der Konzeptphase weiter ausgeplant und bestätigt werden.

Konzeptphase

In der Konzeptentwicklungsphase werden Lösungsansätze zur Erfüllung der gestellten Produktanforderungen erarbeitet. Die detaillierten Anforderungen umfassen die in das Fahrzeug zu integrierenden Funktionen, Ausstattungen und Innovationen. Interdisziplinär werden dann gesamthaft für die Produktlinie das Produkt-, Produktions-, Markt- und Einkaufskonzept entwickelt und wirtschaftlich bewertet. Eine erste Gesamtkonfiguration wird so erstellt. Dazu werden auch strategische Partner festgelegt. Das ausgewählte Fahrzeugkonzept wird anhand der einzelnen Komponentenanforderungen und Spezifikationen als Vorbereitung für die Serienentwicklung mit den Fachbereichen abgestimmt. Das Design des ausgewählten Modells wird dabei bestätigt und die Absicherungsplanung wird vereinbart. Bei der Konzeptauswahl werden die Anforderungen an das Produkt und die Anforderungen an den Produktionsprozess in derselben Weise berücksichtigt.

Serienentwicklung

Die in der Vorleistungsphase vereinbarten Produkt- und Projektziele werden in der darauf folgenden Serienentwicklungsphase umgesetzt. Dabei wird häufig zwischen mehreren Lösungsvarianten entschieden. Es findet eine Absicherung der geometrischen, funktionalen und produktionstechnischen Fahrzeugintegration sowie der Systemintegration statt. Das Konzept des Gesamtfahrzeuges wird am Ende dieser Phase bestätigt. Gleichzeitig findet ein Design- und Packagefreeze statt. Die Funktionen des Produktes und des Produktionsprozesses werden durch Simulationen, Prototypen und Musterbauten bestätigt. Am Ende dieser Phase findet die Erteilung der Freigabe für die Serie statt. Bevor die Serienproduktion gestartet wird, erfolgt noch die Serieneinsatzbestätigung für Produktionsprozess und Produkt in so genannten Vorserien und im Serienanlauf. Als Ergebnis der Serienentwicklung liegen Beschreibungen, Zeichnungen, Stücklisten, Arbeitspläne, Fertigungslayouts etc. vor. Der Zeitraum der Serienentwicklung variiert von ca. 32 Monaten bei Daimler Chrysler bis 21 Monate bei Toyota (ARTHUR D. LITTLE 2004).

Serienbetreuung und Weiterentwicklung

Mit Start der Serienproduktion (SOP) erreicht das Fahrzeug in seinem Lebenszyklus die Marktphase. Im Rahmen der Serienbetreuung durch die Produktlinienverantwortlichen und die beteiligten Fachstellen sind für ein Fahrzeugmodell zwei Stufen der Weiterentwicklung geplant, um auf Kundenbedürfnisse und neue technologische Entwicklungen reagieren zu können. Während der Serienphase werden Lebenszyklusimpulse realisiert, die so genannte Facelifts und Produktänderungen umfassen.

Die beschriebenen Phasen werden mit Synchronisationspunkten/Gateways abgeschlossen. Zu diesen muss die Entwicklung einen bestimmten Reifegrad erfahren bzw. es müssen Ergebnisse vorliegen. Die Inhalte und Zeitrahmen der unterschiedlichen Phasen können sich für die unterschiedlichen Automobilhersteller leicht unterscheiden.

Wesentliche Prozesscluster in der Produktentwicklung, die während der beschriebenen Phasen durchlaufen werden, sind die Produktentwicklungsprozesse in engerem Sinne, die Prozessentwicklungsprozesse (Produktionsplanung), die Integrationsprozesse und Managementprozesse. Diese sind als Übersicht in Abbildung 3.16 dargestellt.

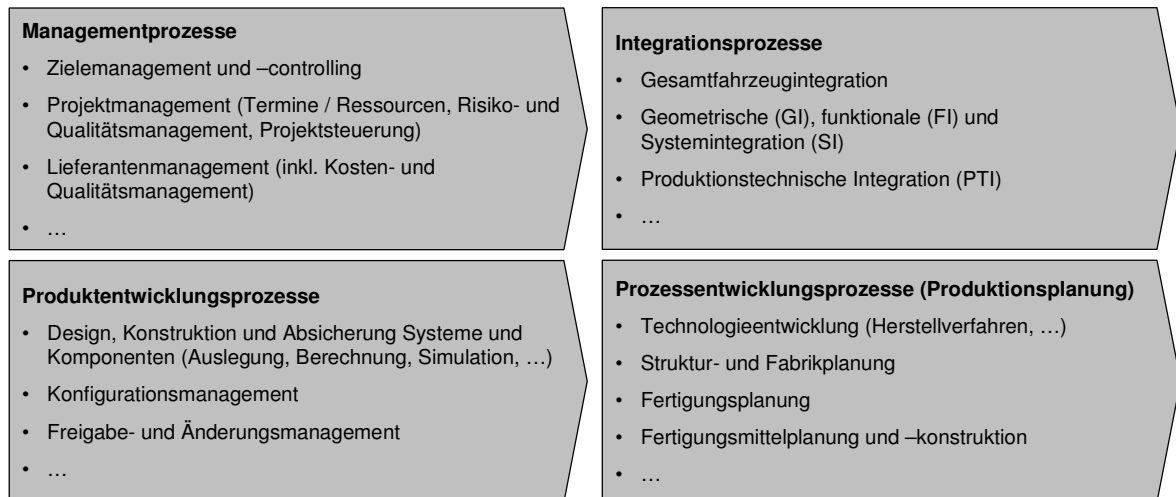


Abbildung 3.16 Übersicht wesentlicher Prozesse in der Produktentwicklung

Analog zur Flexibilisierung der Produktstruktur spielt die Modularisierung von Prozessen eine wichtige Rolle in der flexiblen Gestaltung der Organisation. In diesem Zusammenhang wird die Modularisierung als „... eine Restrukturierung der Unternehmensorganisation auf der Basis integrierter, kundenorientierter Prozesse in relativ kleine, überschaubare Einheiten (Module)“ beschrieben (PICOT et. al. 2001, S. 230). Kennzeichnend für diese Prozesseinheiten sind eine dezentrale Entscheidungskompetenz und Ergebnisverantwortung. Die Beziehungen zwischen den Prozessen stellen sich als Leistungs- oder Ressourcenverflechtungen dar. Bei der Prozessgestaltung soll darauf geachtet werden, dass die Prozesse mit einem hohen funktionalen, physischen oder zeitlichen Abhängigkeitsgrad in Modulen zusammengefasst werden⁵¹. Wenn zwischen zwei Organisationseinheiten ein hohes Maß an Kommunikation auftritt, kann dies auf eine nicht optimale Schneidung der Prozesse hinweisen. Die Potenziale und Gefahren der modularen Produktentwicklungsorganisation fasst GÖPFERT (1998, S. 157) zusammen.

Zur flexiblen Gestaltung von Entwicklungsprozessen schlägt BICHLMAIER (2000, S. 78) die Gestaltung von Entwicklungsprozessbausteinen vor, die durch einen bereichsübergreifenden Arbeitsinhalt und die Beschreibung ihrer Ein- und Ausgangsinformationen gekennzeichnet sind (vgl. dazu auch DEMERS 2000). Die Vernetzung zwischen den Prozessbausteinen erfolgt

⁵¹ GÖPFERT (1998, S. 144) fasst zentrale Merkmale modularer Organisationen, die sich insbesondere für die Produktentwicklung eignen, zusammen: Prozessorientierung, Kundenorientierung, Integriertheit der Aufgaben, Bildung kleiner Organisationseinheiten, dezentrale Entscheidungskompetenz und Ergebnisverantwortung sowie nicht hierarchische Koordinationsformen.

über den Abgleich der Eingangsinformationen, die für die Bearbeitung eines Prozesses erforderlich sind und den Ausgangsinformationen als angestrebtem Ergebnis eines Prozesses (BICHELMAIER 2000, S. 79 und S. 91). REINHART & GRUNWALD (2000) sprechen in Analogie zum Produktbaukasten in diesem Zusammenhang vom Prozessbaukasten. PONN (2007) erweitert diesen Ansatz durch die situationspezifische Beschreibung von Aufgaben und Methoden in der Produktentwicklung, die je nach Bedürfnissen des Prozesses zusammengestellt werden.

Die Einbindung von externen Netzwerkpartnern kann grundsätzlich in allen der beschriebenen Phasen erfolgen (dazu auch Abschnitt 3.6.5). Für die Einbindung externer Netzwerkpartner in die Entwicklungsprozesse eines Unternehmens bestehen grundsätzlich drei Möglichkeiten: Die Spezialisierung auf einige Entwicklungsgebiete, die Parallele Entwicklung mit Abstimmung und die gemeinsame Entwicklung. Diese Formen der Einbindung sind in Abbildung 3.17 dargestellt. Die Art der Einbindung bestimmt, welche Schnittstellen für die Zusammenarbeit erforderlich sind und wie intensiv die Zusammenarbeit ist. Von den drei Varianten ist die gemeinsame Entwicklung die intensivste Form der Zusammenarbeit (WILDEMANN 2002B).

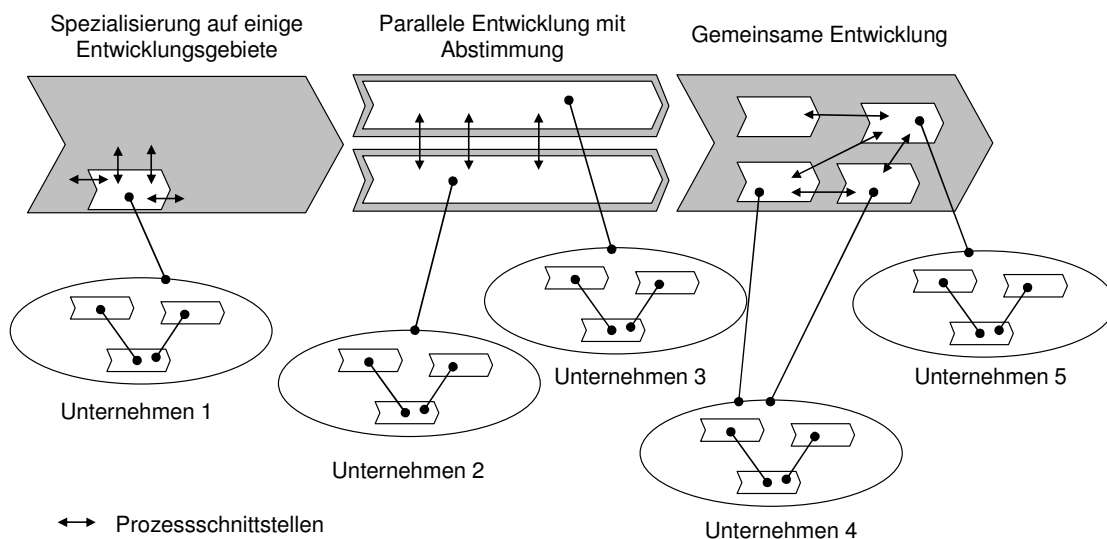


Abbildung 3.17: Formen der Einbindung in Entwicklungsnetzwerke

3.6.5 Handlungssystem der Produktentwicklung (Aufbauorganisation)

Das Handlungssystem der Produktentwicklung beinhaltet die für die Entwicklung des Objektsystems notwendigen Aufbauorganisation, Werkzeuge, Methoden, Informationen, etc. Handlungssysteme sind sozio-technische Systeme, sie beinhalten lebende (Menschen) und nicht lebende Elemente (Sachmittel wie Hardware, Anlagen und Maschinen) und Software

(z.B. Methoden und Daten, NEGELE 1998, S. 163). Die Beziehungen im Handlungssystem sind sowohl formeller als auch informeller Art⁵².

Aufbauorganisation der Produktentwicklung⁵³

In klassischen Entwicklungsorganisationen ist aufgrund der zunehmenden Spezialisierung und Arbeitsteilung eine Vielzahl an Abteilungen entstanden, die alle an der Produktentwicklung beteiligt sind. Durch Abteilungsoptimierung geht dabei die Produktorientierung verloren und es entstehen geistige Mauern zwischen den Abteilungen (EHRENSPIEL 2003, S. 175 f.). Im Rahmen der integrierten Produktentwicklung schlägt EHRENSPIEL (2003) daher eine integrierte Vorgehensweise vor, die auf den Prinzipien des Systems Engineerings (Abschnitt 2.1.5) basiert und die Zusammenarbeit in der Produktentwicklung in den Mittelpunkt stellt.

Eine bedeutende Rolle spielt dabei das Simultaneous Engineering, das im Wesentlichen gekennzeichnet ist durch ganzheitliche Teamarbeit und Parallelisierung der (Entwicklungs)Tätigkeiten und von EHRENSPIEL (2003, S. 202 f.) definiert wird als „die zielgerichtete, interdisziplinäre Zusammen- und Parallelarbeit von Produkt-, Produktions- und Vertriebsentwicklung mithilfe eines straffen Projektmanagements, wobei der gesamte Produktlebenslauf betrachtet wird“. Durch Simultaneous Engineering können die Entwicklungs- und Herstellkosten über den gesamten Produktlebenszyklus gesenkt, späte Änderungen vermieden und die Qualität in Bezug auf die Kundenanforderungen gesteigert werden. Voraussetzung für eine erfolgreiche Anwendung der Prinzipien des Simultaneous Engineerings ist eine starke Vernetzung zwischen den einzelnen Entwicklungsphasen.

Als Synonym zum Begriff Simultaneous Engineering wird auch Concurrent Engineering (im amerikanischen Sprachgebrauch) verwendet. BULLINGER & WARSCHAT (1996) kombinieren beide Begriffe und sprechen von Concurrent Simultaneous Engineering.

Obwohl das Konzept nicht mehr ganz neu ist, weisen KEIJZER et. al. (2006) in einer Studie empirisch nach, dass die Prinzipien des Simultaneous Engineerings in der Automobilindustrie noch nicht konsequent angewendet werden. Dies gilt sowohl für die Produktentwicklung als auch für die Produktionsvorbereitung. Insbesondere die unternehmensübergreifende Zusammenarbeit muss vor diesem Hintergrund verbessert werden.

⁵² Das Systemverhalten eines Unternehmens/eines Netzwerkes wird entscheidend durch informelle, nicht planbare Beziehungen bestimmt. Diese nicht formalisierten spontanen Beziehungen ermöglichen eine hohe Flexibilität im Umgang mit unerwarteten Störungen (vgl. Kapitel 4).

⁵³ Die unterschiedlichen Ausprägungen der Aufbauorganisation in der Produktentwicklung wie funktionale Organisation, Linienorganisation oder Matrixorganisation (EHRENSPIEL 2003, S. 188 ff.) sowie Communities of Practice (SCHOEN 2000) müssen an dieser Stelle nicht ausführlich behandelt werden. Von besonderer Bedeutung im Rahmen der vorliegenden Arbeit sind Entwicklungsnetzwerke als Ausprägung der Aufbauorganisation.

Die Produktentwicklung findet in der Automobilindustrie projektbasiert statt⁵⁴. In der Regel ordnen die OEMs dazu ihre Fahrzeugmodelle in so genannten Produktlinien, in denen unterschiedliche Fahrzeugprojekte gebündelt sind (z.B. Produktlinie große Modelle bei BMW mit dem 5er, 6er und 7er BMW). Die Organisation der Fahrzeugentwicklung wird sich dabei im Wesentlichen in Systeme und in (vom Kunden wahrnehmbare) Funktionen zergliedern (siehe Abschnitt 3.6.3, Objektsystem der Produktentwicklung). Die einzelnen Systeme oder Module werden von Simultaneous Engineering (SE)-Teams entwickelt⁵⁵. Das SE-Team hat dabei die Verantwortung für einen bestimmten Produktumfang.

Um Kommunikationsprobleme zwischen dem OEM und seinen externen Partnern zu vermeiden, werden häufig so genannte „Resident Engineers“ eingesetzt. Diese Mitarbeiter der Partnerfirmen arbeiten direkt bei den OEMs vor Ort, zum Beispiel im Forschungs- und Innovationszentrum (FIZ) bei BMW. Sie arbeiten vielfach mit Methoden, Verfahren und I&K-Systemen des OEMs. Sie übernehmen damit oft Tätigkeiten, die vormals von Mitarbeitern des OEMs übernommen wurden und sind häufig in die entsprechenden SE-Teams eingebunden. Da eine intensive Kommunikation insbesondere wichtig ist in Phasen, die ein hohes Maß an Kreativität erfordern, erscheint diese Art der Zusammenarbeit insbesondere in der Konzeptphase sinnvoll. Ein Nachteil dieser Art der Zusammenarbeit ist, dass die Abstimmung mit ihrem Stammhaus für die Resident Engineers erschwert wird. Darüber hinaus kann es zu Identifikationsproblemen für die Resident Engineers kommen.

Um diese Nachteile zu verhindern und eine im Vergleich zu den Resident Engineers vergleichbare Qualität und Produktivität der Zusammenarbeit zu gewährleisten, werden zunehmend die für die Zusammenarbeit benötigten Informationen, Methoden, Verfahren und Systeme mittels I&K-Werkzeugen für alle relevanten Partner verfügbar gemacht. Dies kann zum Beispiel in Form eines virtuellen Projektraums (MÜLLER 1999) oder Engineering-Arbeitsplatzes erfolgen. Eine wichtige Rolle dabei spielen die Sicherheit und Vertraulichkeit.

Entwicklungsnetzwerke als Ausprägung der Aufbauorganisation in der Produktentwicklung

Auf die Topologie und das Management von Netzwerkorganisationen wurde bereits ausführlich eingegangen. An dieser Stelle soll der im Rahmen der vorliegenden Arbeit betrachtete Gegenstand Entwicklungsnetzwerke weiter präzisiert werden. Dazu wird die Unterscheidung von RICHTER (2005) herangezogen, die aus der Perspektive eines OEMs drei alternative Strategien beinhaltet, um Lieferanten in die Produktentwicklung einzubinden (Abbildung 3.18):

- *Strategische Partner/Innovationsmodell*: Einbindung von Lieferanten und Entwicklungspartnern in der Konzeptphase (ab 54 Monate vor Serienstart, MvS).

⁵⁴ Unter Projekt versteht LINDEMANN (2005, S. 289) „...ein komplexes, einmaliges Vorhaben mit festgelegtem Ziel, definierten Umfängen in Zeit und Ressourcen, welches geplant, umgesetzt und kontrolliert wird“.

⁵⁵ Diverse Aspekte der Zusammenarbeit in Gruppen und Teams führen GIERHARDT (2002, S. 94 ff.), GAUL (2001, S.19 ff.), BENDER (2001, S. 45 ff.) sowie LIPNACK & STAMPS (1998) aus.

- *Entwicklungspartner/klassisches Modell*: Einbindung von Lieferanten und Entwicklungspartnern in der Serienentwicklungsphase (ab 30 MvS).
- *Marktlieferanten/Wettbewerbsmodell*: Einbindung von Lieferanten kurz vor dem Serienstart.

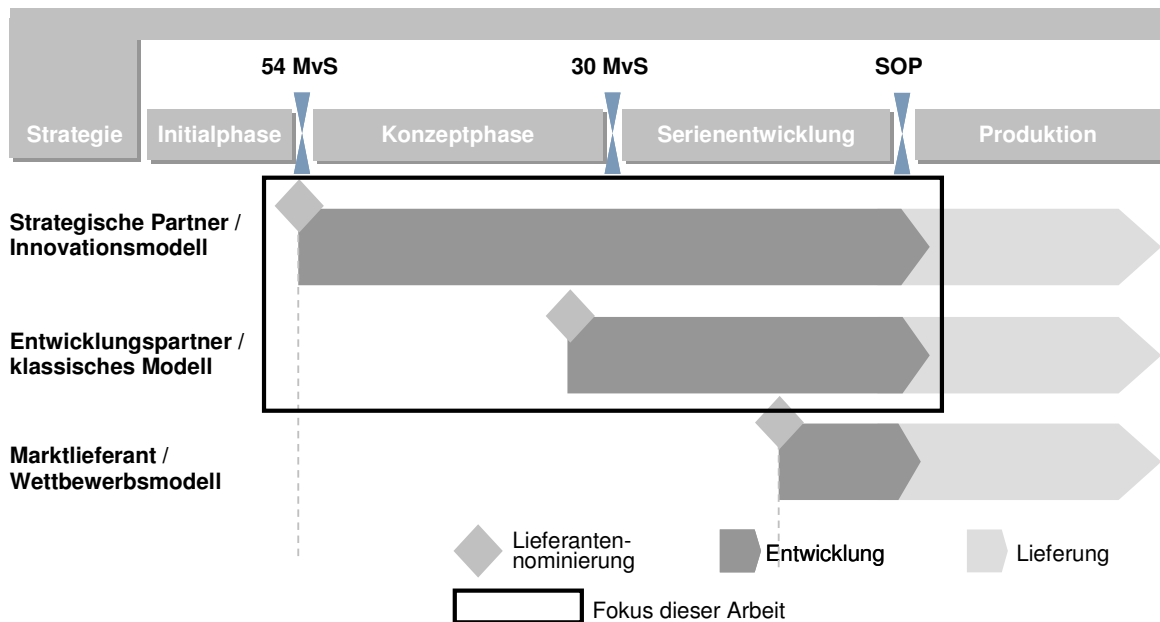


Abbildung 3.18: Abgrenzung Entwicklungsnetzwerke [in Anlehnung an Richter2005]

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden die strategischen Partner und Entwicklungspartner betrachtet. Darüber hinaus werden Entwicklungsnetzwerke betrachtet, in denen Lieferanten ein Innovations- und Entwicklungsvorhaben vorantreiben, um dieses gemeinsam an einen OEM herantragen zu können. Die Integration in die Prozesse des OEMs erfolgt in diesem Fall in der Regel auch in dem in Abbildung 3.18 dargestellten Zeitraum.

Der Verband der Automobilindustrie (VDA) hat in einer Empfehlung Kooperationsmodelle zur Differenzierung von Entwicklungspartnerschaften sowie SE-Checklisten zur Abstimmung der Datenlogistik in Simultaneous Engineering-Projekten vorgeschlagen. Die VDA-Empfehlung 4961/2 wurde in einem Arbeitskreis erarbeitet, an dem alle großen, in Deutschland ansässigen Automobilhersteller sowie bedeutenden Automobilzulieferer beteiligt waren (VDA 2001). Die Kooperationsmodelle werden durch ihre Charakteristik, den notwendigen Informationsaustausch, die Integrationstiefe der Partner sowie Beispiele beschrieben. Folgende Kooperationsmodelle (Szenarien) werden unterschieden:

- Entwicklungsdienstleister
- Teilelieferant/-entwickler
- Komponentenlieferant/-entwickler
- Modullieferant/-entwickler
- Systemlieferant/-entwickler
- Generalunternehmer

Die Modelle Teilelieferant, Komponentenslieferant, Modullieferant, Systemlieferant und Generalunternehmer bauen dabei logisch aufeinander auf. In der Praxis sind auch Mischformen dieser Szenarien denkbar. Eine Kooperation zwischen zwei Unternehmen auf der gleichen Ebene (z.B. zwei OEMs für eine gemeinsame Motorenentwicklung) wird hier nicht betrachtet. Abbildung 3.19 zeigt die VDA-Kooperationsmodelle in ihren unterschiedlichen Integrationsstufen zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer.

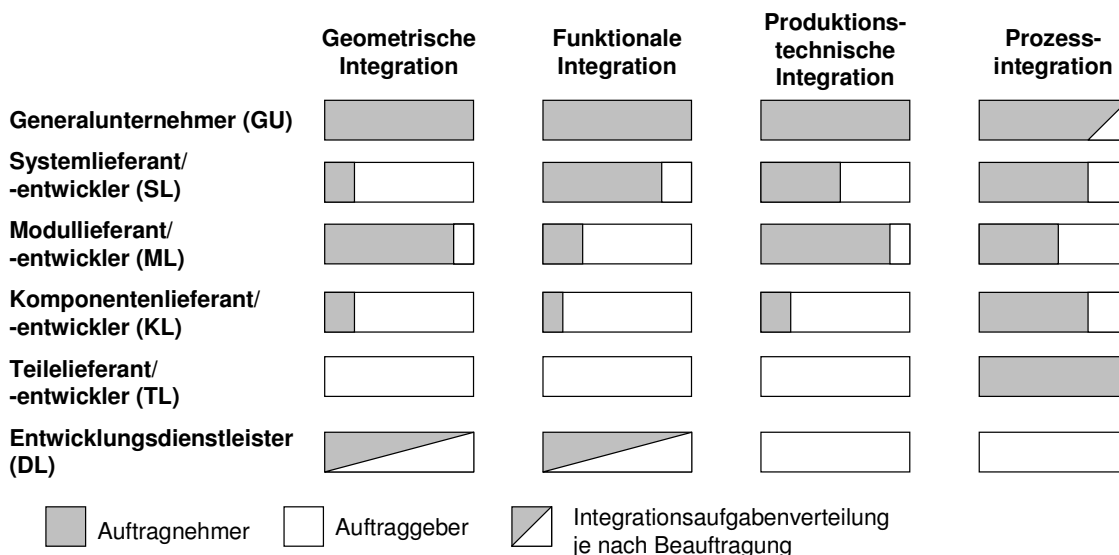


Abbildung 3.19: VDA Kooperationsmodelle für Entwicklungspartnerschaften und deren Integrationstiefe [VDA 2001]

Auf Basis der hier beschriebenen Modelle wird in Kapitel 5 ein Analyserahmen für unterschiedliche Ausprägungen von Unternehmensnetzwerken vorgeschlagen.

Vorgehensmodelle und Methoden

In Wissenschaft und Praxis sind zahlreiche Vorgehensmodelle und Methoden entstanden, die als Hilfsmittel zur Durchführung von Entwicklungsaufgaben dienen. Methoden der Produktentwicklung sind dabei planmäßige und regelbasierte Vorgehensweisen, nach deren Vorgaben bestimmte Tätigkeiten zum Erreichen bestimmter Ziele auszuführen sind (EHRENSPIEL 2003, S. 134; LINDEMANN 2005, S. 48).

Die Methoden in der Produktentwicklung umfassen unter anderem Kreativitätsmethoden, Benchmarking, Szenariotechniken, Nutzwertanalyse, Einflussmatrizen und Qualitätsmethoden wie QFD (Quality Function Deployment), FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) oder FTA (Failure Tree Analysis). Auf die einzelnen Methoden muss im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter eingegangen werden.

3.7 Fazit: Entwicklungsnetzwerke

Das Management von Unternehmensnetzwerken wurde in Abhängigkeit der Lebenszyklusphasen eines Netzwerkes betrachtet (Anbahnungs-, Gestaltungs-, Betriebs- und Rekonfigurationsphase). Es unterscheidet sich dabei deutlich vom Management einzelner Unternehmen. Dies spiegelt sich auch in die Anforderungen an die Netzwerkmanager wider.

Neben dem Management von Unternehmensnetzwerken wurden die wesentlichen Merkmale und Elemente der Produktentwicklung dargestellt. Das komplexe System Produktentwicklung wurde dabei in Ziel-, Objekt-, Sach- und Handlungssystem aufgeteilt. Diese Aufteilung wird im Modell in Kapitel 5 wieder aufgenommen.

Für ein erfolgreiches Management von Entwicklungsnetzwerken werden in Tabelle 3.5 wichtige Kriterien zusammengefasst.

Kriterien	
Anbahnungs- phase	<ul style="list-style-type: none"> • Die Entscheidung zu Kooperation im Netzwerk soll unter Berücksichtigung der eigenen Kernkompetenzen getroffen werden. Diese setzt ein klares Bild der eigenen Stärken und Schwächen in der Produktentwicklung voraus. • Die Entscheidung für eine netzwerkartige Kooperation muss vom Top-Management getroffen bzw. von ihm unterstützt und in der Unternehmensstrategie befestigt werden. • Berücksichtigung der Emergenz bei der Partnerauswahl. Zentral ist hierbei die Entwicklung gemeinsamer Strategien und Vorgehensweisen zum gegenseitigen Nutzen. Es soll ein fairer Interessenausgleich zwischen den Partnern ermöglicht werden. • Berücksichtigung von Auswahlkriterien sowohl in Bezug zur Leistungserstellung (Entwicklungs-Know-how oder Ressourcen) als auch zur Netzwerkfähigkeit. • Beim Aufbau oder der Erweiterung des Netzwerkes sollen die Kriterien für die optimale Netzwerkgröße berücksichtigt werden.
Gestaltungsphase	<ul style="list-style-type: none"> • Unternehmensübergreifend müssen den Beteiligten die Ziele, Bedürfnisse und Anforderungen in Bezug zur Produktentwicklung klar werden, indem diese intensiv zwischen den Partnern kommuniziert und diskutiert werden. • Festlegung der Intensität der Zusammenarbeit im Netzwerk, die durch Zeitraum, Ressourcenzuordnung und Formalisierungsgrad bestimmt wird. • Die Vernetzung zwischen den Netzwerkpartnern benötigt klar definierte Prozesse und Workflows. Dies betrifft in erster Linie organisatorische Maßnahmen wie z.B. definierte Arbeitsabläufe, (Regel-)Termine oder Abstimmungsprozesse. • Eine frühzeitige Begriffs- und Verständnisklärung zwischen den unterschiedlichen Partnern wird das gemeinsame Verständnis fördern. • Klare Definition der Schnittstellen zwischen den Partnern. Vereinbarung der Art und Intensität der Abstimmung an den Schnittstellen. Dies ermöglicht ein Management des Netzwerkes durch Beobachtung dieser Schnittstellen. • Funktions- und Prozessorientierung bei der Prozessgestaltung im Netzwerk. • Die Entscheidungs- und Steuerungsstruktur des Netzwerkes soll dem iterativen Charakter der Produktentwicklung gerecht werden.

Kriterien	
Gestaltungsphase (Fortsetzung)	<ul style="list-style-type: none"> • Eine hierarchische Steuerung ist in komplexen Netzwerken nicht ausreichend. Vielmehr sind selbstorganisierende SE-Teams einzusetzen. Die Strukturen des Netzwerkes müssen deshalb so ausgerichtet sein, dass sie die Selbstorganisation fördern. Dies erfolgt z.B. über eine hohe Autonomie, flache Hierarchien und Verzicht auf überflüssige Formalisierungen. Darüber hinaus müssen den Mitarbeitern und Führungskräften alle Informationen, die für das Treffen selbstorganisierender Entscheidungen erforderlich sind (Wissensmanagement und Förderung von Lernprozessen), zur Verfügung stehen. • Der mit Unsicherheit behaftete Ablauf der Produktentwicklung soll dahingehend unterstützt werden, dass technisch und methodisch unternehmensübergreifende Möglichkeiten vorhanden sein müssen, die den Zugriff der einzelnen Beteiligten auf konsistente Daten erlauben. • Klare Kommunikation: Aufbau von Informationssystemen erhöht die Stabilität und Handlungsvarietät im Netzwerk. • Die Methoden und Werkzeuge für eine Vernetzung innerhalb des Netzwerkes erfordern individuelle Lösungen • Vereinbarung und Einhaltung von netzwerkweiten Standards. Diese müssen aber auch schnell wieder angepasst werden können. Die Prozesse der Partner müssen dabei durchgängig aufeinander abgestimmt werden können. • Entwicklung einer gemeinsamen Wertekultur und Netzwerkidentität. Beibehalten der unterschiedlichen Kulturen, insofern dies die Kreativität und Innovationsfähigkeit fördert. • Festlegen von Anreizsystemen (positive und negative) und Spielregeln. • Festhalten der wesentlichen Eckpunkte des Netzwerkes in einer vertraglichen Vereinbarung. Dennoch sollten zu starre Regeln vermieden werden. • Die Organisationsstruktur muss so gestaltet sein, dass ein Unternehmen an mehreren Netzwerken tätig sein kann. Dies erfolgt z.B. durch Modularisierung und Selbstorganisation von Organisationseinheiten.
Betriebsphase	<ul style="list-style-type: none"> • Netzwerkübergreifende Regelkreise sollen die Zielerreichung der einzelnen Partner kontrollieren. Diese übergreifende Steuerungsfunktion kann sowohl von einem Partnerunternehmen (z.B. OEM), von einem gemeinsamen Lenkungsgremium als auch von einer neutralen Instanz übernommen werden. • Die Prinzipien des Simultaneous Engineerings müssen konsequent umgesetzt werden. • Es müssen jedem Mitarbeiter seine Rolle und seine Verantwortlichkeiten innerhalb des Netzwerkes klar sein. • Erhöhung der Systemstabilität durch Förderung von Vertrauen. Dies äußert sich beispielsweise durch eine offene Kommunikation und zur Bereitstellung relevanter Daten. • Reduktion von Konfliktpotenzial. Hier sind insbesondere „weiche“ Faktoren wie die sozialen und Kommunikationsfähigkeiten der Mitarbeiter sowie Unternehmenskultur (z.B. Umgang mit Fehlern) entscheidend. Frühe Identifikation von Konfliktpotenzial. • Förderung von informellen Kontakten/informelles Netzwerk. Nicht nur im eigenen Unternehmen, sondern auch in die Partnerunternehmen hinein. • Mitarbeiterrotation muss unter Berücksichtigung gleich bleibender Partner im Netzwerk gefördert werden. • Neben kooperativen Elementen sollten auch wettbewerbliche Elemente für Anreize im Netzwerk sorgen.
Rekognitionsphase	<ul style="list-style-type: none"> • Vereinbarung, wie mit dem Netzwerkergebnis und seinen Konsequenzen (Umsatz oder z.B. Gewährleistungskosten) umzugehen ist. • Erfassung Lessons Learned bei der Netzwerkanpassung. • Gegebenenfalls nachträgliche Vergütung der Partner.

Tabelle 3.5: Zusammenfassende Kriterien für erfolgreiches Netzwerkmanagement

4. Wandlungsfähigkeit als Erfolgsfaktor in Entwicklungsnetzwerken

Nachdem in Kapitel 3 die konzeptionellen Grundlagen von Entwicklungsnetzwerken herausgearbeitet wurden, wird in diesem Kapitel auf die Wandlungsfähigkeit als Erfolgsfaktor in Entwicklungsnetzwerken eingegangen. Nach einer Begriffsdefinition (Abschnitt 4.1) und der Beschreibung wesentlicher Dimensionen des Wandels (Abschnitt 4.2) werden Ursache und Wirkung des Wandels dargestellt (Abschnitt 4.3). Eine wesentliche Grundlage dafür sind die Prinzipien der Systemtheorie, insbesondere die der Kybernetik. Abschließend werden die Grenzen der Wandlungsfähigkeit aufgezeigt (Abschnitt 4.4).

4.1 Begriffsdefinition

Begründet ist die Wandlungsfähigkeit in dem turbulenten Umfeld, auf das sich Unternehmen einstellen müssen. Der Begriff der Turbulenz hat seinen Ursprung in der Physik und deutet die „Wirbelbildung bei Strömungen in Gasen und Flüssigkeiten“ an (DUDEN 2001; HERNÁNDEZ MORALES 2003, S. 3).

Kennzeichnend für die Umfeldturbulenz sind Komplexität, Dynamik und eine geringe Vorhersagbarkeit (BREHM 2003, S. 91; HERNÁNDEZ MORALES 2003, S. 4; WESTKÄMPER et al. 1998, CHAKRAVARTHY 1997). Im wirtschaftlichen Zusammenhang wird Turbulenz von Veränderungen im politischen, im rechtlichen, im sozi-kulturellen, im technischen und im wettbewerblichen Umfeld verursacht, die kurzzyklisch, sprunghaft und mit hoher Geschwindigkeit auftreten können. Gekennzeichnet werden diese Veränderungen unter anderem durch schlechte Prognosefähigkeit und verflochtene, nicht lineare Zusammenhänge (ZAHN & TILEBEIN 1999).

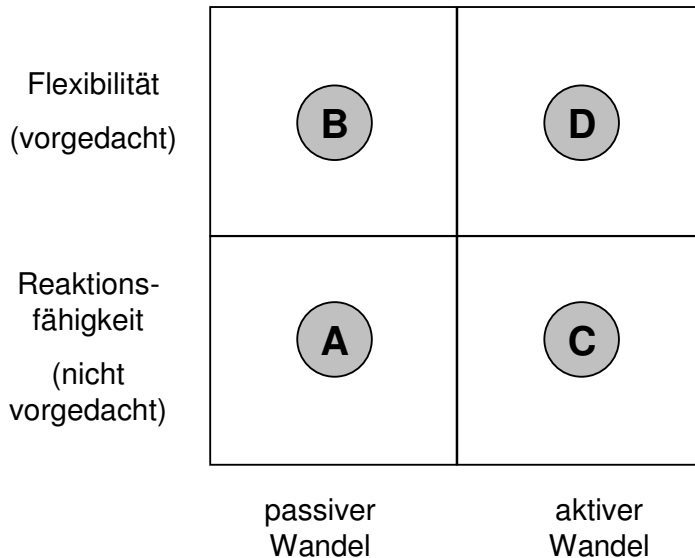
Wandlungsfähigkeit setzt sich aus Flexibilität und Reaktionsfähigkeit zusammen. Flexibilität ist dabei die Möglichkeit zur Veränderung in vorgehaltenen Dimensionen und Szenarien. Die Reaktionsfähigkeit hingegen ist ein Potenzial, um jenseits vorgedachter Dimensionen und Korridore zu agieren. (REINHART 2000A, S. 3). Dabei wird davon ausgegangen, dass es in der betrieblichen Praxis nicht möglich ist, jede mögliche auftretende Situation vorzudenken.

An dieser Stelle soll die Unterscheidung zwischen der vorgedachter und nicht vorgedachter Dimensionen um zwei weitere Aspekte erweitert werden: Den passiven und aktiven Wandel (vgl. dazu u. a. BREHM 2003, S. 51.).

Passiver Wandel bezieht sich auf die defensive, reaktive Anpassung an das Umfeld. Dieses wird dabei als weitgehend unbeeinflussbar betrachtet. Da jedoch auch zukünftige Entwicklungen antizipiert werden müssen, reicht das Reagieren auf aktuelle Umstände nicht aus. Der aktive Wandel nimmt Einfluss auf die Umfeldbedingungen. Dabei wird gezielt Umweltturbulenz verursacht oder reduziert, indem das Umfeld aktiv strukturiert wird. Ziel

dabei ist es, positive Bedingungen für das eigene System zu schaffen. Ein weiterer Aspekt des aktiven Wandels ist der Aufbau von langfristigen Optionen, um auf künftige Ereignisse reagieren zu können. Hierbei spielt die lernende Organisation (SENGE 1990) eine bedeutende Rolle, da durch Lernen das Verhaltensrepertoire einer Organisation erweitert werden kann.

Die besprochenen Dimensionen werden in Abbildung 4.1 dargestellt und erläutert.



A	Es wird erst reagiert, wenn eine Störung (systemintern oder -extern) eintritt. Die Reaktionsmöglichkeiten sind ungeplant und – wenn überhaupt – zufällig vorhanden.
B	Zwar sind möglich auftretende Veränderungen im Vorfeld vorgedacht. Es wird aber erst reagiert, wenn eine Störung tatsächlich auftritt.
C	Das Netzwerk ist so gestaltet, dass es auf unerwartete Störungen reagieren kann. Dazu wird das Umfeld im Vorfeld aktiv gestaltet und die Störungen werden damit aktiv beeinflusst.
D	Vorgedachte Lösungen sind vorhanden. Die Situation wird aktiv herbeigeführt bzw. gestaltet. Langfristige Optionen werden geschaffen, um auf vorgedachte Störungen zu reagieren.

Abbildung 4.1: Einordnung der Wandlungsfähigkeit

WESTKÄMPER et. al (2000) bezeichnen ein System als wandlungsfähig, wenn „... es aus sich selbst heraus über gezielt einsetzbare Prozess- und Strukturvariabilität sowie Verhaltensvariabilität verfügt. Wandlungsfähige Systeme sind in der Lage, neben reaktiven Anpassungen auch antizipative Eingriffe vorzunehmen. Diese Aktivitäten können auf Systemveränderungen wie auch auf Umfeldveränderungen hin wirken“.

Das erforderliche Maß an Wandlungsfähigkeit ist abhängig von der Stabilität des Unternehmensumfeldes. In einem turbulenten Umfeld reichen vorgedachte (flexible) Lösungen nicht aus. Vielmehr ist eine hohe Reaktionsfähigkeit (nicht vorgedachte Lösungen) erforderlich. Im stabilen Unternehmensumfeld ist das Verhältnis umgekehrt (Abbildung 4.2).

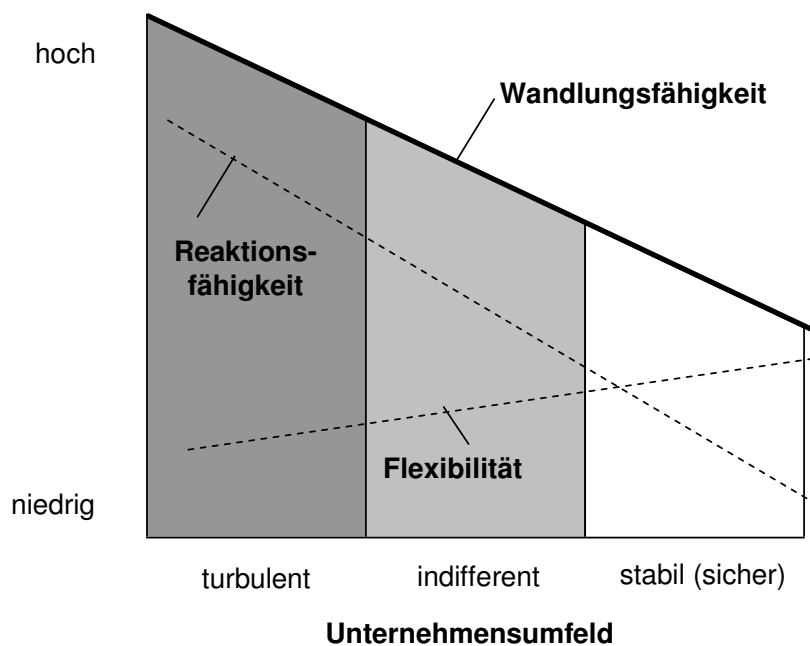


Abbildung 4.2: Abschätzung der notwendigen Wandlungsfähigkeit [nach Reinhart et al. 2000]

Im nächsten Abschnitt werden die Bestandteile der Wandlungsfähigkeit, Flexibilität und Reaktionsfähigkeit weiter ausgeführt.

4.1.1 Flexibilität und Stabilität

Flexibilität

Flexibilität wird häufig gleichgesetzt mit Anpassungsfähigkeit, da dieser Begriff der wörtlichen Übersetzung sehr nahe kommt. Im Rahmen dieser Arbeit wird Flexibilität als die Anpassungsfähigkeit gegenüber geänderten Bedingungen definiert. Ein System ist flexibel, wenn es über eine große Anzahl von möglichen Zuständen als Anpassung an geänderte Bedingungen verfügt.

Die Entwicklung der Forschung zur Flexibilität wird aus Organisationssicht ausführlich im Schrifttum dargestellt (KLUMB 2002; BREHM 2003 und WOLFF 2005). Die wesentlichen Ausprägungen von Flexibilität, die sich daraus ergeben, werden in Tabelle 4.1 zusammengefasst.

Ausprägungen	Quelle
Strategische Flexibilität (langfristig). Taktische Flexibilität (mittelfristig). Operative Flexibilität (kurzfristig).	WOLFF 2005, S. 7 SYDOW 1992, S. 110
Technische Flexibilität (z.B. Variantenvielfalt). Personelle Flexibilität (z.B. Einsatz von Mitarbeitern). Finanzielle Flexibilität (z.B. verfügbare finanzielle Mittel für Investitionen).	KLUMB 2002, S. 29
Numerische Flexibilität (z.B. flexible Stückzahlen). Funktionale Flexibilität (z.B. Mass Customization).	KLUMB 2002, S. 29

Tabelle 4.1: Ausprägungen von Flexibilität

Stabilität

Aus systemtheoretischer Sicht beschreibt die Stabilität eines dynamischen Systems die Wiederherstellung eines Gleichgewichtszustandes, der aufgrund einer Störung temporär verlassen wurde (WOLFF 2005, S 13)⁵⁶. Die Stabilität ist damit ein Maß der Beständigkeit eines Systems gegen Störungen. Je größer die Anzahl oder Intensität (Größe) der Störungen ist, die von einem System bewältigt werden können und je schneller der Gleichgewichtszustand oder Vorzugszustand wieder hergestellt werden kann, desto stabiler ist das System.

Die Robustheit natürlicher Systeme wird meist durch ein hohes Maß an Redundanz der Systemelemente erreicht. Falls Systemelemente ausfallen, wird deren Funktion von anderen Systemelementen übernommen. Die Struktur des Gesamtsystems bleibt dabei erhalten. (ENGELBRECHT 2001, S. 48 f.).

Die Stabilität in vernetzten Systemen hängt maßgeblich von der Intensität der Vernetzung ab (Abbildung 4.3, vgl. dazu VESTER 2004, S. 69; KRAFT. et al. 2003).

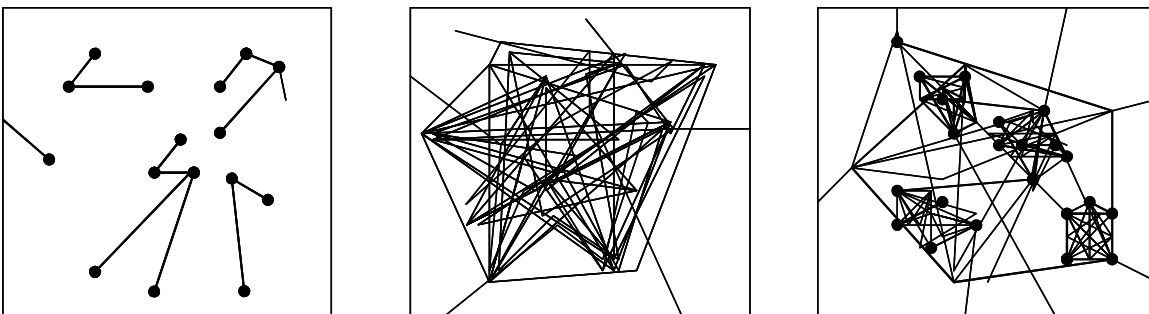


Abbildung 4.3 Bildung von Substrukturen bei zunehmender Vernetzung [nach VESTER 2004, S. 69; KRAFT. et al. 2003]

⁵⁶ Der Gleichgewichtszustand eines gedämpften, schwingungsfähigen Systems kann durch zeitliches Abklingen in Form einer periodischen Oszillation oder bei großer Dämpfung aperiodisch (sog. Kriechfall) erfolgen (NIEDRIG 2004, S. B29 ff.).

Unvernetzte Systeme weisen eine geringe Stabilität auf (Bild 1), mit einer zunehmenden Vernetzung nimmt zunächst auch die Stabilität des Systems zu. Ab einem bestimmten Vernetzungsgrad nimmt die Stabilität aber wieder ab (Bild 2). Um die Lebensfähigkeit und Stabilität des Gesamtsystems auch bei hoher Vernetzung zu erhalten, werden Unterstrukturen gebildet (Bild 3).

Wechselwirkung von Flexibilität und Stabilität

Traditionell werden Flexibilität und Stabilität von vielen Autoren als entgegengesetzt wirkenden Konzepte gesehen. In neueren Veröffentlichungen wird darauf hingewiesen, dass Stabilität und Flexibilität sich nicht ausschließen, sondern ergänzen bzw. komplementär sind (WOLFF 2005, S. 16 f.).

Die Flexibilität wird – dadurch, dass Handlungsoptionen zur Verfügung gestellt werden, falls Störungen auftreten – als eine Voraussetzung für die Stabilität (Erhalt eines Gleichgewichtszustandes) eines Systems gesehen. Vollständige Stabilität würde zu einer Handlungsunfähigkeit führen, da die vorhandenen Handlungsoptionen, auf Störungen zu reagieren, sehr eingeschränkt sind. Andererseits würde bei einer vollständigen Flexibilität die Systemidentität und Orientierung verloren gehen. Ohne Stabilität führt dies zum Chaos. Dieser Zusammenhang wird in Abbildung 4.4 verdeutlicht.

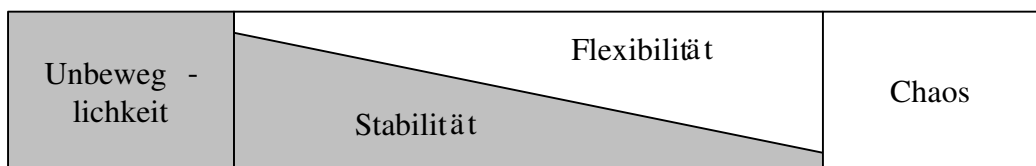


Abbildung 4.4: Zusammenhang zwischen Stabilität und Flexibilität [nach Wolff 2005, S. 37]

Die Stabilität ist nicht statisch in dem Sinne, dass ein einmal erreichter Zustand immer erhalten werden soll, sondern eher dynamisch zu verstehen. Es kann nach einer Veränderung durchaus ein neuer Zustand eintreten, der an sich wieder stabil ist. Stabilität kann dann vielmehr als das Angepasstsein und Flexibilität kann als Anpassung ausgelegt werden (KRIEG 1971, S.67.). MILBERG (2002, S. 7) sagt dazu: „Ohne Weiterentwicklung gibt es keine Stabilität: es muss etwas geschehen, damit es so bleibt, wie es ist.“

Zusammenfassend kann der Schluss gefasst werden, dass eine situationsangepasste Ausgewogenheit zwischen Stabilität und Flexibilität gefunden werden muss⁵⁷.

⁵⁷ Die Ausgewogenheit zwischen Stabilität und Flexibilität tritt in der Praxis in vielfältiger Weise auf. An dieser Stelle werden vier Beispiele für die Automobilentwicklung ausgeführt. 1.) Ein neues Fahrzeug muss technische und optische Neuerungen (Flexibilität) zusammen mit vertrauten (markenprägenden) Eigenschaften und Elementen in sich vereinen. 2.) Job-Rotation erhöht die Wandlungsfähigkeit. Know-how und Erfahrung setzen aber auch kontinuierliche Tätigkeiten voraus. Das Netzwerk braucht Stabilität in den Ansprechpartnern. 3.) Modularisierung erhöht Wandlungsfähigkeit. Es wird aber schwieriger, die Module zu ändern, wenn sie in viele Baureihen eingebaut sind (Kommunalität). 4.) Plattform als Produktarchitekturprinzip erhöht die Wandlungsfähigkeit, kann aber auch in der Kundenwahrnehmung negativ ausgelegt werden (Beispiel VW).

4.1.2 Reaktionsfähigkeit

Die Reaktionsfähigkeit bezieht sich insbesondere auf Situationen, die nicht im Vorfeld vorgedacht sind. Während sich die Flexibilität auf eine oder wenige Dimensionen bezieht, ist die Reaktionsfähigkeit auf multi-dimensionale Veränderungen ausgerichtet. Der Mensch und seine Kreativität stehen dabei im Mittelpunkt. Reaktionsfähige Lösungen integrieren Mensch, Organisation und Technik (REINHART 2000B, S. 24).

Einen wesentlichen Betrag zur Steigerung der Reaktionsfähigkeit liefert das Wissensmanagement (REINHART et. al. 1999). Dabei ist zwischen implizitem Wissen⁵⁸, das aus subjektivem Erfahrungswissen besteht und nicht direkt artikulierbar ist und explizitem Wissen zu unterscheiden, das formalisiert und direkt artikulierbar ist (POLANYI 1966). NONAKA & TAKEUCHI (1995) schlagen daraufhin ein Modell mit vier Möglichkeiten der Wissenserzeugung durch Transformation zwischen den beiden Wissenstypen (socialisation (implizit zu implizit), externalization (implizit zu explizit), combination (explizit zu explizit), internalization (explizit zu implizit) vor.

Lernen erfolgt durch sozialen und fachlichen Austausch (MARCH 1991). Kim (1993) sieht Lernen als die Zunahme der Kapazität, wirksame Aktionen zu setzen. Eine häufig verwendete Einteilung des Lernens in Organisationen geht auf ARGYRIS & SCHÖN (1996, S. 18 ff.) zurück. Sie unterscheiden *Single-Loop-Learning* als die Anpassung von Handlungsweisen an Zielvorgaben und das Lernen durch die Korrektur von Fehlern. Bei *Double-loop-Learning* werden Regeln und Normen der Organisation infrage gestellt und weiterentwickelt. Es ist damit längerfristig ausgelegt. *Deutero-Learning* hat zum Ziel, die Lernprozesse in der Organisation und damit die Lernfähigkeit an sich zu verbessern

Für Entwicklungsnetzwerke stellt die Wandlungsfähigkeit als Kombination von Flexibilität und Reaktionsfähigkeit einen Erfolgsfaktor dar, indem mit (zunehmenden) Systemveränderungen im Netzwerk oder im Umfeld des Netzwerkes umgegangen werden kann. Das bedeutet, dass ein Entwicklungsnetzwerk so gestaltet werden soll, dass es über das erforderliche Maß an Wandlungsfähigkeit verfügt. Dies wird im Folgenden vertieft.

4.2 Dimensionen des Wandels

Wandlungsfähigkeit bezieht sich sowohl auf technische Systeme als auch auf soziale Systeme wie Menschen oder Organisationen. Als grundlegende Strukturmerkmale wandlungsfähiger Systeme gelten Selbstorganisation, Selbstoptimierung und Selbstähnlichkeit (BALVE 2002).

⁵⁸ Nach LINDEMANN (2005) besteht eine hierarchische Ordnung der Begriffe Wissen, Information und Daten. Demnach ist Wissen eine sinngebende Verknüpfung von Informationen. Informationen sind dabei wiederum Daten, die in einem Bedeutungskontext stehen.

Im Schrifttum werden diverse Dimensionen des Wandels beschrieben⁵⁹. Diese sind in Tabelle 4.2 zusammengefasst.

Dimension	Ausprägungen	Quelle
Aktivität des Wandels	Aktiv, reaktiv (siehe Abschnitt 4.1).	WOLFF 2005, S. 9 (für Flexibilität) BREHM 2003, S. 51 (für Wandel)
Breite des Wandels	Gering bis hoch: Anzahl der Veränderungsprozesse sowie die Anzahl der betroffenen Elemente/Subsysteme (Dimensionen).	REIß 1997
Geschwindigkeit des Wandels	Gering/langsam: erstreckt sich über einen relativ langen Zeitraum. Hoch/schnell: Wandel wirkt kurzfristig und intensiv.	REIß, 1997 (gering, hoch) Ulrich 1994 (langsam, schnell)
Tiefe des Wandels	Gering bis hoch: Differenz zwischen dem Ist-Zustand und dem Soll-Zustand.	REIß 1997
Planungsgrad	Geplant: bewusste und gewollte Veränderung. Ungeplant: Änderungen, die sich „von selbst“ ergeben.	BREHM 2003, S. 51
Zeitbezug	Einmalig (episodisch) Permanent.	BREHM 2003, S. 51
Wandel 1. und 2. Ordnung	Wandel 1. Ordnung: Inkrementelle Veränderungen weniger Dimensionen, ohne Paradigmenwechsel. Wandel 2. Ordnung: Sprunghafte Veränderungen, die mehrere Dimensionen betreffen.	STAEHLE 1999 et. al., S. 900 ff.

Tabelle 4.2: Dimensionen des Wandels

Die Zeit spielt nicht nur als Dimension des Wandels beim Durchlaufen des Wandels eine Rolle. Sie bestimmt – über die zeitliche Dauer eines Entwicklungsnetzwerkes – auch das erforderliche Maß an Wandlungsfähigkeit des Netzwerkes mit. Bei der Gestaltung eines langfristig (über mehrere Jahre) ausgelegten Netzwerkes (dies ist in Fahrzeugprojekten in der Automobilindustrie häufig der Fall) spielt die Wandlungsfähigkeit in der Regel eine gewichtigere Rolle als in kurzfristig orientierten Netzwerken.

Die unterschiedlichen Dimensionen des Wandels zeigen die Vielfältigkeit dieses Phänomens auf, mit der wandlungsfähige Systeme umgehen können müssen. Andererseits verdeutlichen sie, dass der Wandel in der betrieblichen Praxis schwer zu erfassen ist. Im Folgenden wird deshalb tiefer auf die Ursachen und Auswirkung von Wandel eingegangen.

⁵⁹ Über die Dimensionen Breite, Tiefe und Geschwindigkeit des Wandels nach Reiß (1997) kann ein Quader aufgespannt werden, dessen Größe die Intensität des Wandels repräsentiert (ZAHN et al. 2000 und GAGSCH, 2002, S. 44 f.).

4.3 Ursachen und Auswirkung von Wandel

4.3.1 Systemtheoretische Begründung der Wandlungsfähigkeit

Dieser Abschnitt baut auf den in Kapitel 2 beschriebenen Grundlagen der Systemtheorie – insbesondere auf die der Kybernetik – auf. Die Wandlungsfähigkeit wird in diesem Zusammenhang als die Fähigkeit eines Systems verstanden, sich selbst zu erhalten bzw. zu verändern.

4.3.1.1 Komplexität und Komplexitätsbeherrschung

Die Wandlungsfähigkeit als Fähigkeit eines Systems sich anzupassen, wird von der Anzahl möglicher Zustände bestimmt, die ein System einnehmen kann und damit von seiner Komplexität (Abschnitt 2.1.3).

Die Entstehung und Erfassung von Komplexität wurde in Abschnitt 2.1.3 beschrieben. Eine wesentliche Aussage dabei hat ihren Ursprung in der Kybernetik: Nämlich, dass Komplexität nur durch Komplexität kontrolliert werden kann. Das heißt, dass die verfügbare Lenkungsvarietät relativ zu den angestrebten Zielen mindestens so groß sein muss wie die Varietät des zu lenkenden Systems (MALIK 2003, S. 194). Im Folgenden wird daher ausführlicher auf die Bewältigung von Komplexität eingegangen.

Komplexität ist eine notwendige Systemeigenschaft, die auch beeinflusst werden kann und maßgeblich das Maß an Anpassungsfähigkeit bestimmt. Bei Unterkomplexität besteht eine unzureichende Anpassungsfähigkeit: Die Anzahl von Möglichkeiten, die dem System zur Verfügung steht, um auf Veränderungen zu reagieren, ist zu gering. Bei Überkomplexität weist das System zu viele Elemente und Verknüpfungen auf, um sich adäquat anpassen zu können: Zu viele Verhaltensmöglichkeiten werden geboten und das Systemverhalten wird damit unbeherrschbar (PUHL 1999, S. 20 ff).

In einem Unternehmensnetzwerk kann Komplexität reduziert (z.B. über Standardisierung, Vereinheitlichung, Verhaltensregeln, Reduktion der Anzahl der Partner im Netzwerk, Schnittstellenreduktion, Einschränkung von Freiheitsgraden) oder erhöht werden (z.B. durch neue Varianten, Produkte, Produktionsmethoden, Technologien oder eine Erhöhung der Anzahl Elemente oder Beziehungen wie Mitarbeiter, Werke etc.). Das Ziel der Komplexitätsbeherrschung ist der Umgang mit Störungen, ohne das Systemziel zu verfehlen. Tabelle 4.3 fasst einige wesentlichen Ansätze für die Bewältigung von Komplexität zusammen (vgl. dazu: NEGELE 1998 S. 17 ff.; SCHWANINGER 2004; PROBST 1981; KIRCHHOF 2003, S. 62 ff.).

Ansatz	Erklärung
Abstraktion	Konzentration auf die wesentlichen Variablen und Vernachlässigung von unwichtigen Aspekten.

Ansatz	Erklärung
Black-Box-Betrachtung	Nur die Input- und Output-Relationen sind bekannt. Das Innere des Systems wird (zunächst) nicht betrachtet. Dies schränkt die mögliche Systemzusammensetzung nicht ein und generiert damit Varietät (PROBST 1981, S. 182).
Standardisierung	Vereinheitlichung von Systemelementen und Schnittstellen.
Modellierung und Simulation	Definition Modell als vereinfachte Abbildung einer Wirklichkeit. Das Verhalten des Systems kann dadurch besser verstanden und das Systemverhalten simuliert werden.
Zerlegung (Analyse)/ Spezialisierung	Das Gesamtsystem/die Problemstellung wird in Teilsystemen/ Teilprobleme zerlegt.
Integration (Synthese)	Verknüpfung von Teillösungen führt zu einer Gesamtlösung.
Spezialisierung und Differenzierung	Erhöhung der Variationsmöglichkeiten durch Aufbau und Erweiterung von spezifischen Kenntnissen und Fertigkeiten.
Iteration und Rekursion	Schrittweise Erreichung einer Lösung (siehe Vorgehensmodell des Systems Engineering, Abschnitt 2.1.5).
Strukturierung und Ordnung	Systemelemente oder -eigenschaften werden nach festgelegten Kriterien klassifiziert. Ordnungsmuster reduzieren die Anzahl der Verhaltensmöglichkeiten des Systems.
Evolution	Weiterentwicklung eines Systems durch Entwicklung neuer Systemeigenschaften (lernen).
Zielbildung	Eine eindeutige Zielvorstellung grenzt die Anzahl der sinnvollen Handlungen ein. Erst wenn man genau weiß, was man will, kann eine Problemstellung befriedigend gelöst werden.
Planung	Die Planung gibt eine Leitplanke für Handlungen.
Heuristiken	Entwicklung von Faustregeln und Prinzipien für die Problemlösung.
Informationsverarbeitung	Sicherstellen, dass die für die Problemlösung erforderlichen Informationen vorhanden sind.
Interdisziplinarität	Problemlösung aus verschiedenen Blickwinkeln durch Kombination unterschiedlicher Fachgebiete.
Formalisierung und Constraints (Regeln Normen, Werte, Bedingungen)	Das System wird nach festgelegten Regeln (Form, Norm, Nomenklatur) in eine Form gebracht. Die Handlungsmöglichkeiten eines Systems werden eingeschränkt. „Je komplexer ein System ist, desto abstrakter oder allgemeiner werden seine Regeln.“ (PROBST 1981, S.173) Daraus ergeben sich größere Freiheitsgrade (PROBST 1981, S. 178).
Repetitivität von Störungen	Für sich wiederholende Störungen können Standardlösungen definiert werden (PROBST 1981, S. 175).
Selbstlenkung und Selbstorganisation	Die Zuordnung von Komponenten an dezentrale Teilsysteme ermöglicht die schnelle Reaktion auf (lokale) Veränderungen. Das System kann selbstständig seine „essenziellen“ Variablen innerhalb festgelegten Grenzen halten (PROBST 1981, S. 175).
Abschirmung/Isolierung des Systems	Selektive Inputaufnahme, Festlegen Toleranzgrenzen.
Redundanz	Reserve an Kapazitäten. Absicherung bei Ausfall eines Teilsystems. Erhöht die Robustheit des Systems.
Visualisierung	Überwachung Grundlage für die Steuerung.

Tabelle 4.3: Ansätze zur Bewältigung von Komplexität⁶⁰

⁶⁰ Die Ansätze der Strukturierung und Ordnung, Zerlegung (Analyse) und Spezialisierung sowie Selbstlenkung und Selbstorganisation sind Bestandteil des Konzeptes der Modularisierung (Abschnitt 3.6.3 und 3.6.4).

Die in Tabelle 4.3 beschriebenen Ansätze zur Komplexitätsbewältigung bzw. zum Komplexitätsmanagement werden in Kapitel 5 auf Entwicklungsnetzwerke angewandt⁶¹.

Ein tolerantes System kann sich flexibel gegenüber seinem Umfeld anpassen, wobei die Funktion des Systems stabil bleibt. Die Toleranz des Systems ist in hohem Maße von der Gestaltung seiner Schnittstellen abhängig. Interne Schnittstellen verbinden Teilsysteme (z.B. Prozesse) innerhalb des Netzwerkes. (z.B. Input-Output-Beziehungen). Die externen Schnittstellen verbinden ein System (Unternehmen/Netzwerk) mit seinem Umfeld. (PUHL 1999, S. 15 ff.). Die Fähigkeit Systems, Komplexität unter Kontrolle zu bekommen, ist abhängig von der Struktur des Systems, die aus kybernetischer Sicht nicht statisch, sondern dynamisch zu verstehen ist (MALIK 2003, S. 175 ff.).

Die Kybernetik stellt zwei grundsätzliche Möglichkeiten der Komplexitätsbeherrschung zur Verfügung: Ordnung und Problemlösung (vgl. zum Folgenden MALIK 2003).

Ordnung (Prozess- und Strukturvariabilität)

Ordnung bezieht sich auf die Strukturdimension von Systemen (Systemelemente und deren Beziehungen). Es wird dabei zwischen bewusst geplanter Ordnung und spontaner Ordnung unterschieden. Während bei der geplanten Ordnung eine Zweckmäßigkeit vorausgesetzt wird und ein hohes Maß an Informationen für die konkrete Systemgestaltung erforderlich ist, entsteht die spontane Ordnung aus dem System selbst heraus (man spricht von selbstregulierenden oder selbstorganisierenden Systemen). Es wird davon ausgegangen, dass spontane Ordnungen ein höheres Maß an Komplexität bewältigen können als bewusst geplante Ordnung. Je komplexer eine Ordnung ist oder sein soll, je eher ist man auf spontane Ordnung angewiesen.

Ordnung entsteht unter anderem durch die Einführung von Regeln. Die potenzielle Komplexität wird dabei durch Handlungskorridore und Verhaltensbereiche reduziert.

Problemlösung (Verhaltensvarietät)

Problemlösung bezieht sich auf die Verhaltensdimension von Systemen. Bei einer konstruktivistischen Vorgehensweise wird eine umfassende Analyse des Umfeldes durchgeführt und daraus werden Kausalitäten abgeleitet, die dann zur optimalen Lösung führen. Hierbei wird eine Vollständigkeit der Informationen angestrebt.

Bei einer evolutionären Vorgehensweise hingegen ist man nicht auf eine ausführliche Umfeldanalyse angewiesen. Ein homöostatischer Mechanismus (dazu auch Abschnitt 4.3.1.2) kann aufgrund interner Stabilitätskriterien („essenzielle Variablen“, ASHBY 1970A, S. 80 ff.) bei Bedarf auf ein Standardrepertoire von Verhaltensweisen zurückgreifen.

⁶¹ Das Komplexitätsmanagement umfasst die Erfassung von Komplexität, das transparente Darstellen und eine Bewertung der Komplexität. Darüber hinaus soll auf die Bewertung die Ableitung konkreter Handlungsempfehlungen folgen. Ziel dabei ist es, den optimalen Komplexitätsgrad festzulegen, Komplexität zu reduzieren, zu vermeiden und zu beherrschen (KRAUSE et. al. 2007, S. 15 ff.) Die Erfassung und Bewertung von Komplexität erfolgt u. a. anhand von Einflussmatrizen und Einflussdiagrammen.

Dort, wo im Netzwerk Kausalzusammenhänge vorhanden sind, sind sie zu nutzen. Bei hochkomplexen Systemen soll auf die evolutionäre Vorgehensweise zurückgegriffen werden.

Für das System Unternehmensnetzwerke gilt, dass bei der Gestaltung von Entwicklungsnetzwerken Elemente der Prozess- und Strukturvariabilität sowie der Verhaltensvariabilität enthalten sein sollen.

4.3.1.2 Lenkung (Steuerung und Regelung)

Im Folgenden wird auf die unterschiedlichen Möglichkeiten der Lenkung von Systemen eingegangen.

Definition Lenkung: Steuerung und Regelung

Die Lenkung hat zum Ziel, das Verhalten eines Systems unter Kontrolle zu halten und zu verhindern, dass ein System Zustände einnimmt, die nicht gewünscht sind. Lenkung ist dabei als eine Eigenschaft des Systems und der Lenker ist (in biologischen und sozialen Systemen) als Teil des Systems zu verstehen (ULRICH & PROBST 1988, S. 78). Die Lenkung kann in Steuerung und Regelung unterschieden werden, die beide über informationelle Rückkopplung erfolgen. Störungen werden dabei zugelassen, ihre Auswirkungen aber eingeschränkt.

Nach DIN 19226 (1994) ist das Steuern „der Vorgang in einem System, bei dem eine oder mehrere Größen als Eingangsgrößen andere Größen als Ausgangsgrößen aufgrund der dem System eigentümlichen Gesetzmäßigkeiten beeinflussen“. Kennzeichnend für das Steuern ist der offene Wirkungsweg, bei dem die durch die Eingangsgrößen beeinflussten Ausgangsgrößen nicht fortlaufend und nicht wieder über dieselben Eingangsgrößen auf sich selbst wirken. Steuerung eignet sich daher für Systeme, die ausreichend bekannt sind und bei denen die äußeren Störungen gering sind.

Das Regeln ist „...ein Vorgang, bei dem fortlaufend eine Größe, die Regelgröße (die zu regelnde Größe) erfasst, mit einer anderen Größe, der Führungsgröße, verglichen und im Sinne einer Angleichung an die Führungsgröße beeinflusst wird“ (DIN 19226 1994). Kennzeichnend für das Regeln ist der geschlossene Wirkungsablauf, bei dem die Regelgröße im Wirkungskreis des Regelkreises fortlaufend sich selbst beeinflusst.

Das Verhalten von Regelungs- und Steuerungssystemen kann mittels mathematischer Modelle beschrieben werden. Stellt das Messglied einen zu hohen Wert fest, wird dieser durch das Stellglied verringert und umgekehrt. Das Verhalten eines komplexen Systems ist das Ergebnis von verschiedenen miteinander verbundenen (verschachtelten) Regelkreisen. Die Steuerung und Regelung sind dabei in Unternehmen – aufgrund der Tatsache, dass hier relativ gesehen weniger kausale Zusammenhänge vorgefunden werden – komplexer als in technischen Systemen.

Abbildung 4.5. stellt eine Regelung und eine Steuerung in einem Blockschaltbild gegenüber (UNBEHAUEN 2004).

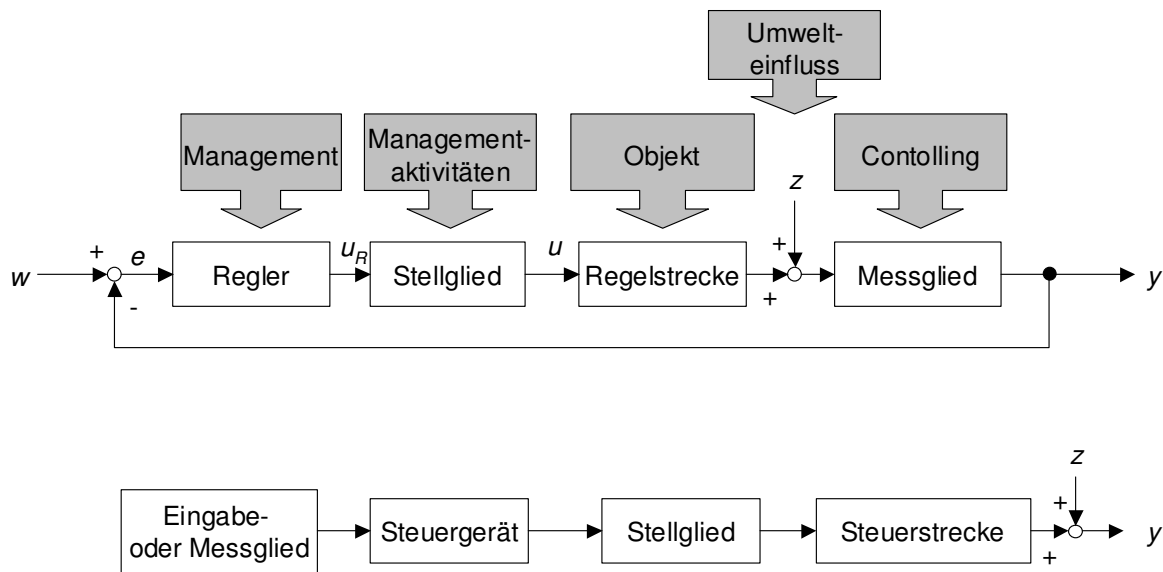


Abbildung 4.5: Regelung und Steuerung im Blockschalbild [in Anlehnung an UNBEHAUEN 2004, S. 12; HARLAND 2002, S. 19]

Rückkopplung

Wenn man die Wirkungsbeziehung von zwei Elementen betrachtet, kann man zwischen gleichgerichteter (positiver) und entgegen gerichteter (negativer) Wirkung unterscheiden (ULRICH & PROBST 1988, S. 43 f.). Bei einer positiven Wirkungsbeziehung zwischen A und B verursacht eine Zunahme bei Element A eine Zunahme bei Element B (positive Rückkopplung). Bei einer negativen Wirkung wird eine Veränderung bei Element A in einer Richtung eine Veränderung bei Element B in die andere Richtung bewirken (negative Rückkopplung).

Die Wirkungsbeziehungen zwischen den Elementen bestimmen die Stabilität eines Systems. Durch die sich über die Zeit gegenseitig verstärkende Beziehung der Elemente hat positive Rückkopplung eine aufschaukelnde oder verstärkende Wirkung. Die negative Rückkopplung dagegen bewirkt bei einer Verstärkung in die eine Richtung, eine Abschwächung in die andere Richtung und hat damit eine stabilisierende oder korrigierende Wirkung. Übersteuerung oder Überregulierung (z.B. Bürokratie) schränkt dagegen die Flexibilität eines Systems ein.

Umfelddinwirkungen auf zielgerichtete Systeme, die nicht zielkongruent sind, werden als Störgröße bezeichnet. Eine Möglichkeit, um auf Störgrößen zu reagieren, bestände darin, das System zu schließen und die Verbindung mit dem Umfeld zu unterbrechen. Alternativ kann man die Wirkung bekämpfen, bevor größere Schäden auftreten, z.B. durch einen negativen Regelkreis. Auch kann ein System strukturelle Änderungen vornehmen, um besser gegen die Störgrößen gewappnet zu sein. (ULRICH & PROBST 1988, S. 55).

Kybernetische Lenkmechanismen

Es sind drei grundsätzliche kybernetische Lenkungsmechanismen von Systemen zu unterscheiden (KIRCHHOF 2003, S. 75 ff.; PROBST 1981, S. 254 ff.). Der grundlegende Lenkungsmechanismus (Abbildung 4.5) wurde im Vorgehenden beschrieben.

Der servomechanische Lenkungsmechanismus (Abbildung 4.6) ist durch eine kontinuierliche Ansteuerung des Sollwertes gekennzeichnet. Die Erwartungswerte werden in das Regelverhalten einbezogen (Feedforward). Dadurch kann das System schon reagieren, bevor eine Störung auftritt. Darüber hinaus findet über eine Feinabstimmung des Feedbacks eine genaue Dosierung der Regulationsmaßnahmen statt (Rückkopplung der Rückkopplung).

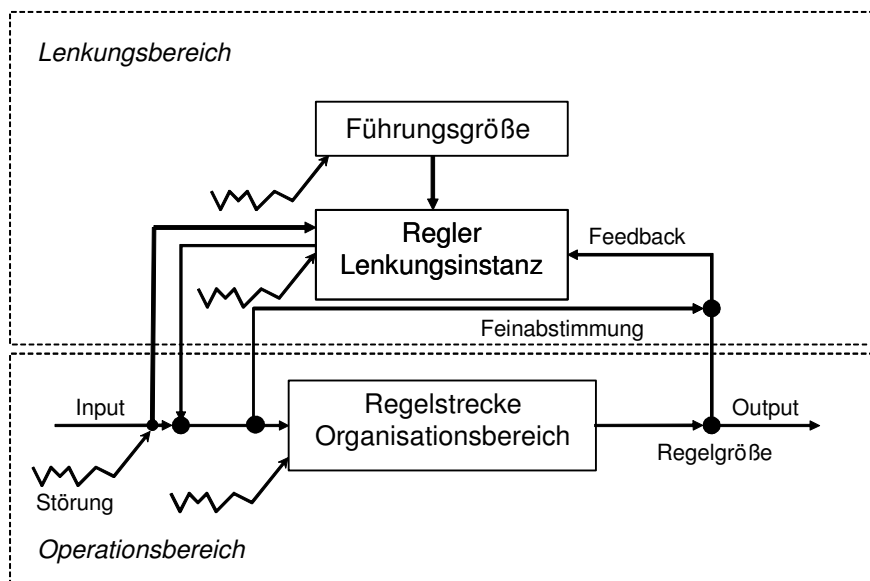


Abbildung 4.6: Servomechanischer Lenkungsmechanismus [Kirchhof 2003, S. 77]

Der homöostatische Lenkungsmechanismus (Abbildung 4.7) zeichnet sich durch eine doppelte Feedbackschleife aus. Auftretende Störungen werden hier – wenn möglich – in einem Servomechanismus bewältigt. Wenn die Störungen zu intensiv sind, wird über eine übergeordnete Lenkungsebene ein anderer Servomechanismus ausgesucht. Die Störung wird dann entweder vom anderen Servomechanismus oder von der übergreifenden Lenkung bewältigt. Dieser Mechanismus ist daher für die Lenkung von komplexen Systemen sehr geeignet.

Der homöostatische Lenkungsmechanismus lässt sich auf Entwicklungsnetzwerke anwenden, indem die einzelnen Partnerunternehmen über einen servomechanischen Lenkungsmechanismus gelenkt werden. Unternehmensübergreifend – auf der Ebene des Netzwerkes – findet dann eine übergeordnete Steuerung statt. Die Lenkung und Steuerung eines Entwicklungsnetzwerkes wird in Abschnitt 5.4 ausführlicher dargestellt.

Die Darstellungen der beschriebenen Lenkungsmechanismen in den Abbildungen 4.6 und 4.7 sind als Prinzipdarstellung zu verstehen. Die Stabilität der Lenkungsmechanismen ist abhängig von der Einstellung der einzelnen Systemparameter.

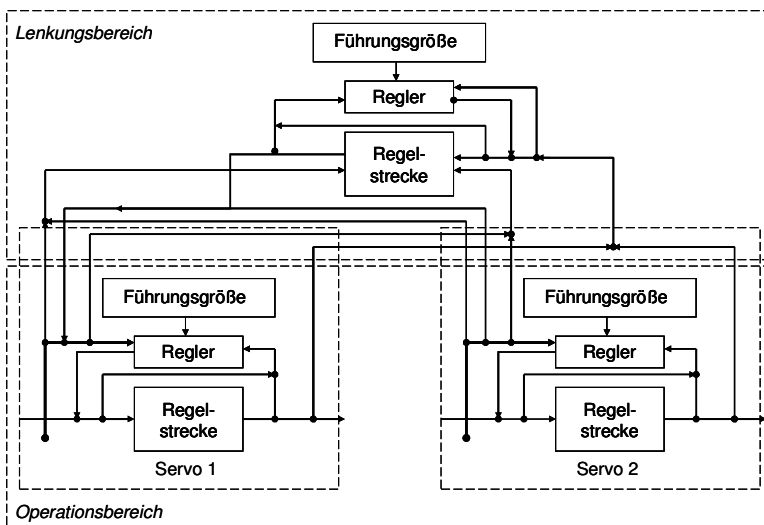


Abbildung 4.7: Homöostatischer Lenkungsmechanismus [Kirchhof 2003, S. 77]

4.3.1.3 Das kybernetische Modell lebensfähiger Systeme

Die Fragestellung des Einflusses von Störgrößen auf ein System und die Frage nach daraus resultierenden komplexen Regulations- und Steuerungsmechanismen stehen in der Kybernetik im Zentrum des Interesses. Bei kybernetischen Systemen handelt es sich um homöostatische Systeme. Das bedeutet, dass diese Systeme trotz zahlreicher Störeinflüsse mithilfe von Steuerung und Regelung zwischen bestimmten Grenzen stabil gehalten werden können. Ein System muss auf der einen Seite seine Varietät steigern können, um auf Umfeldstörungen reagieren zu können, auf der anderen Seite muss die Varietät gesenkt werden können, um die Handhabbarkeit zu gewährleisten. Dieser Sachverhalt ist in Abbildung 4.8 dargestellt.

BEER hat auf Basis von Untersuchungen biologischer Systeme ein allgemeines kybernetisches Modell lebensfähiger Systeme (Viable Systems Model, VSM) entwickelt, das die Struktur jener Systeme beschreibt, die in der Lage sind, sich wandelnden Konstellationen in ihrem Umfeld anzupassen und sich weiterzuentwickeln (BEER 1979 und BEER 1981). Die Lebensfähigkeit im weiteren Sinne bezieht sich nicht nur auf biologisch-organische Systeme, sondern auch auf soziotechnische Systeme. Die Lebensfähigkeit ist dabei nicht entscheidend von den Elementen des Systems abhängig, sondern von der Struktur, also dem Zusammenhang der Elemente. Die Lebensfähigkeit wird hier als Fähigkeit verstanden, die ein System braucht, um sich ständig ändernden Gegebenheiten seines Umfelds anzupassen, zu lernen Informationen aufnehmen und verwerten zu können, seine Identität zu bewahren und sich entwickeln zu können (BEER 1981 und MALIK 2003, S. 80).

Neben der beschriebenen Lebensfähigkeit basiert BEERs Modell auf dem Prinzip der Autonomie, das sich auf die Verhaltensfreiheit der einzelnen Systemelemente und auf dem Prinzip der Rekursion bezieht. (KIRCHHOF 2003 S. 82 ff.). Letzteres schreibt vor, dass Systeme – unabhängig von der Ebene der betreffenden Systemhierarchie (Subsystem, System, Metasystem) – die gleiche Struktur aufweisen. Die übergeordneten Systeme sollen die Lebensfähigkeit der untergeordneten Systeme nicht gefährden und weisen daher auch die

Struktur lebensfähiger Systeme auf. So besitzt jede Abteilung in einem Unternehmen genauso die Subsysteme eins, zwei, drei, vier und fünf – wie das Gesamtunternehmen selbst (MALIK 2003, S. 98 ff.).

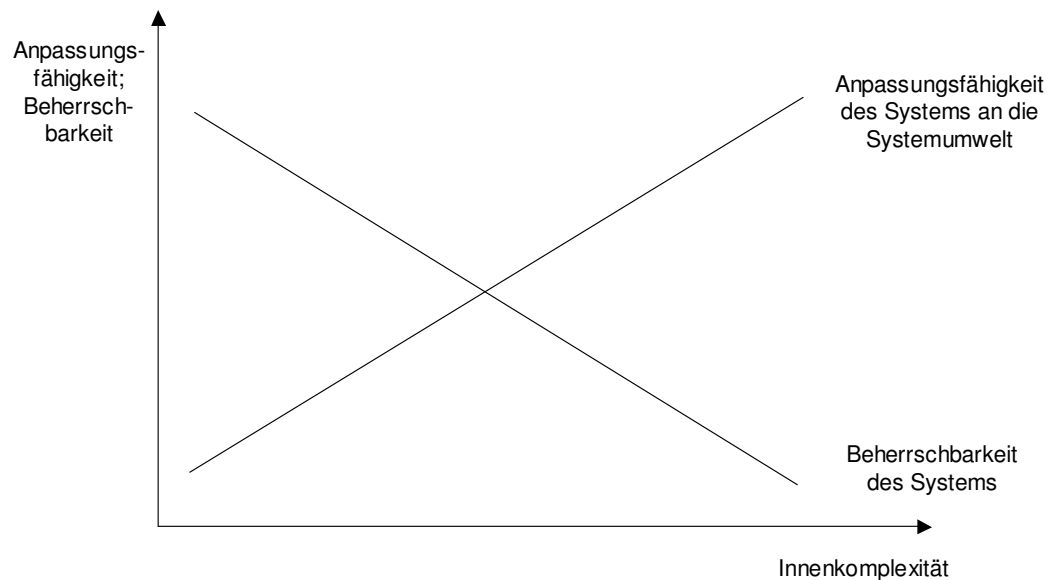


Abbildung 4.8: Spannungsfeld von Beherrschbarkeit und Anpassungsfähigkeit von Systemen [nach Bleicher 2004]

Ausgangs- und Bezugspunkt für das Modell lebensfähiger Systeme ist das neuro-physiologische menschliche Zentralnervensystem. Organisationen verfügen – ähnlich wie Menschen – über Lenkungsmechanismen, die die Selbstorganisation des Systems ermöglichen. Es werden dabei fünf verschiedene Strukturelemente oder Subsysteme unterschieden (siehe Abbildung 4.9). Für die Beschreibung dieser fünf Elemente im Folgenden vergleiche BEER 1981 und MALIK 2003.

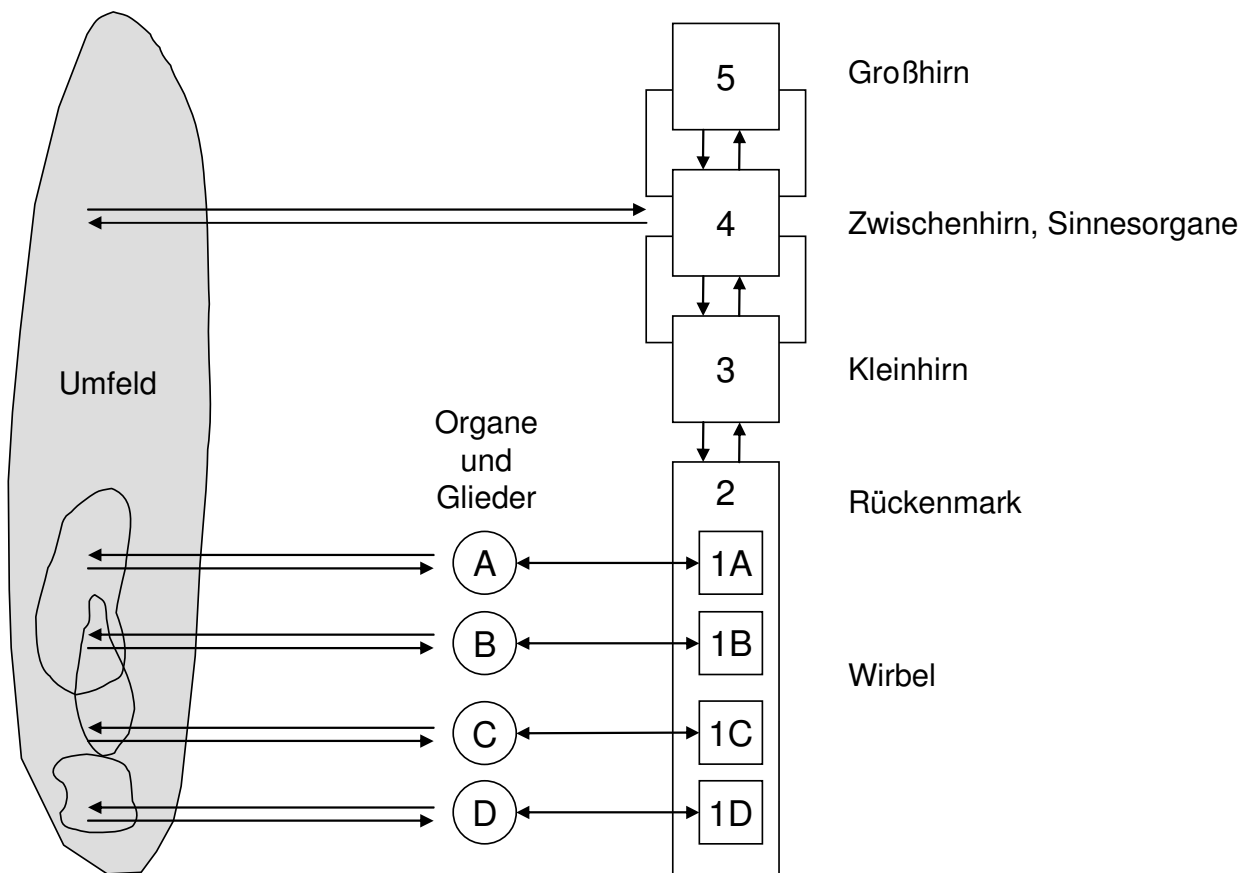


Abbildung 4.9: Gesamtstruktur lebensfähiger Systeme [in Anlehnung an BEER 1981]

Die operativen Aktivitäten, die ein System ausüben hat, sind hier mit A, B, C und D gekennzeichnet und repräsentieren in einer Organisation zum Beispiel Bereiche, Abteilungen, Projekte oder Teams. Die operativen Aufgaben werden relativ autonom durchgeführt.

Subsystem 1 (in Abbildung 4.9 als System 1A bis 1B gekennzeichnet) ist die direkte Lenkungsinstanz für die operativen Aktivitäten (z.B. Abteilungs- oder Teamleitung). Die Lenkung erfolgt im Rahmen der vorgegebenen Unternehmenspolitik. Ein Subsystem 1 reagiert auf Entwicklungen des für den Aktivitätenbereich relevanten Umfeldes. Zudem hat es einen Fluss von Material, Energie und Informationen zu bewältigen, die aus anderen Aktivitätenbereichen stammen oder dahin fließen. Unter diesen Bedingungen entspricht die Wirkungsweise des Subsystems 1 der eines Reglers in einem Regelkreis (Abschnitt 4.3.1.2). BEER beschreibt dies als Servomechanismus („servo-mechanism“). Hierbei wird die Abweichung vom Initialplan des Aktivitätenbereiches mithilfe geeigneter Sensoren überwacht, damit auf auftretende Störungen reagiert werden kann. Zugrunde liegt ein parametrisches Modell mit Optimalwerten in Form von Indices. Über festgelegte Stabilitätskriterien können Abweichungen zu dem Initialplan festgestellt werden. Auf diese Abweichungen kann mittels eines vorhandenen Repertoires von Plänen korrigierend nach dem Prinzip der negativen Rückkopplung eingegriffen werden (BEER 1981).

Subsystem 2 koordiniert die Verhaltensweisen aller Subsysteme 1 und soll die Schwankungen (unkontrollierte Schwingungen) zwischen den Systemen ausgleichen. Die Verhaltensfreiheit der einzelnen Subsysteme 1 wird dadurch zu Gunsten des Gesamtsystems eingeschränkt. Analog zu Subsystem 1 erfüllt Subsystem 2 eine Regelungsfunktion, in der das Verhalten der Subsysteme 1 an bestimmten Kriterien gemessen wird und bei Abweichungen entsprechende Maßnahmen ergriffen werden. Das Subsystem 2 ist dabei auf Informationen über signifikante Verhaltensabweichung einzelner Aktivitätenbereiche, über kurzfristige Planänderungen der Aktivitätenbereiche und auf Informationen über allgemeine Synergievorstellungen des Gesamtsystems (Standards) angewiesen (MALIK 2003, S. 128). Die Koordination kann über informelle Kontakte oder formal institutionalisiert in Form von Verhaltensregeln, Gremien oder Planungs- und Kontrollmechanismen erfolgen.

Subsystem 3 hat die Aufgabe, einen operativen Gesamtplan für das gesamte System zu erstellen. Es beschäftigt sich mit der Allokationsoptimierung der Ressourcen auf die Subsysteme 1 und der Überwachung der planmäßigen Verwendung. Die Subsysteme 1 und 2 beschäftigen sich mit der internen Koordination, Subsystem 3 verknüpft diese mit den übergeordneten Anforderungen der Unternehmenspolitik und -strategie und bezieht sowohl Informationen von den übergeordneten (Subsystem 4 und 5) als auch von den untergeordneten Subsystemen (1 und 2). Die Aufgabe ist darauf gerichtet, die interne Stabilität des Gesamtsystems aufrechtzuerhalten. Subsystem 3 ist die Koordinationsstelle aller operationalen Handlungen aus Sicht des Gesamtsystems. Zur Erfüllung dieser Aufgabe stehen drei wesentliche Informationskanäle zur Verfügung:

- Die zentrale Befehlsachse zu den einzelnen Subsystemen 1, in der Anweisungen und Regeln bzgl. der Unternehmenspolitik und -strategie sowie deren Einhaltung kommuniziert werden.
- Ein Informationskanal zum Subsystem 2; hier werden Informationen über die Koordinationsaktivitäten des Subsystems 2 ausgetauscht.
- Eine direkte Verbindung zu den Aktivitätenbereichen A bis D; hier werden Informationen über die Vorgänge im Aktivitätenbereich ausgetauscht, die nicht explizit in den Planungen erhalten sind (z.B. Belastung oder neuartige Entwicklungen) und auch nicht von Subsystem 2 berücksichtigt werden.

Subsystem 3 erfasst viele Detailinformationen aus den Aktivitätenbereichen. Diese Informationen werden selektiert und in gefilterter und bewerteter Form an die übergeordneten Subsysteme weitergeleitet. Informationen zu wichtigen Ereignissen werden direkt an Subsystem 5 weitergeleitet.

Subsystem 4 bringt die systemexternen Faktoren in die Steuerung des Gesamtsystems ein. Es nimmt Umfeldinformationen auf, verarbeitet sie und leitet sie sowohl an das operative Management (System 3) als auch an das Entscheidungszentrum (System 5) weiter. Zudem verbindet es das autonome Management über die zentrale Befehlsachse mit dem obersten Entscheidungszentrum und leitet Informationen in verdichteter Form zur Entscheidung weiter. Während sich die Aufgaben von Subsystem 3 auf die Gegenwart konzentrieren, beschäftigt sich Subsystem 4 mit der zukunftsgerichteten strategischen Ausrichtung und

gewährleistet somit die Anpassungsfähigkeit des Gesamtsystems. Die Funktionsweise des Subsystems 4 kennzeichnet sich durch sensorische und motorische Ereignisse. Sensorische Ereignisse nehmen Zustände wahr (sowohl systemintern als auch im Umfeld), verarbeiten die Ergebnisse daraus und leiten diese weiter. Motorische Ereignisse geben Verhaltensanweisungen für die Gewinnung von Umfeldinformationen oder zur Herstellung der internen Stabilität und leiten diese an die entsprechenden Stellen weiter.

Subsystem 5 stellt die oberste Managementinstanz dar. Diese definiert den grundsätzlichen Handlungsspielraum, in der sich das Gesamtsystem bewegen soll, in Form der Unternehmensstrategie und normativer Regeln. Diese Funktion der Unternehmenspolitik wird in enger Zusammenarbeit mit den Subsystemen 3 und 4 durchgeführt. Es entsteht dabei eine Abhängigkeitssituation, weil das System 5 keinen direkten Zugriff auf die internen und Umfeldinformationen hat. Aus den zusammengetragenen Informationen und vorgeschlagenen Handlungsalternativen wird zur Orientierung ein Vorzugszustand definiert. Zusätzlich zu seinen normativen Aufgaben überwacht Subsystem 5 die Funktion und Interaktion der beiden Subsysteme 3 und 4.

Die beschriebenen Subsysteme und ihre Verbindungen können als Gestaltungsprinzipien und Informationsflüsse für lebensfähige Systeme verstanden werden. In Kapitel 5 wird das Modell für die Gestaltung von Unternehmensnetzwerken herangezogen (dazu auch SCHWANINGER 2000).

4.3.2 Die Wirkungsweise des Wandels

In den vorangegangenen Absätzen wurde gezeigt, wie Systeme mit externen und internen Systemeinflüssen umgehen können und wie diese zu Veränderungen führen können. Dies wird in Anlehnung an HÉRNANDEZ MORALES (2003, S. 46) im Wirkungsschema von Veränderungen verdeutlicht (Abbildung 4.10). Für Entwicklungsnetzwerke wird diese Wirkungsweise ausführlich in Kapitel 5 dargestellt.

Die internen und externen Einflüsse wirken auf Veränderungstreiber, die letztendlich den Wandel in Form einer (neuen) Zielsituation verursachen, die mit der Ist-Situation des Systems abgeglichen wird. Der daraus entstehende Veränderungsbedarf wird in Veränderungsmaßnahmen umgesetzt. Die Systemtheorie unterscheidet dabei zwei grundsätzliche Typen von Veränderung: Strukturkoppelung und Transformation. Von Strukturkoppelung wird gesprochen, wenn sich die Verbindungen zwischen den Elementen eines Systems neu zusammensetzen. Die Elemente selbst ändern sich dabei nicht. Die Adaption kann als eine flexible Reaktion gewertet werden. Eine Transformation beinhaltet eine tief greifende Veränderung, bei der das ganze System betroffen ist. Es können neue Systeme oder Subsysteme entstehen oder die Systemgrenze kann neu definiert werden.

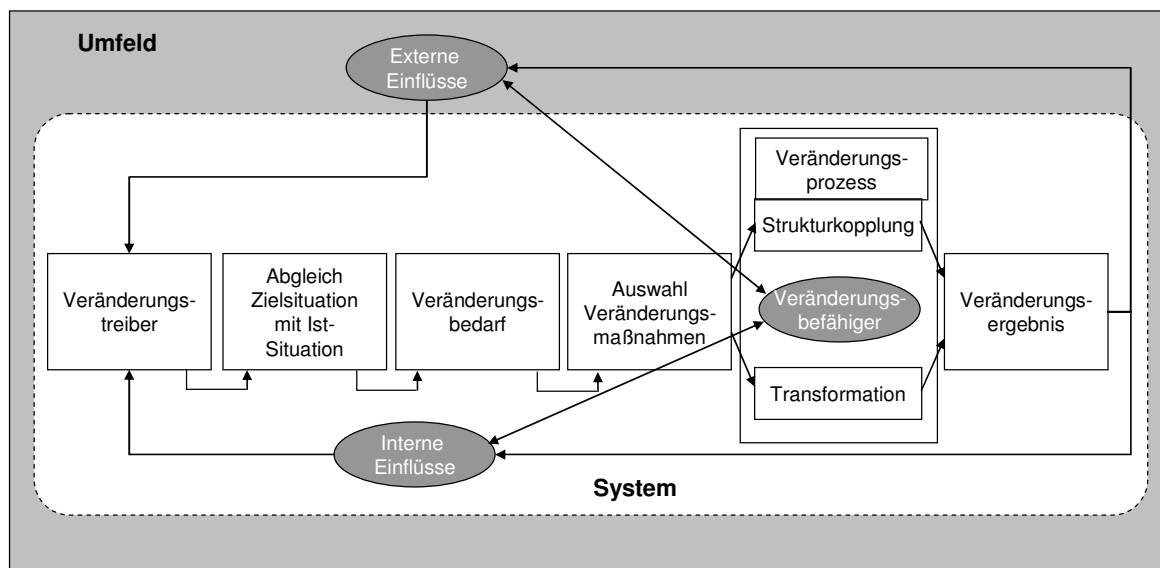


Abbildung 4.10: Wirkschema von Veränderungen [In Anlehnung an HERNÁNDEZ MORALES 2003, S. 46]

Der eigentliche Veränderungsprozess wird maßgeblich von Wandlungsbefähigern beeinflusst. Diese sind allgemeine Systemeigenschaften, die die Wandlungsfähigkeit positiv oder negativ beeinflussen (HERNÁNDEZ MORALES 2003, S. 54). Um nicht nur den positiven Einfluss der Wandlungsbefähiger zu betonen, sondern auch die negativen Wirkung zu unterstreichen, wird in Kapitel 5 von Wandlungsbefähigern und Wandlungshemmern gesprochen.

Das Ergebnis des beschriebenen Veränderungsprozesses entspricht nicht unbedingt eins zu eins der damit beabsichtigten Veränderung. Neben der beabsichtigten bzw. geplanten Entwicklung wird das realisierte Ergebnis durch nicht geplante Veränderung bestimmt. Eine Veränderung ist daher das Ergebnis von geplanten Aktivitäten einerseits und mehr oder weniger zufälligen (zumindest nicht vorhergesehenen) Ereignissen andererseits (vgl. BREHM 2003).

Das 3W-Modell von KRÜGER beschreibt drei Elemente des Managements von Wandel. Erstens den Wandlungsbedarf, der sich aus internen und externen Störungen ergibt. Zweitens die Wandlungsbereitschaft als individuelle und subjektive Einstellungen der Beteiligten. Und drittens die Wandlungsfähigkeit, die die Möglichkeit, den Wandel durchzuführen, beschreibt (KRÜGER 2006).

4.4 Grenzen der Wandlungsfähigkeit

In Abschnitt 4.1.1 wurde die Notwendigkeit einer Ausgewogenheit zwischen Flexibilität und Stabilität aufgezeigt. Neben dieser Ausgewogenheit bestehen weitere Grenzen der Wandlungsfähigkeit, die im Folgenden besprochen werden.

4.4.1 Die Wirtschaftlichkeit der Wandlungsfähigkeit

Flexibilität und Reaktionsfähigkeit sind keine Unternehmensziele an sich, sondern Mittel zur effizienten Zielerreichung (KALUZA 1994; S. 71, BREHM 2003, S. 38). Das bedeutet, dass es bei der Gestaltung von Entwicklungsnetzwerken nicht darauf ankommt, ein höchst mögliches Maß an Wandlungsfähigkeit zu erlangen. Vielmehr geht es darum, das richtige Maß zu finden.

Wandlungsfähigkeit wird im Rahmen dieser Arbeit als Potenzial zum Handeln verstanden, das vorhanden ist und bei Bedarf in Anspruch genommen werden kann. Zum Zeitpunkt der Gestaltung eines Entwicklungsnetzwerkes ist noch nicht bekannt, welche Veränderungen in welchem Ausmaß auftreten werden. Mit dem Aufbau und der Aufrechterhaltung dieses Potenzials sind Kosten verbunden. Ein zu hohes Maß an Wandlungsfähigkeit kann zu Ineffizienzen und Redundanzen, die oft keine unmittelbare Verwendung im Unternehmen haben, führen (ZAHN et al. 2004, S. 86). Eine unendliche Anzahl von Handlungsoptionen würde aus systemtheoretischer Sicht zu einer sehr hohen (innen-) Komplexität führen (BREHM 2003, S. 227 ff.). Ein zu geringes Maß an Wandlungsfähigkeit führt auf der anderen Seite dazu, dass unzureichend auf Veränderungen reagiert werden kann. Dies führt dann zu hohen Folgekosten wie beispielsweise dem Verlust von Umsätzen.

Das aufgezeigte Spannungsfeld zwischen Wandlungsbedarf und Wandlungsfähigkeit führt zu der Annahme, dass es aus wirtschaftlicher Sicht ein optimales Maß an Wandlungsfähigkeit gibt, das es vorzuhalten gilt. Dieser Sachverhalt ist in Abbildung 4.11 dargestellt.

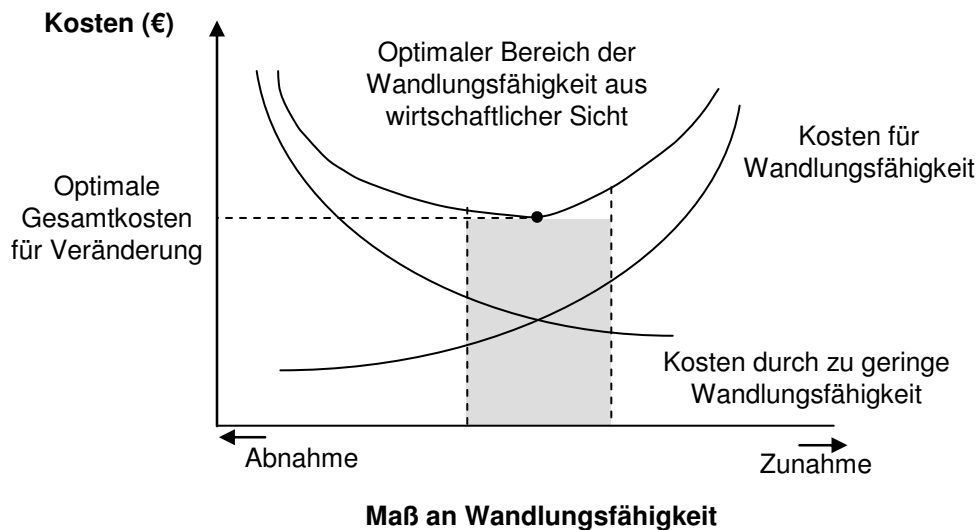


Abbildung 4.11: Optimales Maß der Wandlungsfähigkeit aus wirtschaftlicher Sicht

4.4.2 Mentale Verträglichkeit von Wandel

Neben dem Spannungsfeld zwischen Wandlungsbedarf und Wandlungsfähigkeit bilden mentale Barrieren gegenüber Veränderung eine wesentliche Grenze der Wandlungsfähigkeit. Im Zentrum steht die Frage, wie viel Veränderung eine Person vertragen kann. Diese Menge

ist zum einen von der Intensität einer Veränderung und zum anderen von der Anzahl der Änderungen pro Zeiteinheit anhängig.

Das genaue Ausmaß der Verträglichkeit ist personen- und organisationsgebunden und wird stark von der Kultur einer Unternehmung beeinflusst⁶². GAGSCH (2002, S. 66 ff.) beschreibt dabei die Unterscheidung (die auf LEVIN 1951 zurückgeht) zwischen Kräften, die den Wandel fördern („driving forces“) und Kräften, die den Wandel behindern („restaining forces“).

Für einen erfolgreichen Wandel müssen Wandlungskompetenz, Wandlungsbereitschaft und die Wandlungsmöglichkeit vorhanden sein (GAGSCH 2002, S. 68). Die Wandlungskompetenz beinhaltet die Fähigkeiten und das Know-how zur Veränderung. Wenn sie fehlt, führt das zu Verunsicherung. Die Wandlungsbereitschaft entspricht der individuellen Einstellung zur Veränderung. Sie kann u.a. durch Angst, durch Bequemlichkeit, durch das Wahrnehmen neuer Chancen oder durch ein hohes Maß an Sicherheitsdenken geprägt sein. Die Wandlungsmöglichkeiten sind die Rahmenbedingungen (z.B. verfügbare Ressourcen oder Zeit), um eine Veränderung durchzuführen. Sind alle drei Elemente vorhanden, sind die Voraussetzungen für einen erfolgreichen Wandel geschaffen. Wenn nur eine fehlt, kann dies zu Überforderung, Widerstand oder Frustration führen (Abbildung 4.12).

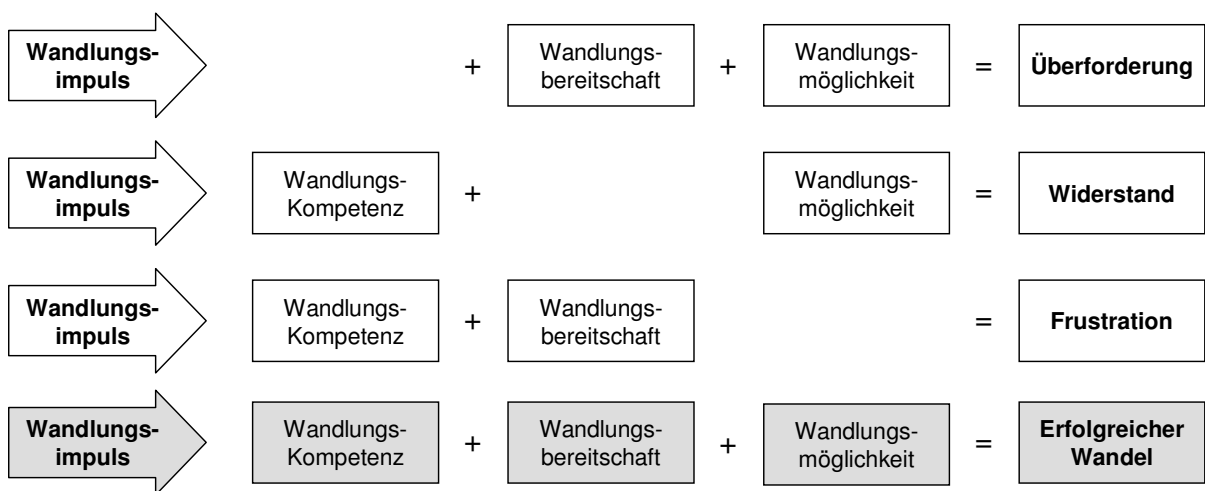


Abbildung 4.12: Mögliche Gründe für Widerstand gegen Wandel [nach GAGSCH 2002, S. 68]

An dieser Stelle wird auf das Konzept des Change Managements verwiesen, das ausführliche praktische und theoretische Ansätze zum menschlichen Umgang mit Veränderungen gibt und zu dem eine große Zahl an Veröffentlichungen vorgefunden werden können (beispielhaft SENGE 2000; REIB 1997; KOTTER 1996).

⁶² Siehe auch *Organisationskultur als Wandlungsbefähiger*. Gemeint ist hier der Umgang mit Veränderungen oder Fehlern. Besonders sind hier Kulturunterschiede zwischen unterschiedlichen Ländern zu erwähnen. So setzen japanische Unternehmen eher auf Bewährtes und verändern durch kontinuierliche Verbesserungen. US-amerikanischer und europäische Unternehmen setzen eher auf Veränderungssprünge und radikalere Neuentwicklungen.

BERNECKER & REIB (2002) betonen die Kommunikation als kritischer Erfolgsfaktor im Rahmen des Change Managements. Klassische Infrastrukturen wie Kick-Off-Meetings und Workshops werden dabei zunehmend durch elektronische Medien ergänzt und ersetzt.

4.4.3 Handeln in komplexen Systemen

Der Umgang mit Wandel wird erschwert durch das Handeln in komplexen Systemen wie Entwicklungsnetzwerken (EILETZ 1999, S. 21). Dieser Sachverhalt ist darauf zurückzuführen, dass Menschen nur schwer mit komplexen, vernetzten, intransparenten und dynamischen Situationen umgehen können (DÖRNER 2005, 58 ff.).

SPATH & DILL (2002) stellen insbesondere drei typische Probleme bei der Arbeit im turbulenten Umfeld fest. Erstens kommen Reaktionen zu spät, indem die eingetretene Situation unterschätzt wird. Zweitens werden Reaktionen durch fehlende Systematik und Zielorientierung nur langsam und nicht nachhaltig umgesetzt. Und drittens ist der Ablauf der Reaktion durch unübersichtliche Wirkungszusammenhänge kaum oder nicht steuerbar.

Manager oder Mitarbeiter haben in einem Entwicklungsnetzwerk für ihre Entscheidungsfindung in der Regel nur unvollständige und teilweise falsche Informationen zur Verfügung, auf deren Basis Annahmen über den Systemzustand getroffen werden. Es wird dabei häufig auf bekannte und vertraute Einflussfaktoren und Muster zurückgegriffen (KIRCHHOF 2003, S. 45) und in monokausalen Wirkungszusammenhängen gedacht. Die Vernetzung der unterschiedlichen und vielfältigen Einflussfaktoren wird dann außer Acht gelassen (DÖRNER 2005, S. 60 f.).

Die Folgen des Handels können nicht adäquat eingeschätzt werden, weil einseitig auf die Anpassung weniger Variablen aus einem bestimmten Blickwinkel heraus konzentriert wird. Nebenwirkungen werden dabei vernachlässigt. Durch die Dynamik des Systems können Zeitverzögerungen auftreten, bis eine Maßnahme greift. Werden diese Zeitverzögerungen nicht beachtet, führt das leicht zu Übersteuerung des Systems (DÖRNER & BUERSCHAPER 1997).

4.5 Fazit: Wandlungsfähigkeit

In diesem Kapitel wurde Wandlungsfähigkeit als Kombination von Flexibilität und Reaktionsfähigkeit verstanden. Für Entwicklungsnetzwerke stellt sie einen Erfolgsfaktor dar, indem mit (zunehmenden) Systemveränderungen im Netzwerk oder im Umfeld des Netzwerkes umgegangen werden kann.

Kundenanforderungen und Innovationsdruck, aber beispielsweise auch Strategieveränderungen in den betroffenen Unternehmen führen dazu, dass sich Entwicklungsnetzwerke ständig anpassen müssen. Dies erfolgt durch Anpassung der im Kapitel 3 beschriebenen Elemente des ZOPH-Modells. So können die Zielvorgaben für die Netzwerkteilnehmer, das technische, zu entwickelnde System selbst, die Prozesse und

Abläufe im Netzwerk oder auch die gesamte Struktur des Netzwerkes als solche verändert werden.

Die Wandlungsfähigkeit wurde aus Sicht der Systemtheorie, insbesondere der Kybernetik dargestellt. Dabei wurde sie als eine Möglichkeit diskutiert, Komplexität besser zu beherrschen. Die vorgestellten Ansätze zur Bewältigung von Komplexität sowie die unterschiedlichen Lenkungsmechanismen liefern somit einen Beitrag zum Umgang mit Wandel.

Die unterschiedlichen Dimensionen des Wandels zeigen die Vielfältigkeit dieses Phänomens. Dies unterstreicht den schwierigen Umgang mit Wandel in der betrieblichen Praxis. Nicht nur deshalb sind der Wandlungsfähigkeit in der Praxis Grenzen gesetzt. Allgemein können Menschen nur schwer mit komplexen, vernetzten, intransparenten und dynamischen Situationen umgehen, wie sie in einem Entwicklungsnetzwerk vorgefunden werden. Beim Umgang mit Wandel sind darüber hinaus die mentale Verträglichkeit von Wandel und die sich daraus möglicherweise ergebenden Widerstände zu berücksichtigen.

Aus wirtschaftlichem Gesichtspunkt wird die Wandlungsfähigkeit im Rahmen dieser Arbeit als Potenzial verstanden, in Bedarfsfall handeln zu können. Dieses Potenzial ist mit spezifischen Investitionen verbunden, die nur dann sinnvoll sind, wenn es dafür auch einen Bedarf gibt.

Dies führt zum Schluss, dass es die Wandlungsfähigkeit bei der Gestaltung von Entwicklungsnetzwerken nicht zu maximieren gilt, sondern dass sichergestellt werden muss, dass das Netzwerk über ein erforderliches Maß an Wandlungsfähigkeit verfügt. Das bedeutet, dass neben der vorgehaltenen Flexibilität für bereits vorgedachte Fälle, unerwartet auftretenden Ereignisse insbesondere mit Methoden des Wissensmanagement und organisatorischem Lernen begegnet werden sollen.

Die in diesem Kapitel beschriebenen Ansätze und Lenkungsmechanismen werden in Kapitel 5 im Modell zur Beschreibung der Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken wieder aufgegriffen. Insbesondere das Modell lebensfähiger Systeme liefert mit dem Vorschlag, wie lebensfähige Systeme aufgebaut werden – in Form von fünf Subsystemen, die nach der Logik biologischer Systeme gestaltet und verbunden sind – einen Beitrag zum Verständnis darüber, wie Entwicklungsnetzwerke und ihre Informationsflüsse konzipiert werden sollen.

5. Modell zur Beschreibung der Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken

Das hier beschriebene Modell basiert auf den Ergebnissen der Kapitel 2, 3 und 4.

5.1 Modellstruktur

Das Modell ist in zwei Teile gegliedert (siehe Abbildung 5.1). Der erste Teil beschreibt systematisch die Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken und ist primär beschreibend bzw. klassifizierend. Hier wird beschrieben, wie sich Entwicklungsnetzwerke auf Veränderungen, die sich aus dem turbulenten Umfeld oder auf dem Netzwerk selbst ergeben, einstellen können.

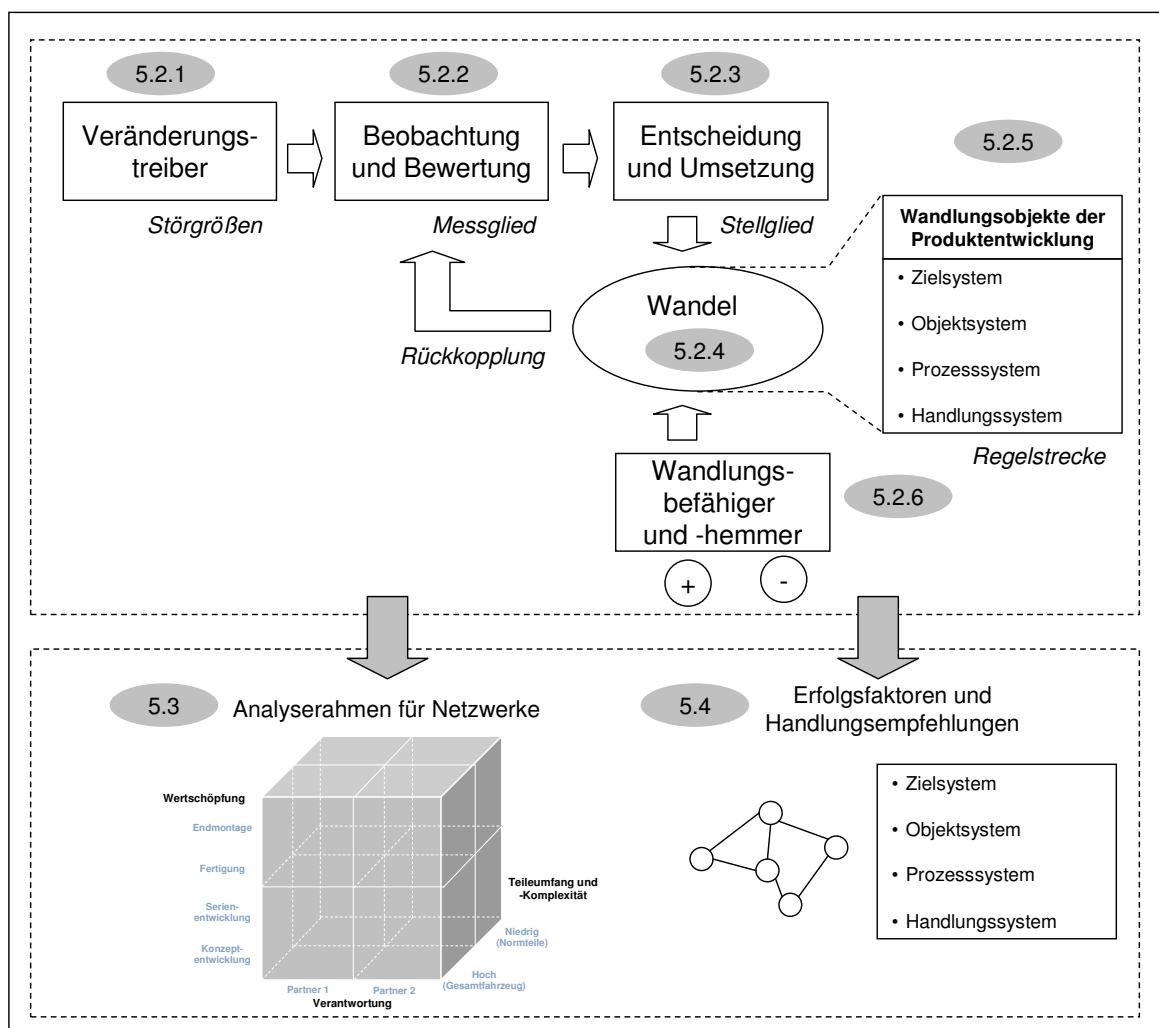


Abbildung 5.1: Modellstruktur

Ausgangspunkt für den Wandel sind Veränderungstreiber (Abschnitt 5.2.1), die auf das System Entwicklungsnetzwerk wirken. Diese Veränderungstreiber werden beobachtet und bewertet (Abschnitt 5.2.2). Ergebnis dieser Bewertung ist die Entscheidung über die Umsetzung von Veränderungen (Abschnitt 5.2.3), die unter anderem abhängig ist vom Zustand des Netzwerkes sowie von den Zielen oder Strategie des Netzwerkes.

Die Umsetzung der Veränderungen erfolgt anhand von so genannten Wandlungsobjekten. Sie stellen die Elemente in der Produktentwicklung dar, an denen ein Wandlungsprozess durchgeführt werden kann. Sie sind somit die Objekte, die angepasst werden können, wenn sich ein Veränderungsbedarf ergibt. Die Wandlungsobjekte in der Produktentwicklung werden hier gemäß dem ZOPH-Modell nach den Teilsystemen Zielsystem, Objektsystem, Prozesssystem und Handlungssystem klassifiziert (Abschnitt 5.2.4).

Das Maß, in dem sich die Wandlungsobjekte verändern können, wird maßgeblich durch bestimmte Eigenschaften gefördert oder gehemmt, die hier als Wandlungsbefähiger und Wandlungshemmer beschrieben werden. Sie wirken sich positiv oder negativ auf die Wandlungsfähigkeit der Wandlungsobjekte aus (Abschnitt 5.2.5).

Nachdem die Veränderung umgesetzt wurde, findet eine Rückkopplung zur Steuerungsinstanz statt, bei Bedarf werden weitere Veränderungen vorgenommen. Das Modell wird damit in Form eines kybernetischen Regelkreises dargestellt. In den nächsten Absätzen werden die Elemente des Modells ausführlicher beschrieben.

Im zweiten Teil des Modells wird zunächst ein Analyserahmen für Entwicklungsnetzwerke vorgestellt, der es ermöglicht, anhand von drei Dimensionen Entwicklungsnetzwerke zu klassifizieren. Darüber hinaus werden auf Basis des ersten Teils des Modells Erfolgsfaktoren und Handlungsempfehlungen für Entwicklungsnetzwerke abgeleitet. Sie berücksichtigen insbesondere die Wandlungsfähigkeit und damit die Ergebnisse des ersten Teils des Modells, aber auch weitere Elemente, die in den Kapiteln 2 bis 4 beschrieben sind. Die Erfolgsfaktoren und Handlungsempfehlungen werden nach dem ZOPH-Modell systematisiert.

Um das Modell weiter präzisieren zu können, werden an dieser Stelle drei Betrachtungsebenen beschrieben. Der Prozess des Wandels kann sich auf diese drei Ebenen beziehen:

- *Ebene 1: Das einzelne Unternehmen.* Hier werden die Tätigkeiten eines einzelnen Unternehmens beschrieben (z.B. Partnerauswahl).
- *Ebene 2: Das aktive Netzwerk* zur Erfüllung einer spezifischen Entwicklungsaufgabe. Hier wird aus dem potenziellen Netzwerk ein konkretes Netzwerk zur Erfüllung einer Entwicklungsaufgabe zusammengestellt (z.B. ein Fahrzeugprojekt). Hieraus ergibt sich, dass ein Unternehmen in der Regel in mehreren Netzwerken (in denen unterschiedliche Entwicklungsaufgaben bewältigt werden) tätig ist.
- *Ebene 3: Das potenzielle Netzwerk* netzwerkübergreifende Tätigkeiten. Auf das potenzielle Netzwerk kann bei Bedarf zugegriffen werden. Das potenzielle Netzwerk kann zum einen aus Unternehmen bestehen, mit denen schon eine geschäftliche Beziehung besteht. Zum anderen werden hier Unternehmen eingeschlossen, zu denen

man Kontakte hat (z.B. über Messen, Verbände etc.) und die für eine geschäftliche Beziehung infrage kommen. In der Praxis kann ein potenzielles Netzwerk eines einzelnen Unternehmens durchaus aus mehreren hundert Unternehmen bestehen.

Die drei Ebenen sind schematisch in Abbildung 5 2 dargestellt.

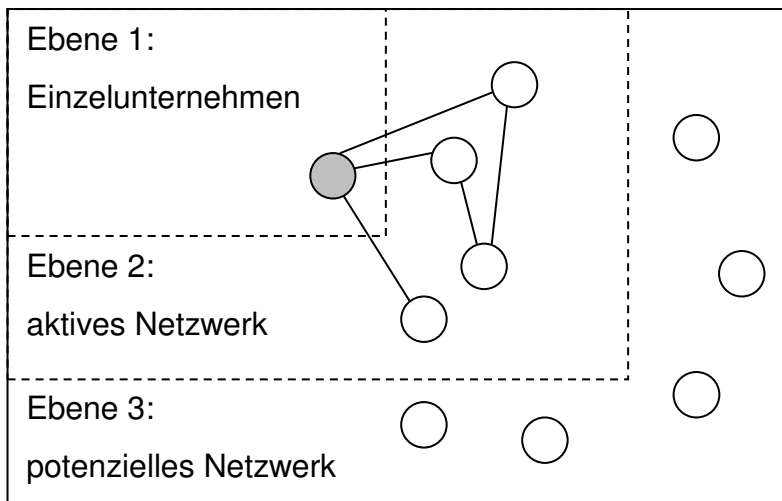


Abbildung 5.2: Betrachtungsebenen im Modell

5.2 Beschreibung der Wandlungsfähigkeit in der Produktentwicklung

5.2.1 Veränderungstreiber (Störgrößen)

Veränderungstreiber verursachen Turbulenz im relevanten Umfeld eines Systems oder im System selbst. Das bedeutet, dass die Veränderungstreiber sowohl systemintern wie auch extern wirken. Tabelle 5.1 beschreibt die für Entwicklungnetzwerke relevanten externen Veränderungstreiber, die teilweise im Rahmen der Beschreibung der Veränderungen in der Automobilindustrie in Kapitel 1 ausführlich beschreiben wurden.

Externe Veränderungstreiber	Beispiele
Markt- und Kundenanforderungen.	Preis, Qualität, Produktmerkmale, Mengen, Varianten, Individualisierung, ...
Wettbewerbsintensität.	Innovationsdruck, Preisdruck, Qualitätsdruck, ...
Technologische Entwicklungen.	Schlüsseltechnologien, Innovationssprünge, Methoden, Verfahren, ...
Politische und gesetzliche Anforderungen.	Emissionsnormen, Altfahrzeugregelung, ...

Externe Veränderungstreiber	Beispiele
Gesellschaftliche Wertvorstellungen.	Starkes Umweltbewusstsein (Hybridantrieb oder die aktuelle Diskussion um Dieselpartikelfilter), Gesundheit, ...

Tabelle 5.1: Externe Veränderungstreiber

Die Tatsache, dass es sich hier um externe Veränderungstreiber handelt, bedeutet nicht automatisch, dass man diesen ohne Weiteres überliefert ist. Die externen Veränderungstreiber können auch vom eigenen Unternehmen oder vom Netzwerk beeinflusst werden (aktiver Wandel). Die Wettbewerbsintensität und die technologischen Entwicklungen können beeinflusst werden, indem zum Beispiel aktiv Innovationen zu Marktreife gebracht werden. Die Markt- und Kundenanforderungen, aber auch die gesellschaftlichen Wertevorstellungen können zum Beispiel durch Image-Kampagnen und Werbung aktiv beeinflusst werden. Die gesetzlichen Anforderungen können über Verbände oder Interessenorganisationen beeinflusst oder sogar mitgestaltet werden. Die genannten Beispiele zeigen, dass die Turbulenz im Umfeld durchaus aktiv gestaltet werden kann. Die Intensität, in der dies erfolgt, hängt von den verfolgten Zielen und von der Strategie des Unternehmens bzw. des Netzwerkes ab.

Neben ihrer externen Wirkung können Veränderungstreiber auch systemintern wirken. Eine Übersicht der wesentlichen internen Veränderungstreiber ist in Tabelle 5.2 enthalten.

Interne Veränderungstreiber	Beispiele
Ausfall eines Netzwerkpartners ⁶³ .	Konkurs, Ausschluss aus dem Netzwerk, Austritt aus dem Netzwerk.
Strategieveränderung in einem der Partnerunternehmen.	Neue strategische Ausrichtung, Fusion.
Verhalten von Führungskräften und Mitarbeitern (dies spiegelt sich auch in der Unternehmenskultur wider).	Starke Meinungsbildung.
Organisatorische Veränderungen, um Verkrustungen zu vermeiden.	Kontinuierliche Organisationsanpassungen und Umorganisationen.

⁶³ Wenn ein Netzwerkpartner ausfällt müssen in der Regel die Aufgaben des Partners von einem anderen Unternehmen wahrgenommen werden. Hierbei ist eine möglichst gute Übergabe von Know-how und Arbeitsergebnissen sicherzustellen. Eine Möglichkeit hierzu ist es, zentrale Mitarbeiter des ausscheidenden Unternehmens für das Netzwerk zu gewinnen. Dies ist umso bedeutender, wenn der Partner bislang eine zentrale Rolle im Netzwerk gespielt hat.

Interne Veränderungstreiber	Beispiele
Krisensituationen ⁶⁴	Hohe Zielabweichung in der Entwicklung kurz vor dem Serienstart.

Tabelle 5.2: Interne Veränderungstreiber

Insbesondere Strategieveränderungen und das Verhalten einzelner Führungskräfte oder Mitarbeiter sind oft für Turbulenz im eigenen Unternehmen verantwortlich. Der Umgang mit solchen Änderungswünschen und deren Akzeptanz ist oft tief in der Unternehmenskultur verankert (siehe zu Unternehmenskultur als Wandlungsbefähiger Abschnitt 5.2.5).

Die Wirkung der Veränderungstreiber kann zeitlich gesehen sowohl schlagartig/revolutionär (ARNOLD 2003) als auch evolutionär sein.

5.2.2 Beobachtung und Bewertung der Veränderungstreiber (Messglied)

Die Beobachtung des Umfeldes ist notwendig, um Veränderungen wahrzunehmen. Für die Beobachtung der unterschiedlichen externen Veränderungstreiber steht eine Vielzahl von Methoden zur Verfügung. Marktnähe ermöglicht es, Veränderungsbedarfe schnell wahrzunehmen. Dies kann unter anderem durch Frühwarnsysteme erfolgen (NIEMEYER 2004). In Tabelle 5.3 sind einige typischen Methoden aufgeführt:

Externe Veränderungstreiber	Typische Methoden der Beobachtung
Markt- und Kundenanforderungen.	Marktforschung für relevante Marktsegmente, frühe Einbindung von (End)Kunden in den Entwicklungsprozess, ...
Wettbewerbsintensität.	Benchmarking, Wettbewerbsanalyse, Verbände, Wirtschaftsorganisationen, Geschäftsberichte, Bewertung von benachbarten Branchen, ...
Technologische Entwicklungen.	Technologiefrüherkennung, Austausch mit Lieferanten, Fachmessen, Verbände, wissenschaftliche Institute, ...
Gesetzliche Anforderungen.	Veröffentlichungen von Behörden, Interessensverbände,
Gesellschaftliche Wertevorstellungen.	Presse, Veröffentlichungen, Institute, ...

Tabelle 5.3: Methoden für die Beobachtung externer Veränderungstreiber.

⁶⁴ Eine Krise ist ein unerwünschtes Ereignis, das zeitgleich durch besonders hohen Zeit- und Ergebnisdruck gekennzeichnet ist (vgl. LINDEMANN 2005, S. 195 ff; BADKE-SCHAUB & FRANKENBERGER 2004).

Die Beobachtung interner Veränderungstreiber erfolgt zum Beispiel anhand getroffener Entscheidungen, durch Beobachtung systeminterner Schnittstellen oder durch Controlling-Instrumente wie den Balanced Scorecard (vgl. Abschnitt 3.3.3). Darüber hinaus tragen Stärken-Schwächen-Analysen und Analysen der Kostenstrukturen zum Verständnis der internen Wandlungstreiber bei.

Durch die Vielfältigkeit und Verschiedenheit der hier beschriebenen Beobachtungsmethoden liegt es nahe, dass diese Funktion von unterschiedlichen Instanzen wahrgenommen wird. Grundsätzlich sollte jedes Unternehmen für sich über die Beobachtungsfunktion verfügen (vgl. dazu das kybernetische Modell Lebensfähiger Systeme in Abschnitt 4.3.1.3). Diese ist dabei fragmentiert im Unternehmen verankert, zum Beispiel in der Produktentwicklung, im Einkauf, im Marketing und im Controlling.

Für Unternehmensnetzwerke sind drei grundsätzliche Varianten denkbar, um die Beobachtungsfunktion zu institutionalisieren:

- Es kann eine zentrale, gemeinsame Beobachtungsfunktion für das Unternehmensnetzwerk geschaffen werden, die die für das Netzwerk relevanten Veränderungstreiber beobachtet.
- Die Beobachtungsfunktion kann über die einzelnen Partner verteilt wahrgenommen werden. Es müssen Absprachen getroffen werden, welches Unternehmen welche Beobachtungen vornimmt. Die Einzelunternehmen melden ihre Beobachtungen dann in verdichteter Form an das Netzwerkmanagement.
- Ein Partner bekommt die Aufgabe, die Beobachtungsfunktion für das gesamte Netzwerk zu übernehmen. Das setzt voraus, dass dieser Partner auch Zugriff auf das gesamte Netzwerk hat.

Darüber hinaus kann die Beobachtung mit der Unterstützung nicht im Netzwerk aktiven Unternehmen oder Institute wahrgenommen werden.

Im Vorigen wurde festgestellt, dass die Veränderungstreiber sich sowohl evolutionär wie auch revolutionär/schlagartig verändern können. An dieser Stelle wird noch einmal darauf hingewiesen, dass schleichende Veränderungen für Menschen sehr schwer wahrzunehmen sind (vgl. die Forschungsergebnisse von u.a. DÖRNER in Abschnitt 4.4.3.)⁶⁵. Des Weiteren ist es wichtig festzuhalten, dass die hier beschriebenen Beobachtungsfunktion keineswegs jede

⁶⁵ In diesem Zusammenhang ist ein Beispiel aus der Natur, nämlich das des Frosches und dem kochenden Wasser, sehr einprägsam. Wenn ein Frosch in kochendes Wasser geworfen wird, stellt er sofort eine starke Temperaturveränderung fest und wird aus dem Wasser springen. Wenn sich aber ein Frosch in kaltem Wasser befindet, das langsam erwärmt wird, merkt der Frosch keinen Temperaturunterschied. Er wird im Wasser bleiben, auch wenn das Wasser sehr heiß wird und der Frosch letztendlich stirbt. Das Beispiel zeigt, dass schleichende Veränderungen häufig nicht (rechtzeitig) wahrgenommen werden (DEBUS 2002).

einzelne Veränderung im System oder im Systemumfeld wahrnehmen kann oder muss. Dies ist aufgrund der Komplexität und Dynamik in Unternehmen und Unternehmensnetzwerken sowie deren Umfeld gar nicht möglich. Es geht vielmehr darum, sich auf relevante Änderungen zu konzentrieren und Trends festzustellen.

Die Ergebnisse der Beobachtungen der unterschiedlichen Veränderungstreiber sind die Grundlage für die Entscheidungsfindung über die tatsächliche Durchführung von Veränderungen im Entwicklungsnetzwerk. Dazu müssen die Beobachtungen zunächst bewertet werden.

Eine Bewertung kann nur dann sinnvoll getroffen werden, wenn die Ergebnisse der Beobachtungen in konsolidierter Form zur Verfügung stehen. Es muss dabei ein Abgleich zwischen den unterschiedlichen internen und externen Beobachtungen getroffen werden. Das Ergebnis dieser Synthese soll eine Situations- und Problemanalyse für das Entwicklungsnetzwerk sein. Während die Beobachtung der externen und internen Veränderungstreiber von unterschiedlichen Instanzen wahrgenommen werden kann, erfolgt die Bewertung zentral.

Um die Entscheidung über den tatsächlichen Veränderungsbedarf zu unterstützen, steht eine Vielzahl von Methoden zur Verfügung, nach denen die Ergebnisse ausgewertet und dargestellt werden können. Da sich der Veränderungsbedarf häufig auf die Zukunft bezieht, erscheint die Szenariotechnik nach GAUSEMEIER et. al. (1996) im Rahmen dieser Arbeit dabei besonders relevant⁶⁶. Grundlage dieser Technik sind die Prinzipien des vernetzten Denkens⁶⁷ sowie der multiplen Zukunft⁶⁸ (GAUSEMEIER et. al. 2000, S. 139 f.). Abbildung 5.3 zeigt die Phasen des Szenariomanagements nach GAUSEMEIER im Überblick.

⁶⁶ Ein Szenario wird dabei als „... eine allgemeinverständliche Beschreibung einer möglichen Situation in der Zukunft, die auf einem komplexen Netz von Einflussfaktoren beruht sowie die Darstellung einer Entwicklung, die aus der Gegenwart zu dieser Situation führen könnte“ verstanden (GAUSEMEIER et. al. 2000, S. 139).

⁶⁷ Vernetztes Denken heißt, dass die Einflussfaktoren, in dem Fall die Veränderungstreiber, in einem komplexen Netz eingebettet sind.

⁶⁸ Multiple Zukunft heißt, dass aufgrund der zunehmenden Dynamik die Zukunft nicht exakt vorhersehbar ist und alternative Entwicklungsmöglichkeiten berücksichtigt werden müssen.

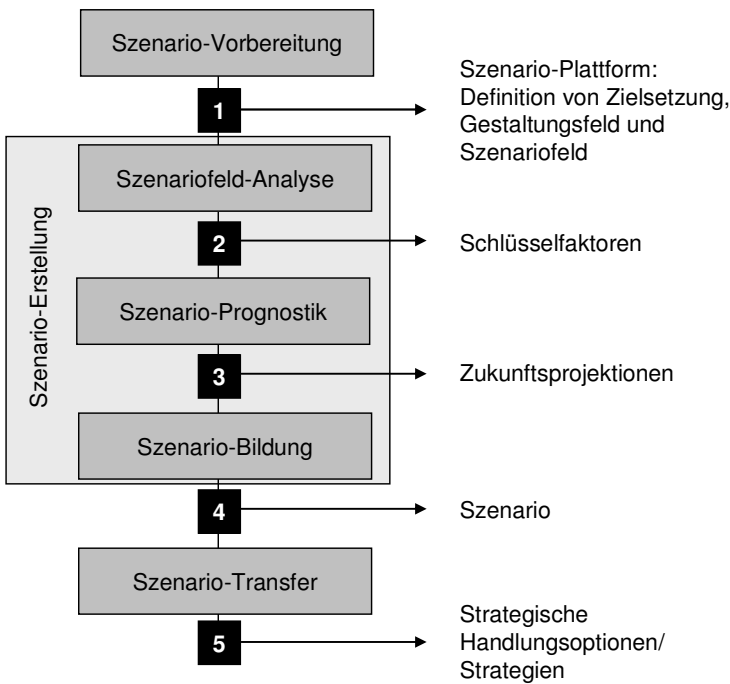


Abbildung 5.3: Die fünf Phasen des Szenario-Managements [nach GAUSEMEIER et. al. 2000, S. 140]

In Phase 1 wird – in Abhängigkeit der Fragestellung – die Zielsetzung sowie das Szenariofeld als der Analysegegenstand festgelegt. In Phase 2 werden die Einflussfaktoren identifiziert, aus denen dann eine bestimmte Anzahl von Schlüsselfaktoren nach Einflussbereichen abgeleitet wird. Pro Schlüsselfaktor werden in Phase 3 charakteristische Entwicklungen in die Zukunft dargestellt. Auf dieser Basis werden in Phase 4 Szenarien entwickelt, die in Phase 5 auf die Entscheidungsprozesse übertragen werden.⁶⁹

Bei der Übertragung auf die Entscheidungsprozesse im Entwicklungsnetzwerk wird festgestellt, welche Aufwirkung die Szenarien auf das Unternehmensnetzwerk haben und welche Veränderungen bzw. Handlungen sich daraus ergeben. Die wesentlichen Kriterien dafür werden in Tabelle 5.4 dargestellt.

Kriterien für Veränderung	Mögliche Ausprägungen
Die verfolgte Strategie und die daraus abgeleiteten Ziele.	Technologie-/Innovationsführerschaft, Preisführerschaft, Premiumanbieter, Nischenanbieter, Volumenhersteller, Image (Umweltbewusstsein, Sicherheit).
Umsetzungsgrad der Anforderungen im vorhandenen Netzwerk.	Die Nachfrage nach Hybridantriebe bedeutet zum Beispiel für Daimler Chrysler oder BMW einen größeren Veränderungsbedarf als für Toyota, da der Letztgenannte bereits Hybridantriebe zu Marktreife entwickelt hat.

⁶⁹ Für eine ausführliche Darstellung vgl. GAUSEMEIER et. al. S. 139 ff sowie BRAUN 2005, S. 90 ff.

Machbarkeit der Umsetzung von Veränderungen.	Finanzieller Situation.
	Vorhandene Kompetenzen.
	Vorhandene Ressourcen.
	Zeitlich (kann die Veränderung noch in ein bestehendes Entwicklungsprojekt eingepasst werden, muss ein neues Entwicklungsprojekt aufgesetzt werden).
Risikoneigung.	Risikobereitschaft oder Risikoaversion.
Menschliche Verträglichkeit.	Wie viel Veränderung kann man der Führung und den Mitarbeitern zumuten? Werden die Veränderungen von der Führung und den Mitarbeitern mitgetragen? Gibt es ausreichend Veränderung, um „Verkrustung“ der Organisation zu vermeiden?

Tabella 5.4: Kriterien für die Bewertung des Veränderungsbedarfes.

Nachdem festgestellt wurde, dass aus strategischer Sicht eine Veränderung sinnvoll oder notwendig ist, wird der tatsächliche Veränderungsbedarf über einen Soll-Ist-Vergleich aus dem Umsetzungsgrad der Anforderungen im eigenen Netzwerk ermittelt.

Die menschliche Verträglichkeit gegenüber Änderungen wirkt in zwei Richtungen. Zu viel Veränderung führt zu Überforderung und Orientierungslosigkeit. Die erforderliche Stabilität ist aus Sicht einer Führungskraft oder eines Mitarbeiters nicht mehr gegeben. Auf der anderen Seite führt ein Mangel an Veränderungen zu Unterforderung oder sogar zu einer Erstarrung oder Verkrustung der Organisation. Die Organisation ist es dann gar nicht gewohnt, sich zu verändern, wodurch die Gefahr besteht, wichtige Veränderungen zu „verschlafen“. Dieser Zusammenhang ist in Abbildung 5.4 schematisch dargestellt.

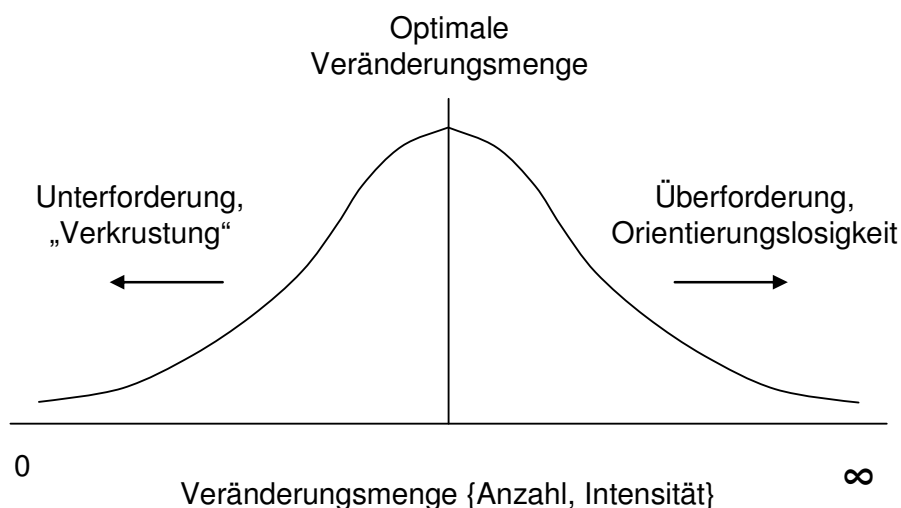


Abbildung 5.4: Menschliche Verträglichkeit von Veränderungen

Die tatsächliche Menge an Veränderung, die der Mensch verträgt, ist zum einen abhängig von der Anzahl und der Intensität der Veränderungen und zum anderen vom Profil des betroffenen Menschen (Persönlichkeit, Erfahrungen, Kulturkreis etc.).

5.2.3 Entscheidung und Umsetzung des Wandels (Stellglied)

Auf Basis der im vorigen Abschnitt beschriebenen Bewertung der Veränderungstreiber kann nun eine Entscheidung bezüglich einzuleitender Maßnahmen getroffen werden. An dieser Stelle wird festgestellt, auf welche der in Abschnitt 5.1 beschriebenen Ebenen sich der Veränderungsbedarf bezieht. So stellt sich die Frage, ob sich etwas auf der Ebene des Einzelunternehmens verändern muss, ob die Veränderung das aktive Netzwerk betrifft oder ob der Veränderungsbedarf sogar so groß ist, dass auf das potenzielle Netzwerk zurückgegriffen werden muss. Darüber hinaus kann sich die Notwendigkeit ergeben, das potenzielle Netzwerk zu erweitern, um auch künftig auf Veränderungsbedarfe reagieren zu können. Diese vier Möglichkeiten sind in Abbildung 5.5 schematisch dargestellt.

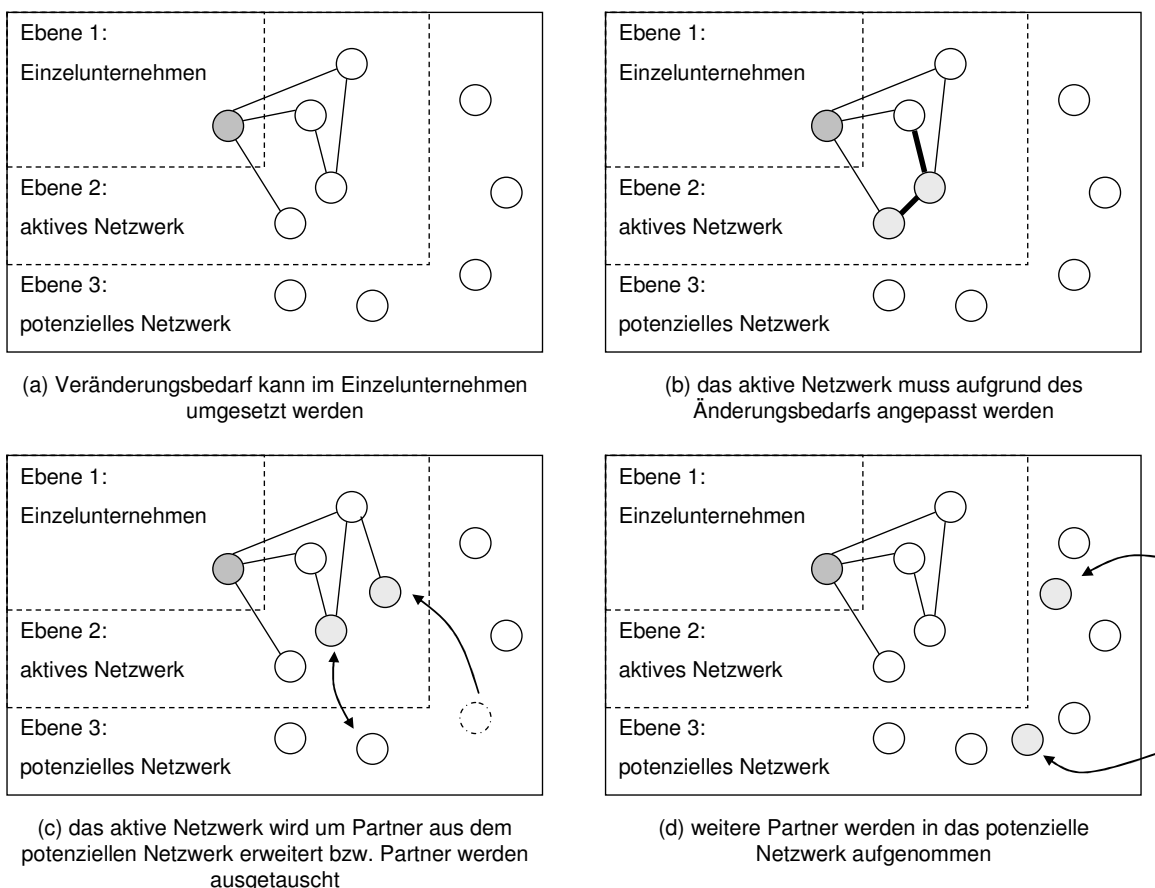


Abbildung 5.5: Auswirkungen von Veränderungsbedarfen auf unterschiedlichen Netzwerkebenen

Im ersten Fall (a) kann dem Veränderungsbedarf durch eine Anpassung im Einzelunternehmen – beispielsweise durch eine interne Umorganisation oder das Einstellen weiterer Entwicklungsingenieure – begegnet werden. Es sind in diesem Fall keine weiteren

Netzwerkpartner von der Veränderung betroffen – ebenso wenig wie die Schnittstellen zu den Partnerunternehmen. Im zweiten Fall (b) ist der Veränderungsbedarf so groß, dass das aktive Netzwerk angepasst werden muss. Es kann dabei zu einer neuen Netzwerkkonfiguration kommen, die Schnittstellen zwischen den Partnerunternehmen können angepasst werden oder die Aufgaben und Kompetenzen können anders zwischen den Netzwerkpartnern aufgeteilt werden. Falls der Änderungsbedarf so groß ist, dass er im Rahmen des aktiven Netzwerkes nicht mehr bewältigt werden kann (c), muss das aktive Netzwerk durch Partner aus dem potenziellen Netzwerk ergänzt werden oder es müssen Partner ausgetauscht werden. Dies trifft insbesondere zu, wenn benötigte Kompetenzen nicht im aktiven Netzwerk vorhanden sind und von außerhalb des Netzwerkes herangezogen werden müssen. Der vierte Fall (d) trifft zu, wenn das potenzielle Netzwerk um weitere Partner im Sinne einer losen Kopplung erweitert wird mit dem Ziel, künftig auf Veränderungsbedarfe reagieren zu können. Es können Unternehmen integriert werden, die für das Netzwerk interessantes technologisches Know-how haben, das aber noch nicht unmittelbar im Netzwerk benötigt wird. Dieser Fall ist als Form aktiver Wandlungsfähigkeit (Abschnitt 4.1) zu werten.

Die unterschiedlichen Fälle, die in Abbildung 5.5 dargestellt sind, stellen aus Sicht der Wandlungsfähigkeit unterschiedliche Anforderungen an ein Entwicklungsnetzwerk dar. Im ersten Fall (a) ist vor allem die interne Wandlungsfähigkeit eines Einzelunternehmens gefragt, während im zweiten Fall (b) hohe Anforderungen an die Anpassbarkeit der Schnittstellen im Netzwerk gestellt werden. Im dritten Fall (c) steht die Anforderung im Mittelpunkt, flexibel Unternehmen in das Netzwerk aufzunehmen bzw. auszutauschen. Im letzten Fall (d) besteht die Anforderung, lose Kopplungen zu Unternehmen zu bilden, die bei Bedarf in das Netzwerk aktiv eingebunden werden können (dies würde Fall c entsprechen).

Für alle vier Fälle gilt, dass zumindest ein Teilsystem und durch ihre enge Verzahnung wahrscheinlich mehrere Teilsysteme der Produktentwicklung (Ziel-, Objekt-, Handlungs- und Prozesssystem) bei der Umsetzung des Wandels betroffen sind. Aus diesem Grund wird in Abschnitt 5.2.5 vertieft auf die einzelnen Teilsysteme eingegangen.

Die letztendliche Entscheidungshoheit über Durchführung einer Veränderung ist abhängig von der Intensität und Häufigkeit dieser Veränderung. Veränderungen mit einer hohen Intensität oder Auswirkung werden vom Management durchgeführt. Kleinere Veränderungen, die dafür relativ häufig auftreten, erfolgen durch Selbstorganisation in autonomen Teams oder Abteilungen. Je geringer die Intensität einer Veränderung, desto stärker sollten selbstorganisierende Kräfte eine Rolle spielen. Das Management gibt dann nur die „Leitplanken“ in Form von Zielen und Regeln vor. Dieses Prinzip ist in Abbildung 5.6 schematisch dargestellt.

Die Entscheidung zur Umsetzung einer Veränderung beinhaltet auch die Entscheidung darüber, welche Wandlungsobjekte (das heißt, welche Parameter, die verändert werden können) betroffen sind. Die Wandlungsobjekte der Produktentwicklung werden in Abschnitt 5.2.5 ausführlich beleuchtet.

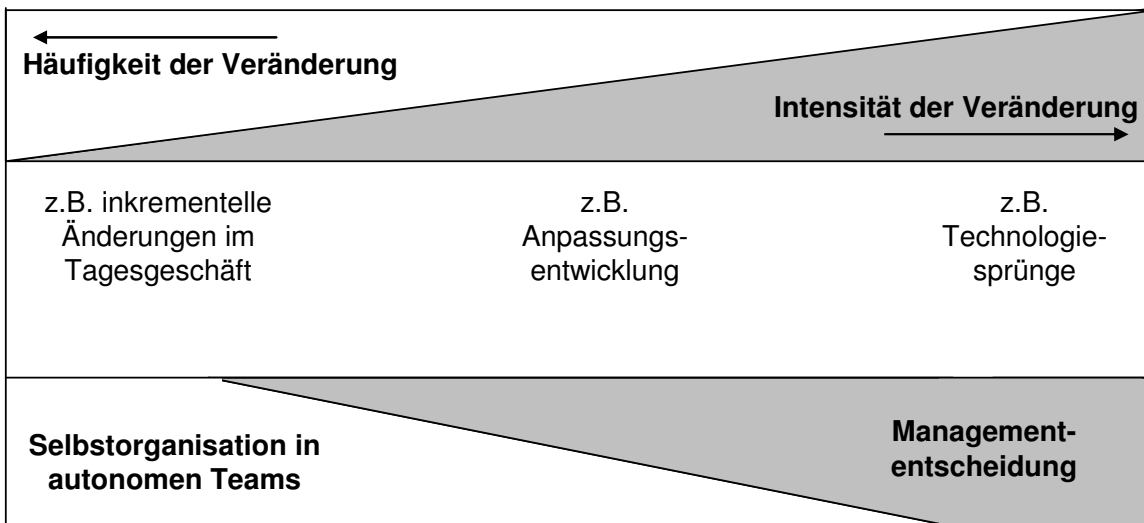


Abbildung 5.6: Entscheidungsebene in Abhängigkeit der Veränderungshäufigkeit und -intensität

5.2.4 Verlauf des Wandels

Die Durchführung des Wandels kann dabei als Transformationsfunktion $Z(t)$ dargestellt werden (Abbildung 5.7).

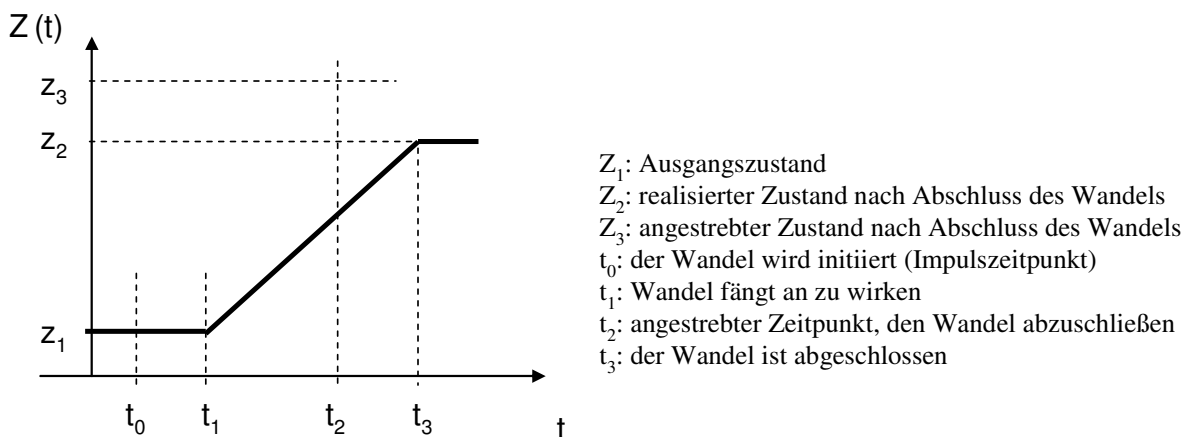


Abbildung 5.7: Grundsätzliche Transformationsfunktion des Wandels

Ausgehend von einem Ausgangszustand Z_1 , wird Zielzustand Z_3 angestrebt. Das angestrebte Maß an Wandel hat dann einen Umfang von $Z_3 - Z_1$. Wenn der Zielzustand nicht erreicht, sondern stattdessen nur Zustand Z_2 realisiert wird, entsteht eine Zielabweichung von $Z_3 - Z_2$. Die Zielabweichung kann positiv (Übererfüllung) oder negativ sein (Untererfüllung).

Der Wandel wird zum Zeitpunkt t_0 angestoßen. Häufig setzt der Wandel nicht sofort, sondern erst nach einer Zeitverzögerung ($t_1 - t_0$) zum Zeitpunkt t_1 ein. Dieser Sachverhalt birgt die Gefahr der Übersteuerung in sich. Dadurch, dass nicht sofort Änderungen sichtbar oder

messbar sind, sind Manager geneigt, mehr Wandel zu forcieren. Zum Zeitpunkt des Impulses (t_0) wird angestrebt, den Wandel zum Zeitpunkt t_2 abzuschließen. Wenn der Wandel zum Zeitpunkt t_3 abgeschlossen ist, entsteht eine (positive oder negative) Zeitabweichung von $t_3 - t_2$.

Die beschriebenen Ziel- und Zeitabweichungen sind ein Gütemaß für die Wandlungsfähigkeit. Dabei stellt das Maß der Erreichung des Sollzustandes bzw. die Richtigkeit der Maßnahmen die Effektivität des Wandels dar, während die Effizienz des Wandels von ihrer Geschwindigkeit und ihrem Ressourceneinsatz bestimmt wird. Die Effektivität des Wandels wird durch Rückkopplung mit dem gewünschten Zustand des Netzwerkes abgeglichen. Daraus kann ein weiterer Wandlungsbedarf entstehen.

Der Verlauf des Wandels (Maß an Wandel als Funktion der Zeit) verläuft in der Praxis nicht immer gleichmäßig bzw. linear. In Abbildung 5.8 sind weitere mögliche Transformationsfunktionen dargestellt, die in Tabelle 5.5 charakterisiert werden.

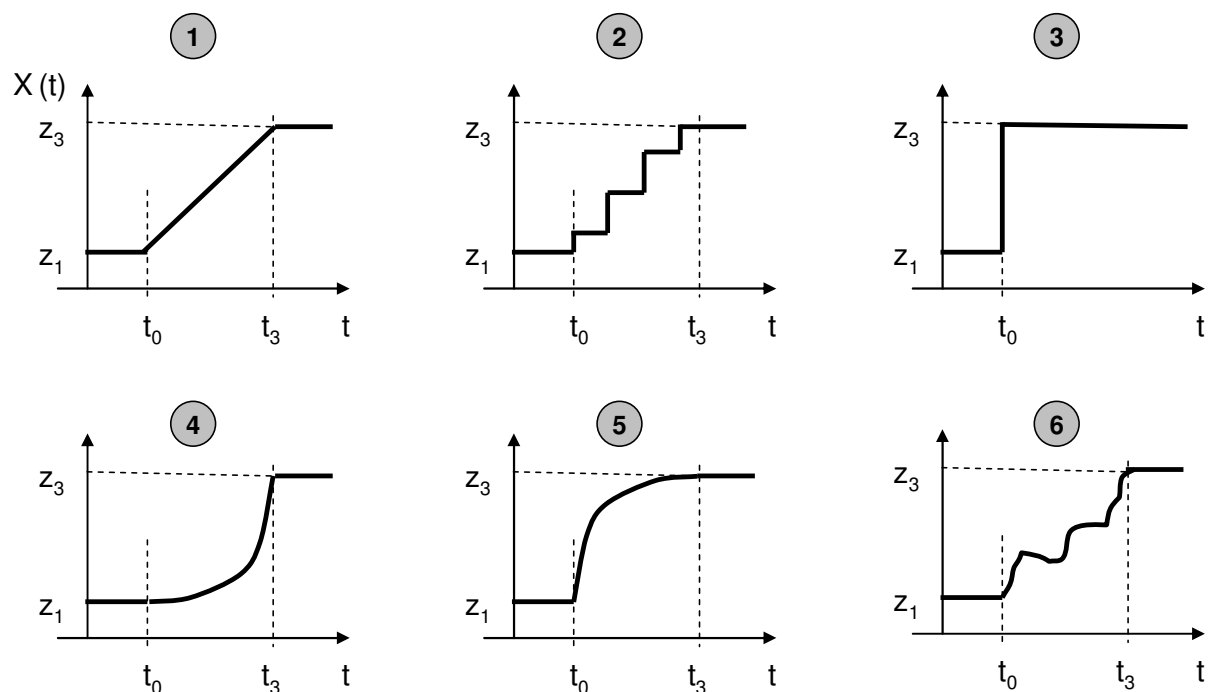


Abbildung 5.8: Alternative Transformationsfunktionen des Wandels

Transformationsfunktion	Typische Charakterisierung
1. Lineare Transformation.	<ul style="list-style-type: none"> Gleichmäßiger Wandel.
2. Stufenweise Transformation.	<ul style="list-style-type: none"> Wandel wird stufenweise vollzogen. Unterteilung des Veränderungsumfangs in Leistungsstufen. Stufenweiser Roll-Out, z.B. für die unterschiedlichen Partner im Netzwerk.
3. Sprungweise Transformation.	<ul style="list-style-type: none"> Wandel wird auf einen Schlag vollzogen.
4. Progressive Transformation.	<ul style="list-style-type: none"> Schwierige Anlaufkurve. Überwindung anfänglicher Schwierigkeiten.

Transformationsfunktion	Typische Charakterisierung
5. Degressive Transformation.	<ul style="list-style-type: none"> • Schnelle Realisierung von „Quick Wins“. • Zunehmende Widerstände im Rahmen der Umsetzung. • Aufwändige Feinjustierung.
6. Chaotische Transformation.	<ul style="list-style-type: none"> • Verlauf schwer planbar. • Wiederholte „Rückschläge“ bei der Umsetzung.

Tabelle 5.5: Charakterisierung der alternativen Transformationsfunktionen

In der betrieblichen Praxis werden Transformationsfunktionen selten in einer so idealtypischen Form vorgefunden werden, wie sie hier beschrieben wurde. In der Regel werden auch die ersten fünf beschriebenen Transformationsfunktionen chaotische Elemente haben.

5.2.5 Wandlungsobjekte (Regelstrecke)

Wandlungsobjekte sind die Elemente in Entwicklungsnetzwerken, an der ein Wandlungsprozess durchgeführt werden kann. Sie sind Parameter, die zur Verfügung stehen, wenn eine Veränderung erforderlich ist. Die hier beschriebenen Wandlungsobjekte werden im Folgenden gemäß dem ZOPH-Modell nach den Teilsystemen der Produktentwicklung (Ziel-, Objekt-, Prozess- und Handlungssystem) klassifiziert. Die einzelnen Teilsysteme wurden bereits in Kapitel 3 ausführlich dargestellt. An dieser Stelle werden die wesentlichen Objekte vor dem Hintergrund der Wandlungsfähigkeit systematisiert. In Abschnitt 5.4 werden daraus Erfolgsfaktoren und Handlungsempfehlungen abgeleitet.

5.2.5.1 Zielsystem

Das Zielsystem umfasst die Gesamtheit der Anforderungen an das Objektsystem, das Handlungssystem und das Prozesssystem. Die Wandlungsobjekte im Zielsystem der Produktentwicklung sind in Tabelle 5.6 dargestellt. Es handelt sich hier um unterschiedliche Ziel- und Anforderungsarten. Anforderungen beziehen sich in diesem Zusammenhang auf das Objektsystem.

Wandlungsobjekte im Zielsystem der Produktentwicklung	
Ziele	Ökonomische Ziele (Kosten, Umsatz, Gewinn, ...)
	Technische Ziele (Eigenschaften, Qualität, Materialeinsatz)
	Prozessziele (Entwicklungszeit, Ressourceneinsatz, ...)
Anforderungen	Interne Anforderungen (Anforderungen aus Baukasten, Anforderungen aus Produktion und Logistik,)
	Externe Anforderungen (Kundenanforderungen, gesetzliche Anforderungen, ...)

Tabelle 5.6: Wandlungsobjekte im Zielsystem

Die ökonomischen Ziele (z.B. Gewinnmaximierung) bilden den übergeordneten Rahmen für ein Entwicklungsnetzwerk. Unternehmen arbeiten (zumindest langfristig) primär aufgrund wirtschaftlicher Überlegungen in Unternehmensnetzwerken zusammen (Abschnitt 3.1).

Die Produktziele- und Anforderungen (diese beziehen sich auf das Objektsystem), die aus technischen sowie ökonomischen Zielen und Anforderungen bestehen, werden im Laufe des Entwicklungsprozesses detailliert und konkretisiert. Dieser mit der Produktentwicklung inhärente Vorgang impliziert bereits, dass sich die Produktziele während des Entwicklungsprozesses verändern. Darüber hinaus führen die in Abschnitt 5.2.1 beschriebenen internen und externen Wandlungstreiber häufig dazu, dass die Produktziele und -anforderungen während des Entwicklungsprozesses angepasst werden müssen. Neben den technischen Zielen und Anforderungen können auch die Prozessziele von den Wandlungstreibern beeinflusst werden. Als Beispiel wurde bereits ein erhöhter Ressourceneinsatz als Reaktion auf ein sich änderndes Umfeld genannt.

5.2.5.2 Objektsystem

Im Objektsystem wird das zu entwickelnde und produzierende Produkt (technisches System) beschrieben. Das Objektsystem reift über die Zeit von der Produktidee bzw. Beauftragung bis zum gefertigten Produkt (und in der Regel dem dazu gehörenden Fertigungsprozess).

Die Wandlungsfähigkeit des Objektsystems Automobil wird maßgeblich bestimmt von der Fähigkeit, das Automobil oder seine Module, Systeme und Komponenten schnell sich ändernden Marktanforderungen anzupassen. Der Bedarf an Wandlungsfähigkeit des Objektsystems ist unter anderem abhängig von den betroffenen Technologielebenszyklen⁷⁰. Diese unterscheiden sich für die unterschiedlichen Technologien im komplexen System Automobil erheblich. So sind im mechanischen Bereich (unter anderem durch hohe Investitionen für Produktionsanlagen und lange Vorlaufzeiten beispielsweise bei Umformtechnologien im Karosseriebau) relativ lange Produktlebenszyklen zu beobachten. Im Bereich der Elektrik und Elektronik dagegen sind Produktlebenszyklen von wenigen Jahren oder noch kürzer üblich.

Das konkrete Maß, mit dem das Objektsystem flexibel angepasst werden kann, ist abhängig von der Produktkomplexität, die durch die Anzahl der Bauteile und Schnittstellen, die Anzahl Varianten, die Funktionen und Eigenschaften sowie die eingesetzten Technologien bestimmt wird (Tabelle 5.7).

⁷⁰ SEIBERT (1998, S. 122) unterscheidet drei Phasen in Form einer S-Kurve: Phase I: Schrittmachertechnologie (Forschungsorientiert), Phase II: Schlüsseltechnologie (nicht frei am Markt verfügbar), Phase III: Basistechnologie (am Markt frei verfügbar). BULLINGER (1994, S. 116) unterscheidet zusätzlich verdrängte Technologie als Phase IV.

Wandlungsobjekte im Objektsystem der Produktentwicklung	
Produktarchitektur/ Produktstrukturierung	Elemente: Systeme, Module, Komponenten, Teile, ...
	Schnittstellen zwischen den Elementen den Elementen
Varianten/Produktvielfalt	Ausstattungen, Anzahl Gleichteile, ...
Funktionen	Software- und Hardwarefunktionen, ...
Eigenschaften	Qualitätsanspruch, Fahreigenschaften, ...
Technologien	Lebenszyklen, Innovationsgrad, Anzahl vorentwickelter Komponenten, ...

Tabelle 5.7: Wandlungsobjekte im Objektsystem

5.2.5.3 Prozesssystem

Das Prozesssystem stellt die Ablauforganisation der Produktentwicklung dar. Die wesentlichen Wandlungsobjekte, die bei einem Veränderungsbedarf angepasst werden können, sind die Entwicklungsprozesse und ihre Schnittstellen (Tabelle 5.8).

Wandlungsobjekte im Prozesssystem der Produktentwicklung	
Entwicklungsprozesse	Prozesse, Abläufe, Phasen.
Schnittstellen	Prozess- und Organisationsschnittstellen.

Tabelle 5.8: Wandlungsobjekte im Prozesssystem

Vor dem Hintergrund der Wandlungsfähigkeit geht es im Prozesssystem vor allem darum, Prozesse möglichst flexibel zu gestalten. Darüber hinaus ist es von Bedeutung, externe Netzwerkpartner in das Prozesssystem einbinden zu können.

5.2.5.4 Handlungssystem

Das Handlungssystem stellt die Ablauforganisation dar. Die Wandlungselemente des Handlungssystems sind in Tabelle 5.9 dargestellt. Aus Sicht der Wandlungsfähigkeit spielen insbesondere die Mitarbeiter und ihre Kompetenzen eine zentrale Rolle.

Wandlungsobjekte im Handlungssystem der Produktentwicklung	
Ressourcen	Kapazität (Menge).
	Kompetenzen (fachliche, soziale, Netzwerkkompetenz,).
Organisation	Mitarbeiterereinsatz.

Wandlungsobjekte im Handlungssystem der Produktentwicklung	
(Aufgabenverteilung und Anordnung der Entwicklungsprozesse)	Teamstrukturen.
	Rollen: Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortlichkeiten.
Verantwortung in Netzwerk	Vereinbarung, wer für eine Aufgabe verantwortlich ist, wer sie durchführt, wer mitwirkt und wer informiert werden muss.
Struktur des Netzwerkes	Erweiterung des Netzwerkes um weitere Partner, Reduktion des Netzwerkes um einen oder mehrere Partner, Austausch von Partnern, Neuverteilung der Aufgaben und Kompetenzen zwischen den Netzwerkpartnern. Neugestaltung der Schnittstellen zwischen den Netzwerkpartnern, ...
I&K-Infrastruktur	Mailsystem, PDM-Systeme, Datenbanken,
Methoden	FMEA, QFD, ...

Tabelle 5.9: Wandlungsobjekte im Handlungssystem

Auf einzelne I&K-Technologien und Methoden muss im Rahmen dieser Arbeit nicht tiefer eingegangen werden. Der Beitrag von I&K-Technologien zur Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken ist ausführlich als Fallstudie in Abschnitt 6.1 dargestellt.

5.2.6 Wandlungsbefähiger und Wandlungshemmer

Die Wandelbarkeit der in den vorigen Absätzen besprochenen Wandlungsobjekte wird maßgeblich von den für diese Arbeit relevanten Wandlungsbefähigern und Wandlungshemmern bestimmt (Abschnitt 4.3.2).

Für diese Arbeit sind insbesondere die aus den allgemeinen Systemeigenschaften Komplexität, Dynamik und Vernetztheit (Abschnitt 2.1) abgeleiteten Wandlungsbefähiger/-hemmer Modularität, Redundanz, Vernetzungsfähigkeit, Integrationsfähigkeit sowie Funktions- und Nutzungsneutralität (dazu auch HERNÁNDEZ MORALES 2003, S. 54 f.) relevant. Diese wirken auf Ziel-, Objekt-, Prozess- und Handlungssysteme der Produktentwicklung. Zusätzlich scheinen einerseits Transparenz und andererseits die Organisationskultur als Eigenschaft des Handlungssystems für diese Arbeit relevant. Die Wandlungsbefähiger und -hemmer werden in Tabelle 5.10 beschrieben.

Wandlungsbefähiger/-hemmer	Beschreibung
Modularität	Verwendung vordefinierter Systemelemente (z.B. Bauteile oder Prozesse), die weitgehend unabhängig von anderen Systemelementen entwickelt werden (zu unterscheiden ist nach technischer und organisatorischer Modularität, Abschnitt 3.6). Es kann flexibel auf bestehende Systemelemente zurückgegriffen werden, der Einsatz von Modulen wirft aber zusätzliche (hemmende) Restriktionen auf, die ein schnelles Reagieren verhindern können.

Wandlungsbefähiger/-hemmer	Beschreibung
Redundanz	Die mehrfache Existenz von Systemelementen mit gleicher Funktion. Die redundanten Systemelemente können in Bedarfsfall schnell eingesetzt werden. Es können aber Systemineffizienzen entstehen.
Vernetzungs- und Integrationsfähigkeit	Maß, inwiefern Systemelemente mit geringem Aufwand z.B. durch Standardschnittstellen miteinander verbunden werden können. Es können aus bestehenden Elementen schnell neue Lösungen erzeugt werden, dies fördert die Wandlungsfähigkeit.
Funktions- und Nutzungsneutralität	Die Einsetzbarkeit der Systemelemente für mehrere Zwecke oder Funktionen. Die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten erhöhen die Wandlungsfähigkeit.
Transparenz	Der Systemzustand ist zu jedem erwünschten Zeitpunkt bekannt. Hierdurch können Wandlungsbedarfe schnell erkannt, Entscheidungen zeitnah getroffen und Maßnahmen eingeleitet werden.
Organisationskultur	Die Gesamtheit von Normen und Wertvorstellungen in einer Organisation hat einen wesentlichen Einfluss darauf, wie auf Wandel reagiert wird und wie damit umgegangen wird. Die Organisationskultur kann, je nach Ausprägung der Kultur, förderlich oder hemmend für die Wandlungsfähigkeit sein.

Tabelle 5.10: Beschreibung der Wandlungsbefähiger/-hemmer

5.3 Analyserahmen für ausgewählte Netzwerktypen

Die in den vorangegangenen Absätzen dargestellten Prinzipien und Erfolgsfaktoren haben unabhängig vom Netzwerktyp eine allgemeine Gültigkeit. An dieser Stelle wird eine Differenzierung nach Netzwerktypen vorgenommen und auf die zwei identifizierten Grundtypologien von Unternehmensnetzwerken (Abschnitt 3.2.2) zurückgegriffen: hierarchische und heterarchische Netzwerke.

Für die zwei Netzwerktypologien sind in der Praxis unterschiedliche Anwendungsfälle denkbar, die im Folgenden systematisch beschrieben werden. Zu diesem Zweck werden drei Dimensionen vorgeschlagen, die die verschiedenen Ausprägungen der Netzwerktypologien beschreiben:

- *Teileumfang/-komplexität* beschreibt, welcher Umfang Gegenstand des Netzwerkes ist – von hoch (Gesamtfahrzeug) bis niedrig (Normteile). Diese Dimension bezieht sich auf das Zielsystem und auf das Objektsystem. Bei Zunahme der Produktkomplexität (in Richtung Gesamtfahrzeug) nehmen auch die Anzahl der Zielkonflikte und der Grad der Integration zu.
- *Wertschöpfung* beschreibt den Inhalt des Netzwerkes und wird unterschieden nach Entwicklung (Konzeptentwicklung, Serienentwicklung) und Produktion (Fertigung, Endmontage). Die Dimension der Wertschöpfung bezieht sich primär auf das Zielsystem sowie auf das Prozess- und das Handlungssystem der Produktentwicklung. Entlang dieser Dimension verringert sich das erforderliche Maß an Kreativität und es konkretisieren sich die Ziele (allerdings nicht linear). Darüber hinaus werden unterschiedliche Prozesse, Methoden, Tools etc. benötigt.

- *Verantwortung* beschreibt die Arbeitsteilung zwischen den Partnern und bestimmt die Verantwortung für einen Netzwerkumfang. Die Dimension der Verantwortung betrifft sowohl das Zielsystem als auch das Prozess- und das Handlungssystem. Sie legt zudem das Maß der organisatorischen Integration fest.

Die drei Dimensionen können als Analyserahmen in Form eines Würfels dargestellt werden (Abbildung 5.9)⁷¹

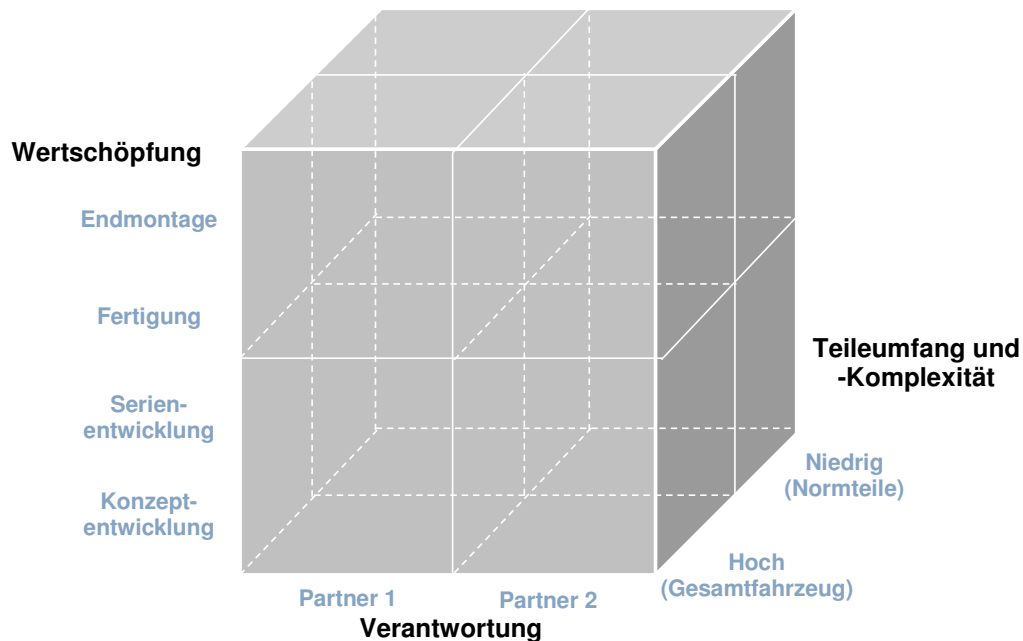


Abbildung 5.9: Analyserahmen unterschiedlicher Ausprägungen von Unternehmensnetzwerken

Anhand des vorgeschlagenen Analyserahmens können die unterschiedlichen Ausprägungen der Netzwerktypologien beschrieben werden. In Anhang A sind beispielhaft einige Unternehmen mit ihrer Rolle im jeweiligen Entwicklungsnetzwerk dargestellt (jeweils aus Sicht eines OEMs mit einem Partner).

5.4 Gestaltungsprinzipien für Entwicklungsnetzwerke

Die Darstellung der Gestaltungsprinzipien für Entwicklungsnetzwerke erfolgt in drei Schritten. Erstens werden in die in Kapitel 2 ausgeführten Theorien auf das Management von Entwicklungsnetzwerken angewendet. Zweitens werden die in Abschnitt 4.3.1 ausgeführten Ansätze zur Komplexitätsbewältigung auf Entwicklungsnetzwerke angewendet. Schließlich werden Erfolgsfaktoren und Handlungsempfehlungen anhand des ZOPH-Modells dargestellt.

⁷¹ Die prinzipielle Darstellung mit zwei Partnern ist an dieser Stelle ausreichend, um das Prinzip des Analyserahmens darzustellen.

5.4.1 Anwendung der Theorien auf Entwicklungsnetzwerke

Die in Kapitel 2 ausgeführten Theorien werden an dieser Stelle auf das Netzwerkmanagement angewendet. Dazu werden aus den Theorien Handlungsempfehlungen für die unterschiedlichen Phasen des Netzwerkes (Abschnitt 3.3) abgeleitet und praktische Beispiele dargestellt. Die Theorien werden nur für die Netzwerkphasen dargestellt, für die sie auch eine wesentliche Bedeutung haben.

Die Property Right-Theorie wirkt im Wesentlichen auf die Anbahnungs-, die Gestaltungs- und auf die Rekonfigurationsphase (Tabelle 5.11), während die Transaktionskostentheorie auf alle vier Netzwerkphasen wirkt (Tabelle 5.12).

	Phasen des Netzwerkes		
	Anbahnungsphase	Gestaltungsphase	Rekonfigurationsphase
Property Right Theorie	Festlegung Inhalt und Aufgaben des Netzwerkes und Identifikation, welche Verfügungsrechte entsprechend festgelegt werden müssen.	Festlegung der mit dem Netzwerkinhalt verbundenen Verfügungsrechte und die daraus entstehenden Erträge (Vertragsgestaltung) mit dem Ziel, das Verhalten der Partner so zu steuern, dass sie so effizient mit den Ressourcen umgehen.	Aufteilen oder neue Festlegung der Verfügungsrechte (greifen Unternehmen auf Ressourcen anderer zu, fallen Eigentums- und Nutzungsrechte auseinander).
Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> • Gemeinsame Entwicklung oder nur „verlängerte Werkbank“. • .. 	<ul style="list-style-type: none"> • Beteiligung von Zulieferern am Ergebnis. • Teilen von Ertragsrisiko zwischen den Partnern. • Verantwortung für ein Produkt über den gesamten Lebenszyklus bei einem Partner (auch Gewährleistung). • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Zuordnen von Patenten an einen oder mehrere Partner. • Vereinbarung über Verrechnung weiterer Erträge aus Entwicklung. • Vereinbarung Verantwortlichkeit im Gewährleistungsfall. • ..

Tabelle 5.11: Anwendung der Property Right-Theorie auf das Netzwerkmanagement

	Phasen des Netzwerkes			
	Anbahnungsphase	Gestaltungsphase	Betriebsphase	Rekonfigurationsphase
Transaktionskostentheorie	Netzwerkgestaltung unter Berücksichtigung der über den gesamten Zyklus des Netzwerkes anfallenden Transaktionskosten.			
Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> • Informationsbeschaffung über potenzielle Partner. • Reisen. • Beratung. • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Verhandlungen. • Vertragsformulierung • Vertragsabschluss. • Aufbau spezifischer (IT)-Infrastruktur. • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Prozesssteuerung. • Prozesskontrolle. • Qualitätskontrolle. • Terminüberwachung. • Kostencontrolling. • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Anpassung Zielsystem. • Vertragsanpassungen. • Entflechtung des Netzwerkes. • ...

Tabelle 5.12: Anwendung der Transaktionskostentheorie auf das Netzwerkmanagement

Die Principal-Agent-Theorie wirkt im Wesentlichen auf die Anbahnungs-, die Gestaltungs- und die Betriebsphase (Tabelle 5.13).

	Phasen des Netzwerkes		
	Anbahnungsphase	Gestaltungsphase	Betriebsphase
Principal-Agent-Theorie	Vermeidung von <i>Hidden Characteristics</i> bei der Partnerauswahl durch Signaling und Screening.	<ul style="list-style-type: none"> • Vermeidung von <i>Hidden Intention</i>: Einschränken der Handlungsoptionen im Sinne des Netzwerkes durch Vorgabe von Regeln und Sanktionen. • Aufbau eines Informationssystems zur Reduktion des Informationsgefälles im Netzwerk. • Schaffen eines institutionellen Rahmens zur Klärung etwaiger Streitfälle. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vermeidung von <i>Hidden Action</i> durch Monitoring. • Vertrauen verfestigen. • Reduktion des Informationsgefälles zwischen Principal und Agent.
Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> • Durchführung von Benchmarks. • Prüfung von Referenzen. • Vergleich/ Wettbewerb von Konzepten. • Einholen von Gutachten. • Durchführung von technischen Erprobungen. • Überprüfung der Kreditwürdigkeit der möglichen Partner. • Einholen von Informationen über das Verhalten der möglichen Partner in Netzwerken. • (teilweise) Offenlegung der Kalkulation seitens des Agenten (z.B. Zulieferer). • ... 	<p>Anreiz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beteiligung der Partner am Ergebnis/Gewinn. • Tätigen von gemeinsamen Investitionen. • Abschließen von langfristigen Verträgen • Vereinbarungen von Garantieleistungen, z.B. Gewährleistung. • Zusagen von Bevorzugung bei weiteren Auftragsvergaben. <p>Kontrolle</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausbau eines Berichtswesens. • Durchführung von Benchmarks. • Benennung eines Schiedsrichters zur Klärung etwaiger Streitfälle • Aufbau infolge Eskalation. <p>• Förderung Vertrauen zur Senkung des Kontrollaufwandes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anreiz über Reputation. • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Durchführung von Kontrollbesuchen. • Kontrolle anhand von Informationssystemen. • Wenn sich der OEM nur auf eine steuernde Rolle konzentriert, ist es insbesondere bei technologisch neuen Entwicklungen schwer, die Leistung der Zulieferer zu beurteilen. Daher ist es notwendig, auf dem letzten technischen Stand zu bleiben, z.B. dadurch, dass ein Modul für eine Baureihe fremdvergeben und ein vergleichbares Modul für eine andere Baureihe selbst entwickelt wird. • ...

Tabelle 5.13: Anwendung der Principal-Agent-Theorie auf das Netzwerkmanagement

Die Spieltheorie wirkt schwerpunktmäßig auf die Gestaltungs- und Betriebsphase. Da die Prinzipien für beide Phasen gleich gelten, sind sie in an dieser Stelle zusammengefasst (Tabelle 5.14).

Phasen des Netzwerkes	
Gestaltungs- und Betriebsphase	
Spieltheorie	Anwendung Tit-for-Tat-Strategie: <ul style="list-style-type: none"> • Kooperation lohnt sich, auch wenn die Partner unterschiedlich hohe Gewinne erzielen. • Defektieren nicht als erster. • Entgegenseitig sowohl Kooperation als Defektion. • Stell sicher, dass eventuelle Sanktionen die Kooperation nicht dauerhaft schädigen. • Stell ein vorhersehbares und zuverlässiges Kooperationsverhalten sicher. • ...
Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> • Wissenstransfer fördern und nicht bewusst unterlassen. • Einbringen von guten Mitarbeitern in das Netzwerk. • ...

Tabelle 5.14: Anwendung der Spieltheorie auf das Netzwerkmanagement

Die Ressource Based View wirkt auf alle vier Netzwerkphasen. Da die Prinzipien für die Gestaltungs- und Betriebsphase gleich sind, werden sie in an dieser Stelle zusammengefasst (Tabelle 5.15).

Phasen des Netzwerkmanagements			
	Anbahnungsphase	Gestaltungs- und Betriebsphase	Rekonfigurationsphase
Ressource Based View	<ul style="list-style-type: none"> • Identifikation, auf welche Ressourcen und Kompetenzen zugegriffen werden soll. • Identifikation, welche Ressourcen und Kompetenzen in das Netzwerk eingebracht werden sollen. • Teilung von Kosten für Ressourcen mit anderen Partnern. 	<ul style="list-style-type: none"> • Schaffen von Voraussetzungen, um im Netzwerk gemeinsam Kompetenzen (weiter) zu entwickeln (Häufig entstehen durch Lernprozesse aus Ressourcen in synergetischer Wechselwirkung mit anderen Ressourcen neue, wettbewerbsrelevante Kernkompetenzen). • Aufbauen und Entwickeln von Kooperationsfähigkeit als Kompetenz. 	Ggf. Überführen von Ressourcen und Kompetenzen vom Netzwerk in die eigene Unternehmung. Der ungewollte Abfluss von Ressourcen und Kompetenzen aus dem Netzwerk ist zu verhindern.
Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> • Kernkompetenzanalyse für die Produktentwicklung • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Aufsetzen und Betreiben eines gemeinsamen Wissensmanagements. • Förderung lernender Organisation im Netzwerk. • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Übernahme von Mitarbeitern • Schulung • Ablage Unterlagen • ...

Tabelle 5.15: Anwendung der Ressource Based View auf das Netzwerkmanagement

5.4.2 Methoden der Komplexitätsbewältigung bei der Gestaltung von Entwicklungsnetzwerken

Im Folgenden werden die Methoden der Komplexitätsbewältigung aus Abschnitt 4.3.1 aufgegriffen und beispielhaft auf Entwicklungsnetzwerke angewandt (Tabelle 5.16). Die Ansätze werden an dieser Stelle nach Ansätzen systematisiert, die sich eher auf die Vereinfachung der Wirklichkeit beziehen, nach Ansätzen mit einem Bezug zur Organisation

im Netzwerk und als spezieller Ausprägung dieser nach Ansätzen, die Regeln im Netzwerk definieren.

	Ansatz	Beispielhafte Anwendung auf Entwicklungsnetzwerke
Vereinfachung der Wirklichkeit	Abstraktion	Reporting an das Netzwerkrgremium anhand festgelegter Kennzahlen.
	Black-Box-Betrachtung	Management des Netzwerkes durch Beobachtung der Schnittstellen zwischen den einzelnen Funktionen und Partnern.
	Modellierung und Simulation	Modellierung, Visualisierung und Optimierung der Netzwerkstruktur und Entscheidungswege.
	Zerlegung (Analyse)/ Spezialisierung	Zerlegung der Entwicklungsaufgaben in Aufgabenpakete, die den einzelnen Partnern unter Berücksichtigung ihrer Kompetenzen und verfügbarer Ressourcen zugeordnet werden.
	Visualisierung	Transparentes Darstellen des Systemzustandes des Netzwerkes als Entscheidungsgrundlage.
Organisation im Netzwerk	Zielbildung	Gemeinsame Abstimmung grundsätzlicher Ziele mit den relevanten Partnern.
	Planung	Gesamtplanung z.B. anhand eines übergreifenden Syncho- und Meilensteinplans. Herunterbrechen der Planung auf die unterschiedlichen Partner sowie Sicherstellung der Integration.
	Strukturierung und Ordnung	Festlegen von Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortlichkeiten der einzelnen Netzwerkpartner sowie der Schnittstellen zwischen den Partnern.
	Interdisziplinarität	Emergente Einbringung der unterschiedlichen Kompetenzen, Ressourcen und Unternehmenskulturen der einzelnen Netzwerkunternehmen zur Erfüllung der Entwicklungsaufgabe.
	Selbstlenkung/ Selbstorganisation	Festlegen einer hohen Autonomie und dezentralen Entscheidungsgewalt für die interdisziplinären Entwicklungsteams.
	Integration (Synthese)	Abgleich und Zusammenfahren der einzelnen Entwicklungsergebnisse der einzelnen Netzwerkpartner, z.B. anhand eines Synchro- und Meilensteinplans.
	Spezialisierung/ Differenzierung	Aufbau von spezifischem Know-how einzelner Netzwerkpartner zur Stärkung des Netzwerkes.
	Iteration und Rekursion	Schrittweises Zusammenführen von Entwicklungsergebnissen der einzelnen Netzwerkpartner.
	Evolution	Förderung einer offenen Kultur des Lernens und des Austausches im Netzwerk.
	Abschirmung/ Isolierung	Änderungsfreeze in der Entwicklung. Neue Veränderungen werden nicht mehr berücksichtigt.
	Redundanz	Vorhalten redundanter Ressourcen, um kurzfristig auf Veränderungen reagieren zu können.
Festlegen von Regeln	Informationsverarbeitung	Etablierung einer gemeinsamen IT-Landschaft. Vereinbarung einer Berichtstruktur/eines Berichtswesens. Schnittstellendefinition (welche Informationen werden über welche Schnittstellen ausgetauscht). Festlegen von Eskalationswegen.
	Formalisierung und Constraints	Festlegen von Spielregeln, Werten und Normen sowie Formen der Zusammenarbeit im Entwicklungsnetzwerk.
	Standardisierung	Vereinheitlichung von Prozessen, Methoden und Systemen über die Netzwerkpartner hinweg.
	Heuristiken	Einführen eines Glossars mit den wesentlichen gemeinsamen Begriffen im Netzwerk. Ausarbeitung eines „Toolkits“ mit vorgedachten Methoden der Entwicklung im Netzwerk.
	Repetitivität von Störungen	Entwicklung eines Standardrepertoires für wiederkehrende Fälle.

Tabelle 5.16: Methoden der Komplexitätsbewältigung bei der Gestaltung von Entwicklungsnetzwerken

5.4.3 Erfolgsfaktoren und Handlungsempfehlungen

5.4.3.1 Zielsystem

Der Zweck eines Entwicklungsnetzwerkes wird über seine Ziele festgelegt. Während der Dauer eines Netzwerkes können sich die Ziele der Partner verändern. Dies kann das Netzwerk gefährden und so zu einer Rekonfiguration des Netzwerkes führen. Die Erreichung der Ziele – trotz oder mithilfe der beschriebenen internen und externen Wandlungstreiber – ist deshalb ein Messkriterium für die Wandlungsfähigkeit eines Unternehmensnetzwerkes. Die ökonomischen Ziele wirken als Anreiz für die Partner und sind somit stabilisierend für das Netzwerk. Aus diesem Grund soll es vermieden werden, die übergreifenden Ziele häufig zu verändern. Tabelle 5.17 beschreibt die Erfolgsfaktoren im Zielsystem und ihre Auswirkungen.

Erfolgsfaktoren im Zielsystem	Auswirkung
Vereinbarung von Zielen für das Netzwerk als gemeinsame Basis für die Zusammenarbeit.	<ul style="list-style-type: none"> • Berücksichtigung der Ziele aller Partner. • Gemeinsame Orientierung für die Netzwerkpartner. • Stabilisierende Wirkung für das Netzwerk.
Durchgängige und ganzheitliche Dokumentation der technischen Ziele und Anforderungen auf allen Ebenen des komplexen Produktes Automobil.	<ul style="list-style-type: none"> • Ziele des Fahrzeugs werden durchgängig auf Systeme, Module und Komponenten heruntergebrochen. • Erzeugung eines strukturierten Gesamtbilds der Abhängigkeiten zwischen Funktionen und Partnern. • Vermeidet redundante Entwicklungstätigkeiten. • Die Funktionsfähigkeit auf der Ebene des Gesamtsystems wird sichergestellt. • Trägt zur Beherrschung der Vernetzung zwischen den Teilsystemen bei.
Integration der Ziele in die Produktstruktur, z.B. im Rahmen des Produktdatenmanagements.	<ul style="list-style-type: none"> • Ein direkter Bezug zwischen Zielen, Anforderungen und der Produktstruktur wird hergestellt. • Änderungen am Produkt können unmittelbar mit den Zielen und Anforderungen abgeglichen werden.
Transparenz der Ziele für die beteiligten Partner im Netzwerk.	<ul style="list-style-type: none"> • Informationen über die aktuell vereinbarten Ziele und Anforderungen sowie deren Einordnung im Gesamtzielsystem stellen sicher, dass bei der Anpassung von Zielen auch die betroffenen Systeme/Module/ Komponenten und damit auch die relevanten Partner einbezogen werden können. Dies vermeidet, dass Zielkonflikte entstehen oder, dass Entwicklungsleistungen auf Basis veralteter Ziele und Anforderungen erfolgen.
Modularisierung des Zielsystems.	<ul style="list-style-type: none"> • Einfachere Zuordnung zu und Vergabe an Netzwerkpartner. • Die Änderung eines Ziels in einem Modul wirkt sich nicht gleich auf das gesamte System aus. • Wiederverwendung von Anforderungen (z.B. anhand modularer Lastenhefte, EVERSHEIM et. al. 2002).
Integration des Zielmanagements in das genehmigende Änderungsmanagement.	<ul style="list-style-type: none"> • Vermeidung von Fehlkonstruktionen bzw. Konstruktionen auf Basis veralteter Zielstände. • Stabilisierende Wirkung, indem Ziele erst nach einer Genehmigung geändert werden.
Dynamische Erweiterung und Ergänzung des Zielsystems.	<ul style="list-style-type: none"> • Detaillierung der Ziele bei fortschreitendem Erkenntnisgewinn während des Entwicklungsprozesses.

Tabelle 5.17: Erfolgsfaktoren im Zielsystem

Der Bedarf an Durchgängigkeit und Transparenz der Ziele für das komplexe Produkt Fahrzeug ist beispielhaft in Abbildung 5.10 dargestellt.

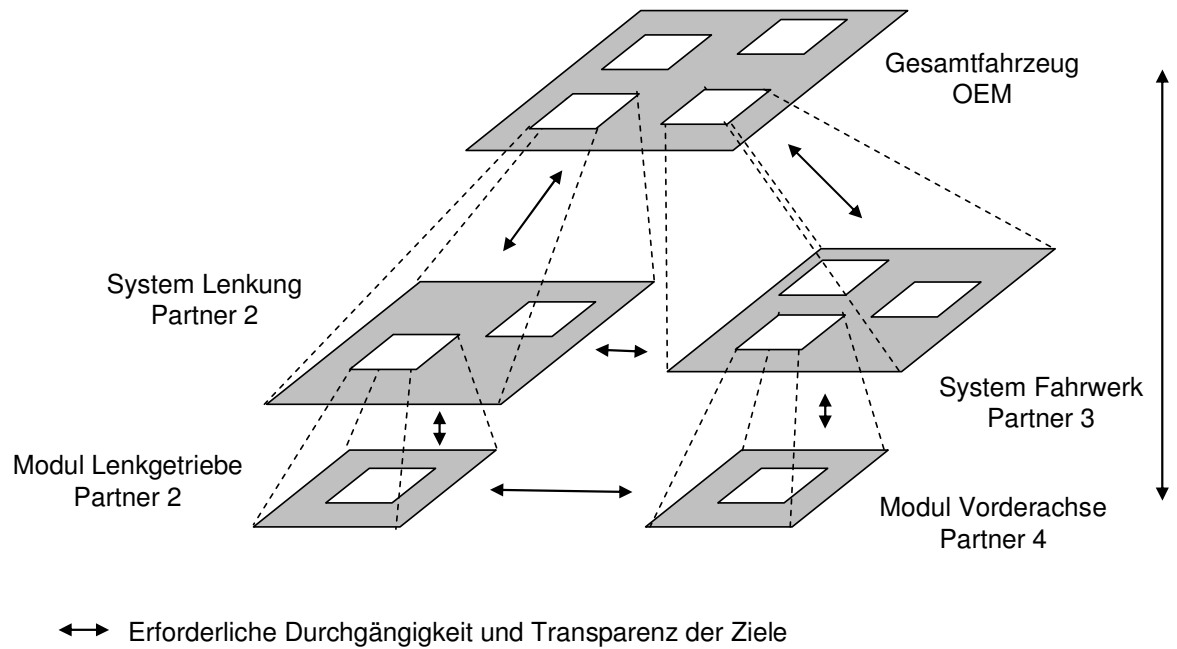


Abbildung 5.10: Erforderliche Durchgängigkeit und Transparenz der Ziele

In der betrieblichen Praxis verändern Ziele sich zum Teil sehr häufig, sodass den Eindruck entsteht, dass mit „bewegten“ Zielen gearbeitet wird. Die Wandelbarkeit des Zielsystems der Produktentwicklung ist daher auch unter dem zeitlichen Gesichtspunkt zu betrachten. Da sich das Entwicklungsergebnis über die Zeit immer weiter konkretisiert, sollten die Ziele über die Zeit auch immer konkreter und verbindlicher werden. Zu festen Zeitpunkten im Entwicklungsprozess sollten die Ziele eingefroren werden. Eine Wandelbarkeit ist dann nicht mehr erwünscht.

5.4.3.2 Objektsystem

Zur Förderung der Wandlungsfähigkeit der Wandlungsobjekte im Objektsystem sind in Tabelle 5.18 Erfolgsfaktoren zur zusammengestellt.

Erfolgsfaktoren im Objektsystem	Auswirkung
Aufbau einer offenen Produktarchitektur.	<ul style="list-style-type: none"> • Entkoppelt die unterschiedlichen Lebenszyklen der verschiedenen Technologien im Fahrzeug. • Entkoppelt die unterschiedlichen Lebenszyklen vom Fahrzeug als Gesamtsystem und einzelne Komponenten. • Stellt die Kompatibilität der in die Produktarchitektur integrierten Bauteile sicher.

Erfolgsfaktoren im Objektsystem	Auswirkung
Verwendung standardisierter Bauteile durch Reduktion der Abhängigkeit zwischen einzelnen Bauteilen unter Verwendung standardisierter Schnittstellen.	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Wiederverwendbarkeit der einzelnen Bauteile (bei unveränderten Schnittstellen). • Die Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems wird durch die Definition von Standardschnittstellen sichergestellt. • Die Komplexität des Gesamtsystems wird reduziert. • Ermöglicht die Entwicklung von Bauteilen unabhängig vom Gesamtsystem. • Ermöglicht einen flexiblen Austausch von Bauteilen durch standardisierte Schnittstellen. • Stellt die Kompatibilität der in die Produktarchitektur integrierten Bauteile sicher. • Vereinfacht die Vergabe von Bauteilen an Partner im Netzwerk. • Reduziert den Abstimmungsaufwand bei der Entwicklung einzelner Bauteile (z.B. zwischen Netzwerkpartnern). • Änderungen wirken sich häufig nur auf einen Bauteil aus und sind daher besser einzugrenzen. Sofern die Schnittstellen nicht geändert werden, ist das Gesamtsystem von Änderungen nicht betroffen. • Erhöhte Produktqualität durch Reduktion der Fehlerwahrscheinlichkeit. • Stellt die Auf- und Abwärtskompatibilität unterschiedlicher Bauteilversionen sicher (spielt insb. bei Softwareentwicklung eine bedeutende Rolle). • Ermöglicht Zeit- und Kosteneinsparungen in Entwicklung und Produktion.
Verwendung modell- und herstellerübergreifender Module und Komponenten (insb. nicht Wettbewerbsdifferenzierende Bauteile).	<ul style="list-style-type: none"> • Vereinfacht die Vergabe an Partner im Netzwerk. • Führt zu Zeit- und Kosteneinsparungen im Netzwerk durch Mehrfachverwendbarkeit der Module und Komponenten. • Reduziert die Entwicklungszeit.
Sicherstellung der Auf- und Abwärtskompatibilität in Bezug zum Lebenszyklus.	<ul style="list-style-type: none"> • Ermöglicht Updates mit Funktionserweiterung. • Eröffnet neue Geschäftsmodelle in der Aufwertung von Neu- und Gebrauchtfahrzeugen. • Vereinfacht Service und Reparatur insb. bei Elektrik/Elektronik Umfängen.
Forcieren von industrieweiten Standardisierungsinitiativen insb. in der Elektrik/Elektronik.	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion von Entwicklungsaufwand. • Vereinfachung der Vergabe von Umfängen an externe Partner.
Spätes Festlegen von Varianten.	<ul style="list-style-type: none"> • Varianten können besser an Wandlungstreiber (insb. Kundenanforderungen) ausgerichtet werden. • Reduziert Komplexität in der Entwicklung.

Tabelle 5.18: Erfolgsfaktoren im Objektsystem

5.4.3.3 Prozesssystem

Zur Förderung der Wandlungsfähigkeit der Wandlungsobjekte im Prozesssystem sind in Tabelle 5.19 Erfolgsfaktoren zur zusammengestellt.

Erfolgsfaktoren im Prozesssystem	Auswirkung
Etablierung eines Prozessbaukastens.	<ul style="list-style-type: none"> • Autonome Prozesse können selbstständig bearbeitet werden. • Ermöglicht die Vergabe von Teilprozessen an Partner im Netzwerk. • Ermöglicht die Wiederverwendung von vorhandenem Entwicklungswissen. • Ermöglicht schnellere und flexiblere Realisierung des Entwicklungsprozesses. • Entwicklungsprozesse sind leicht skalierbar, indem neue modulare Prozesse hinzugefügt werden können. • Prozessbaukasten führen zu einer Prozessstandardisierung.
Etablierung einer Meilensteinplanung auf der Ebene des Gesamtnetzwerkes.	<ul style="list-style-type: none"> • Definition verbindlicher Ergebnis/Entscheidungspunkte (Termine und Inhalte). • Vermeidung von Doppelarbeit. • Nutzung als Kommunikations- und Planungsbasis. • Darstellung der Auswirkung einzelner Änderungen im Prozesssystem. • Ermöglicht das Ableiten einzelner Aufgabenpakete für die Partner im Netzwerk (Sub-Meilensteinpläne). • Synchronisiert die unterschiedlichen Prozesse. • Hilft bei der Umsetzung der Prinzipien des Simultaneous Engineering (Synchronisation des Zusammenspiels zwischen klassischer Entwicklung, E/E-Entwicklung, Produktion, Vertrieb und Kunde).
Aufrechterhaltung eines Teils der Entwicklungsorganisation im Netzwerk für die Marktphase.	<ul style="list-style-type: none"> • Ermöglicht schnelles Erfassen von Problemen aus der Fertigung/Montage oder aus dem Feld. • Ermöglicht das schnelle Anpassen des Fahrzeuges oder einzelner Bauteile (z.B. Infotainment) auf sich ändernde Wandlungstreiber (insb. Kundenwünsche).

Tabelle 5.19: Erfolgsfaktoren im Prozesssystem

Ein wesentlicher Beitrag zur Steigerung der Wandlungsfähigkeit im Prozesssystem der Produktentwicklung ist die Etablierung von Prozessbaukasten (Abschnitt 3.6.4). Anhand dieser Prozessbaukästen können situationsangepasst benötigte Prozessketten erzeugt werden.

Als Orientierung für das Prozesssystem der Produktentwicklung gilt der Meilensteinplan als strukturierte und transparente Darstellung der (Soll)-Entwicklungsprozesse in einem übergreifenden Terminplan. Im Meilenstein- bzw. Synchroplan werden die zeitlichen und inhaltlichen Abhängigkeiten einzelner Prozesse bzw. Arbeitsergebnisse aus den Prozessen dargestellt. Abbildung 5.11 verdeutlicht dieses Prinzip anhand von drei Aufgabenpaketen, aus denen zu bestimmten Meilensteinen (zwischen) Ergebnisse vorliegen müssen und die untereinander festgelegten Review- und Synchropunkte zeitlich und inhaltlich abgestimmt werden.

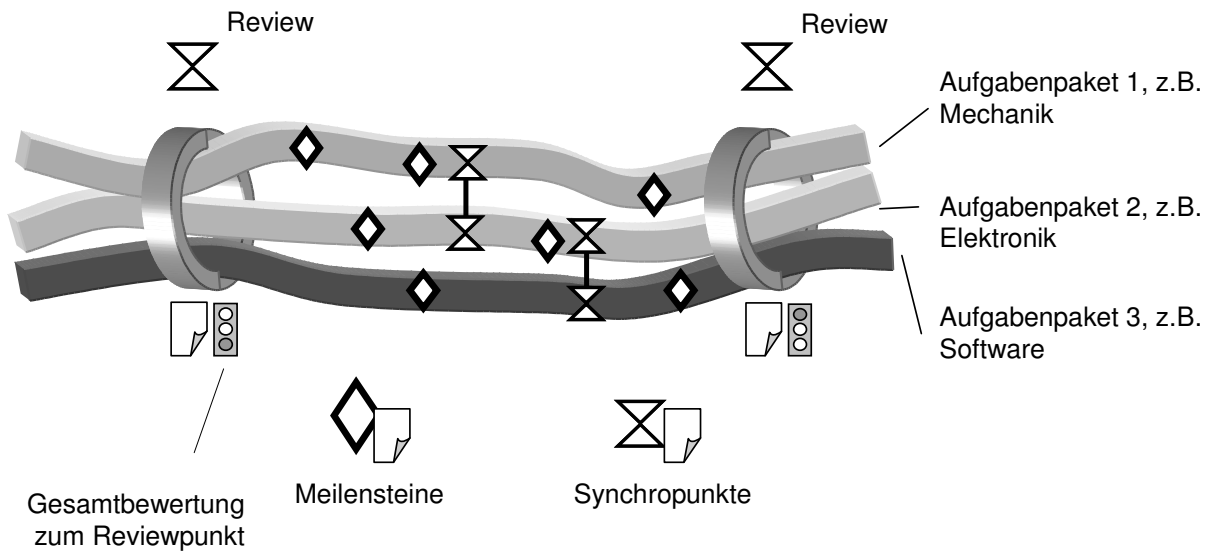


Abbildung 5.11: Prinzipdarstellung eines Synchron- bzw. Meilensteinplans [anonymisiert nach Automobilhersteller]

5.4.3.4 Handlungssystem

Zur Differenzierung der Erfolgsfaktoren und Handlungsempfehlungen im Handlungssystem wird hier die Unterscheidung nach der Struktur- und Verhaltensdimension von Komplexität aufgegriffen (Abschnitt 4.3.1.1). Die Erfolgsfaktoren für die Strukturdimension des Handlungssystems sind in Tabelle 5.20 dargestellt.

Erfolgsfaktoren im Handlungssystem: Strukturdimension	Auswirkung
Integration der externen Partner in die SE-Teams.	<ul style="list-style-type: none"> • Vermeidung von unnötigen organisatorischen Schnittstellen. • Reduktion der Entwicklungszeit und -kosten. • Sicherstellung von Produktqualität und -funktionalität über die Unternehmensgrenzen hinweg.
Erhöhung der Selbstorganisation der SE-Teams.	<ul style="list-style-type: none"> • Höhere Reaktionsfähigkeit vor Ort. • Vermeidung langer und komplizierter Entscheidungswege. • Vermeidung von Doppelarbeiten. • Erhöhung der Motivation der Teammitglieder.
Verwendung einheitlicher Tools und Methoden im Netzwerk.	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion von Kommunikationsproblemen und -fehlern an den Schnittstellen. • Reduktion der Transaktionskosten. • Stellt durchgängige Prozesse über die Unternehmensgrenzen hinweg sicher. • Vereinfacht die Einbindung weiterer Partner in das Netzwerk.

Erfolgsfaktoren im Handlungssystem: Strukturdimension	Auswirkung
Intensivere Unterstützung durch Informations- und Kommunikationstechnologien.	<ul style="list-style-type: none"> • Stellt eine konsistente Datenhaltung über alle Partner hinweg. • Stellt den kontinuierlichen Austausch relevanter Produktdaten während des gesamten Fahrzeuglebenszyklus sicher. • Die Partner arbeiten auf einem gemeinsamen Datenstand. Somit werden Fehlkonstruktionen auf Basis alter Datenstände vermieden. • Schnelle Kommunikation und Abstimmung von Änderungen insb. an den Schnittstellen.
Frühes Festlegen von Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortlichkeiten (unter Einbeziehung aller betroffenen Partner) ⁷² .	<ul style="list-style-type: none"> • Klare Zuständigkeiten auch schon in der frühen Phase. • Vermeidung von Doppelarbeiten. • Vermeidung von Konflikten zwischen den Partnern.
Etablieren schneller und kurzer Entscheidungswege.	<ul style="list-style-type: none"> • Es kann schnell über die Auswirkungen der Wandlungstreiber entschieden werden.
Etablieren eines durchgängigen Änderungsmanagements.	<ul style="list-style-type: none"> • Vermeidung der Tatsache, dass auf Basis von alten Ständen konstruiert wird. • Reduktion Änderungskosten.
Bildung von Task-Forces mit erfahrenen Mitarbeitern für die Lösung nicht vorhergesehener Probleme.	<ul style="list-style-type: none"> • Schnelle Problemlösung vor Ort. • Flexible Eingreiftruppe, die bei Bedarf flexibel eingesetzt werden kann. • Bündelung von Know-how an einer zentralen Stelle, das dann für das gesamte Netzwerk nutzbar gemacht werden kann.
Etablierung von Methodenbaukästen.	<ul style="list-style-type: none"> • Kurzfristig zurückgreifen auf bereits vordefinierte Werkzeuge.
Integration von Kunden und gesellschaftlicher Interessengruppen in den Entwicklungsprozess.	<ul style="list-style-type: none"> • Früherkennung von Wandlungsbedarf. • Aktive Einflussnahme auf das Systemumfeld.
Offene Schnittstellen der Netzwerkunternehmen.	<ul style="list-style-type: none"> • Vereinfacht das Aufnehmen bzw. den Austausch von weiteren Netzwerkpartnern.

Tabelle 5.20: Erfolgsfaktoren zur Strukturdimension des Handlungssystems

Insbesondere das Anpassen der Netzwerkstruktur spielt für die Wandlungsfähigkeit eines Entwicklungsnetzwerkes eine bedeutende Rolle (Abschnitt 5.2.3). Diese Anforderung wird relevant, wenn z.B. ein Netzwerkpartner ausfällt oder bestimmte erforderliche Kapazitäten oder Kompetenzen nicht im vorhandenen Netzwerk vorhanden sind.

⁷² Dabei ist eine ausreichende und ggf. zunächst redundante Ressourcenausstattung sicherzustellen, um die Wandlungsfähigkeit zu gewährleisten. Aufgrund der wirtschaftlichen Lage etwa in den ersten fünf Jahren des 21. Jahrhunderts sind viele deutsche Unternehmen dazu übergegangen, ihren Ressourceneinsatz zu reduzieren und ihre Abläufe stark zu verschlanken. Dies führt dazu, dass für die Reaktion auf vorhergesehene und unvorhergesehene Ereignisse kaum Ressourcen verfügbar sind und die Wandlungsfähigkeit eingeschränkt ist.

Wesentliche Kriterien bei der Strukturierung des Netzwerkes sind die Kompetenzen der einzelnen Partner, das Prinzip des modularen Aufbaus und das Prinzip der minimalen Schnittstellen sowie die Intensität der Zusammenarbeit. Dass die Schnittstellengestaltung maßgeblich von der Arbeitsteilung im Netzwerk abhängt, wird in Abbildung 5.12 anhand von zwei Alternativen schematisch dargestellt.

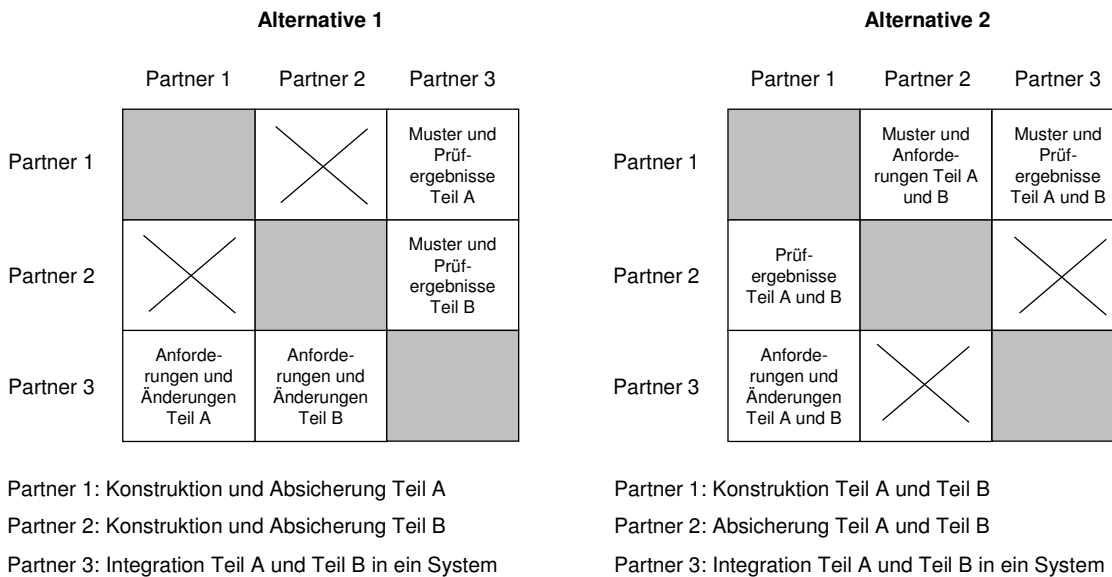


Abbildung 5.12: Schematische Darstellung zweier Alternativen der Schnittstellengestaltung in Abhängigkeit der Arbeitsteilung in Netzwerk

Die Verteilung der Aufgaben soll gemeinsam zwischen den betroffenen Partnern vereinbart werden. Es soll festgelegt werden, wer für eine Aufgabe verantwortlich ist, wer sie durchführt, wer mitwirkt und wer informiert werden soll.

Für die Schnittstellen im Netzwerk soll mit den betroffenen Partnern definiert werden:

- Was wird in welcher Qualität ausgetauscht (Informationen wie Zeichnungen, Änderungsanträge oder Prüfberichte, physikalische Produkte wie Muster oder Vorserienteile)?
- Wann wird ausgetauscht bzw. in welcher Frequenz (Abgleich mit dem Synchronplan)?
- Wer ist Sender, wer Empfänger (wer hat Hol- oder Bringschuld bzw. -pflicht)?
- Eskalationsweg für Probleme, die nicht an den Schnittstellen gelöst werden können.

Für die wichtigsten Schnittstellen soll die Definition in einer Schnittstellenvereinbarung schriftlich festgehalten werden. Wenn die Partner an einem Ort (z.B. Projektbüro) zusammenarbeiten, ist eine weniger detaillierte Schnittstellenvereinbarung erforderlich, weil sich die Partner schnell und aufwandsarm abstimmen können.

In einem Entwicklungsnetzwerk befinden sich in der Regel Unternehmen unterschiedlicher Art und Größe, die mit unterschiedlicher Intensität in das Netzwerk eingebunden sind und dazu noch unterschiedliche Machtpositionen einnehmen. Diese Situation trifft insbesondere für hierarchische Netzwerke zu.

Um dennoch eine gerechte sowie effektive und effiziente Steuerung des Entwicklungsnetzwerkes sicherzustellen, sollen die im Modell lebensfähiger Systeme beschriebenen Gestaltungsprinzipien (Abschnitt 4.3.1.3) sowie die unterschiedlichen kybernetischen Lenkungsmechanismen (Abschnitt 4.3.1.2) Anwendung finden. Die Steuerung der operativen Einheiten⁷³ (System 1) erfolgt in Form servomechanischer Lenkungsmechanismen und weist ein hohes Maß an Selbstorganisation auf. Diese spielt eine bedeutende Rolle für die Steigerung der Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken sowie zur Bewältigung komplexer Situationen und ist gekennzeichnet durch dezentrale Entscheidungsgewalt sowie kurze Entscheidungswege. Voraussetzung für die Selbstorganisation ist, dass die für die Entscheidungsfindung benötigten Informationen auch lokal verfügbar sind. Die operativen Einheiten haben einen direkten Kontakt zum Umfeld des Netzwerkes und können Umfeldeinflüsse in gewissen Maßen selbst bewältigen. Das Entwicklungsnetzwerk soll über eine Instanz verfügen, die die Aktivitäten der Systeme 1 koordiniert (System 2). Diese Instanz funktioniert nach dem Prinzip des homöostatischen Lenkungsmechanismus und stellt sicher, dass die Systeme 1 sich im Sinne des Netzwerkes verhalten, indem Oszillationen zwischen den einzelnen Systemen 1 ausgeglichen werden. Das operative Management (System 3) stellt die Emergenz zwischen den einzelnen Systemen 1 sicher und ist für die Verteilung der Ressourcen verantwortlich. Das operative Management arbeitet einen Gesamtplan (z.B. in Form eines Synchroplans) für das Netzwerk aus. Das strategische Management (System 4) verarbeitet Informationen aus dem Umfeld des Netzwerkes⁷⁴ und erarbeitet daraus Strategien für das Netzwerk. Da das strategische Management Umfeldinformationen aufnimmt, aufbereitet, bewertet und weiterleitet, spielt es eine bedeutende Rolle für die Wandlungsfähigkeit des Gesamtnetzwerkes. Im Sinne des in Abschnitt 5.2 beschriebenen Modells werden an dieser Stelle Wandlungstreiber beobachtet und bewertet. Schließlich werden die Veränderungsbedarfe, sofern sie das ganze Netzwerk betreffen, hier festgelegt. Die verarbeiteten Umfeldinformationen werden sowohl an das operative Management als auch an die Entscheidungsinstanz (System 5) weitergegeben. Die höchste Entscheidungsinstanz gibt den Rahmen des Handelns für das Netzwerk in Form grundlegender Spielregeln vor und überwacht die Arbeit der Systeme 3 und 4.

⁷³ Die operativen Einheiten in einem Entwicklungsnetzwerk können beispielsweise die einzelnen Partner oder auch die SE- oder Modulteam sein. An dieser Stelle wird nochmals auf das für das Modell lebensfähiger Systeme zutreffende Prinzip der Rekursion hingewiesen: Das Netzwerk an sich weist eine derartige Struktur auf – genauso wie die einzelnen, beteiligten Unternehmen.

⁷⁴ Die Umfeldinformationen, die über die operativen Einheiten in das Netzwerk gelangen, beziehen sich lediglich auf diese Einheiten. Dagegen betreffen die Umfeldinformationen des Systems 4 das gesamte Netzwerk.

Abbildung 5.13 fasst den grundsätzlichen Lenkungsmechanismus eines Entwicklungsnetzwerkes zusammen.

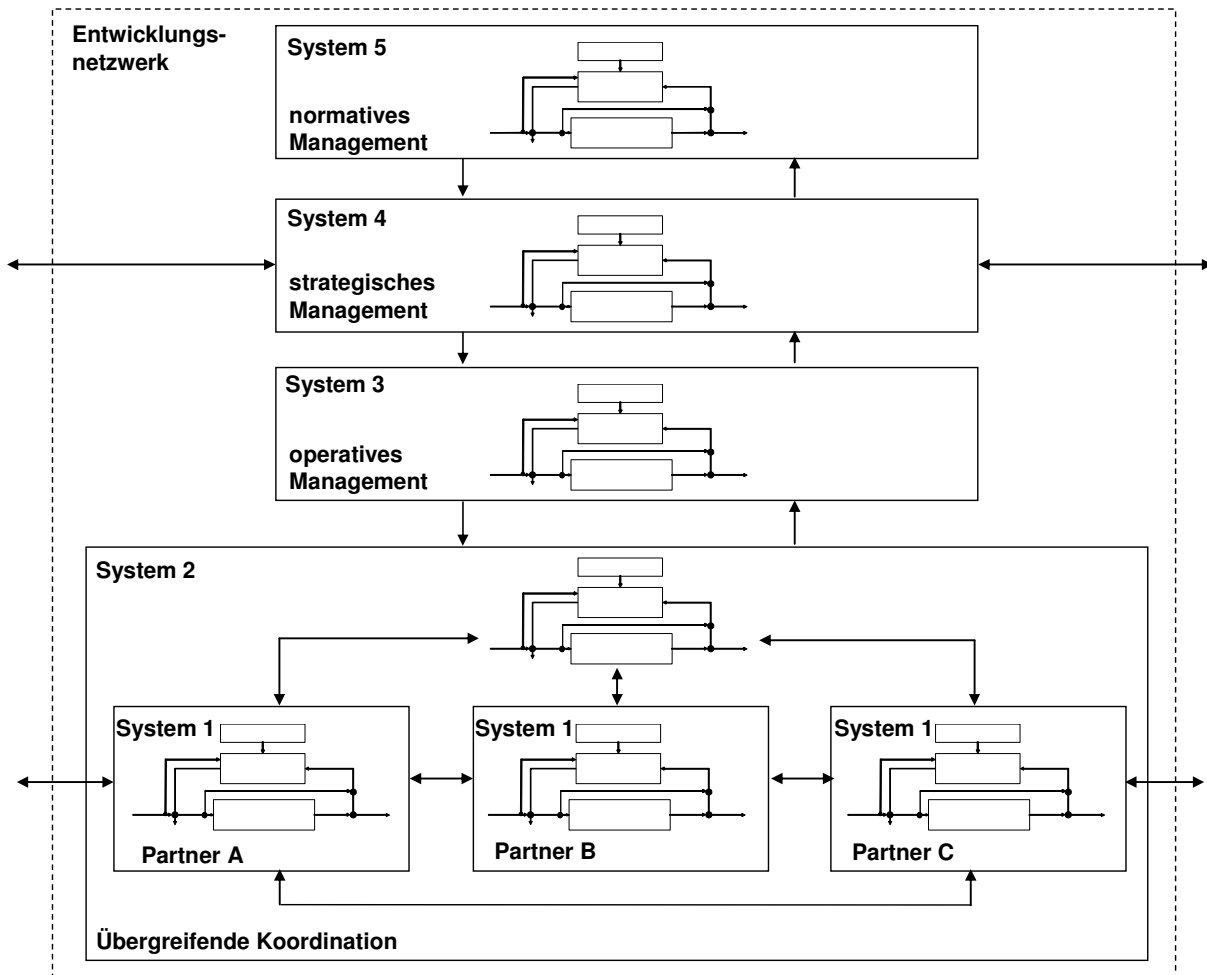


Abbildung 5.13: Grundsätzlicher Lenkungsmechanismus eines Entwicklungsnetzwerkes

In dem beschriebenen Modell sind fünf unterschiedliche Lenkungsinstanzen beschrieben, die nicht notwendigerweise von unterschiedlichen Personen oder Partnerunternehmen wahrgenommen werden müssen. In der Vergangenheit wurde ein Großteil der Steuerungsaufgaben von den OEMs wahrgenommen. An dieser Stelle werden vier mögliche Szenarien für die praktische Besetzung der Lenkungsinstanzen vorgeschlagen:

- Szenario 1: Steuerung durch den OEM.
- Szenario 2: Steuerung durch einen Tier-1-Lieferanten (z.B. Systemlieferant) oder einen anderen Lieferanten bzw. Entwicklungsdienstleister, der Bestandteil des Netzwerkes ist. Alternativ dazu ist auch die Steuerung durch einen zog. Tier-0,5-Lieferanten denkbar.
- Szenario 3: Steuerung durch ein Netzwerkremium, das aus mehreren Netzwerkunternehmen besteht. Zumindest sollen die im Rahmen der Netzwerkkonstellation bedeutendsten Unternehmen in dem Netzwerkremium

vertreten sein. Die Anzahl der Unternehmen, die im Netzwerkremium vertreten sind, ist so zu wählen, dass die Handlungsfähigkeit des Gremiums gewährleistet bleibt.

- Szenario 4: Steuerung durch eine dritte, neutrale Partie. Denkbar sind hier beispielsweise externe Beratungen, Dienstleister, Institute, Banken und Ähnliche.

Die Vor- und Nachteile bzw. Risiken der einzelnen Szenarien werden in Tabelle 5.21 dargestellt

	OEM	Tier-1	Netzwerkremium	dritte Partie
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Kompetenz und Erfahrung. • Ausgeprägte Fachkenntnisse. • Erfahrung mit Lieferantensteuerung. • Wird Rolle als Netzwerkinitiator gerecht. • Schnelle Entscheidung, da Endkunde. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kompetenz und Erfahrung. • Ausgeprägte Fachkenntnisse. • Direkter und enger Kontakt zum Kunden (OEM). • Entlastung des OEMs. 	<ul style="list-style-type: none"> • Intensive Kooperation im Netzwerk. • Die wichtigsten Partner werden berücksichtigt. • Entscheidungen werden vom gesamten Netzwerk getragen. • Institution, um Netzwerk gemeinsam zu leben. • Wenig Raum für opportunistisches Verhalten. 	<ul style="list-style-type: none"> • Neutrale Partie. • Frei von Interessenskonflikten. • Hohes Maß an Methodik. • Objektive und effiziente, übergreifende Steuerung. • Einbringen von „best practices“ von außerhalb des Netzwerkes. • Geringe Kapazitätsbindung der Netzwerkpartner.
Nachteile/ Risiken	<ul style="list-style-type: none"> • Gefahr der opportunistischen Ausnutzung der Steuerungsfunktion. • Klassisches Verhältnis OEM und Zulieferer wird nicht als Partnerschaftlich wahrgenommen. • Teilweise geringe Beurteilungsfähigkeit. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gefahr der opportunistischen Ausnutzung der Steuerungsfunktion. • Ggf. Konkurrenzsituation zu anderen Tier-1 im Netzwerk. • Ggf. geringe Akzeptanz bei anderen Netzwerkpartnern. • Ggf. Abhängigkeitsverhältnis zu OEM. 	<ul style="list-style-type: none"> • Schwierige und lange Entscheidungsprozesse. • Aufwändige Lösung. • Ggf. zu wenig Vertrauen vorhanden, vertrauliche Informationen für alle andere Partner offenzulegen. • Ungeklärte Machtposition im Gremium. 	<ul style="list-style-type: none"> • Zusätzlicher Aufwand und Kosten. • Dritte Partie hat viel Macht im Netzwerk. • Ggf. fehlende Fachkenntnisse. • Ungeklärte Haftungssituation.

Tabelle 5.21: Vor- und Nachteile unterschiedlicher Szenarien einer Lenkungsinstanz im Entwicklungsnetzwerk

Die primären Kriterien bei der Auswahl einer geeigneten Steuerungsinstanz sind das vorhandene Vertrauen zwischen den Partnern einerseits und das Vertrauen in die Steuerungsinstanz andererseits, die Machtverhältnisse im Netzwerk sowie die mit der Steuerungsinstanz verbundenen Kosten. Denkbar ist es, dass die operative Steuerung vom OEM oder dem Tier-1-Lieferanten wahrgenommen wird. Das strategische Management erfolgt dagegen in einem Netzwerkremium, in dem die wesentlichen Netzwerkpartner vertreten sind. Das normative Management kann beispielsweise durch das Top-Management der wichtigsten Netzwerkpartner in Form eines Beirats erfolgen.

Unabhängig von der situationsangepassten Gestaltung des Netzwerkes sollen die wesentlichen Partner bei der Gestaltung des Netzwerkes involviert werden. Grundsätzliche Ziele müssen frühzeitig unter Einbindung aller relevanten Partner bis auf einigen Details abgestimmt werden⁷⁵. Die externen Partner müssen früh bei der Erstellung der Lastenhefte eingebunden und damit in die Festlegung der Projektziele einbezogen werden⁷⁶.

Bei der Steuerung eines Entwicklungsnetzwerkes soll auch das Spannungsverhältnis zwischen Kooperation und Wettbewerb berücksichtigt werden. Dieses kommt insbesondere zum Tragen, wenn zwei Wettbewerber in einem Netzwerk agieren. Schwierigkeiten treten beispielsweise dann auf, wenn ein Wettbewerber in der Rolle eines Systemlieferanten einen anderen Wettbewerber in der Rolle eines Komponentenlieferanten steuern soll. Nicht nur die Weitergabe von technischem Know-how, sondern auch die Einsicht in Kosten (z.B. bei der Kostenbewertung im Änderungsmanagement) wird in der Praxis als kritisch bewertet. Als Lösungsweg für die Gestaltung des Netzwerkes stehen fünf Optionen zur Verfügung:

- Vollständige Transparenz (inkl. Kosten). Ein hohes Maß an Vertrauen ist erforderlich.
- Nur Weitergabe von Delta-Kosten. Nur die Kostendifferenz wird weitergegeben.
- Die Kosten werden nur in Summe dargestellt (die Kostenstruktur in der Zusammensetzung nach Kostenarten wird nicht transparent).
- Es werden nur Kosten für bestimmte Umfänge, die nicht wettbewerbskritisch sind, weitergegeben.
- Die Steuerung erfolgt über einen neutralen Partner, der sicherstellt, dass die Wettbewerber gegenseitig keine vertraulichen Daten des anderen Wettbewerbers einsehen können.

⁷⁵ Es reicht aus, nur die relevanten bzw. die wichtigsten Partner einzubeziehen. Nicht jeder Partner benötigt alle Ziele.

⁷⁶ Hierdurch werden später auftretende Probleme bei den Partnern vermieden, diese werden sonst häufig auf die Partner abgewälzt (PANDER & WAGNER 2005, S. 28). Oft werden Ziele etc. nicht klar formuliert um Änderungen zu vermeiden, die sich der Partner dann zahlen lässt.

Neben den Erfolgsfaktoren zur Strukturdimension werden in Tabelle 5.22 die Erfolgsfaktoren der Verhaltensdimension ausgeführt.

Erfolgsfaktoren im Handlungssystem	Auswirkung
Aufbau Kompetenzen in Schlüsseltechnologien.	<ul style="list-style-type: none"> • Erleichtert Bewältigung zukünftiger technischer Anforderungen. • Forciert engere Zusammenarbeit im Netzwerk.
Vermittlung von Methodenkompetenz an Mitarbeiter.	<ul style="list-style-type: none"> • Methodisches und zielgerichtetes Vorgehen im Netzwerk.
Aufbauen redundanter Kompetenzen und Ressourcen.	<ul style="list-style-type: none"> • Bei Bedarf können Ressourcen flexibel eingesetzt werden. • Aufbau von organisatorischem „Spielraum“.
Durchlaufen verschiedener Arbeitsbereiche im Netzwerk.	<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau von Know-how aus unterschiedlichen Bereichen. • Weitergabe von relevanten Informationen in andere Bereiche.
Förderung von Vertrauen.	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion der Überwachungs- und Kontrollkosten. • Ermöglicht, dass schneller auf Veränderungen reagiert werden kann. • Sichert ein langfristiges Verhältnis im Netzwerk. • Hat eine stabilisierende Wirkung im Netzwerk.
Etablierung von Anreizmechanismen.	<ul style="list-style-type: none"> • Positives Verhalten im Sinne des Netzwerkes wird belohnt, negatives Verhalten wird sanktioniert. • Die Partner agieren trotz eigene Interessant in Sinne des Netzwerkes.

Tabelle 5.22: Erfolgsfaktoren zur Verhaltensdimension des Handlungssystems

Vertrauen

Als eine tragende Säule eines Entwicklungsnetzwerkes wurde an verschiedenen Stellen in dieser Arbeit Vertrauen identifiziert. Nicht nur das häufig diskutierte zur Verfügung stellen benötigter Informationen, sondern auch die Förderung einer Fehlerkultur in der Fehler nicht gleich abgestraft, sondern als Chance zur Verbesserung und zum Lernen verstanden werden trägt zum Vertrauen im Netzwerk bei. Weitere Maßnahmen, Vertrauen zu bilden und festigen sind gemeinsame Schulungsmaßnahmen, gegenseitige Beurteilungen, Kick-Off-Meetings, gemeinsame Prozessplanung und –steuerung und transparente (Entwicklungs)Prozesse.

Anreiz- und Sanktionierungsmechanismen

Ein wesentlicher Baustein für die Gestaltung von Entwicklungsnetzwerken ist die Etablierung von Anreiz- und Sanktionierungsmechanismen. Sie stellen sicher, dass die einzelnen Partner sich im Sinne des Netzwerkes verhalten. In diesem Zusammenhang soll auch das Spannungsverhältnis zwischen Kooperation und Wettbewerb in Netzwerk aufrecht erhalten bleiben. Die Partner werden über Wettbewerbsaspekte motiviert und es erfolgt einen Abgleich mit dem Markt (Marktanforderungen und Wettbewerber). Die Anreiz- und Sanktionierungsmechanismen sollen sich sowohl auf die Ebene der einzelnen Unternehmen als auch auf die individuelle Ebene der Mitarbeiter beziehen. Konkrete Beispiele für Anreiz- und Sanktionierungsmechanismen wurden in Abschnitt 5.4.1 dargestellt.

Netzwerkultur

In Abschnitt 3.3.2.2 wurde die kulturelle Integration von Netzwerkpartnern besprochen. Eine eigene Netzwerkultur ist dabei schwer zu erreichen und auch nur an den Stellen anzustreben an denen sie den Partnern und Mitarbeitern eine Orientierung gibt und stabilisierend wirkt. Das unterschiedlich sein der Kulturen kann Kreativität und Innovationsfähigkeit im Entwicklungsnetzwerk fördern.

Qualifikation der Mitarbeiter

Im Rahmen der Aufbau eines Entwicklungsnetzwerkes soll ein auf das Netzwerk ausgerichtetes Personalmanagement sichergestellt werden. Bestandteil sollten Personalauswahl, -weiterbildung und -beurteilung sein. Der Erfolg eines Entwicklungsnetzwerkes ist stark abhängig von den handelnden Personen. Es werden „Netzwerker“ gebraucht, die nicht nur fachlich gut sind. Dies wird bei der Auswahl von Personal noch zu wenig berücksichtigt. Die in Abschnitt 3.4 beschriebenen Anforderungen an die Qualifikation der Netzwerkmanager treffen in gewisser Maße für alle im Netzwerk tätigen Mitarbeiter zu. Auch sie müssen in sozialen Fähigkeiten weitergebildet werden um erfolgreich im Netzwerk agieren zu können. Nicht zuletzt tragen offene, gut gebildete Mitarbeiter zur Wandlungsfähigkeit des Netzwerkes bei, indem sie Wandlungsbedarfe schneller erkennen, flexibler einsetzbar sind und durch ihre Einstellung dem Wandel offener gegenüber stehen.

Eng damit zusammen hängt das Wissensmanagement als Voraussetzung für Emergenz im Netzwerk (synergetisches Zusammenbringen von Kompetenzen). Das Wissensmanagement erfolgt in den unterschiedlichen Phasen eines Netzwerkes auf unterschiedliche Art und Weise. In der Startphase soll Wissen über Schlüsselpersonen weitergegeben werden. Es sollen die technischen und fachlichen Kompetenzen der Partner schnell transparent gemacht werden, sodass bei Bedarf auf dieses Wissen zurückgegriffen werden kann oder dadurch, dass Mitarbeiter unterschiedliche Funktionen und Aufgaben wahrnehmen, in dessen Rahmen sie erstens weitere Erfahrungen sammeln können und zweitens ihr Wissen weitergeben können. In der Betriebsphase soll das Wissensmanagement über die nachvollziehbare Dokumentation von wesentlichen Erkenntnissen erfolgen, während in der Abschlussphase die Erfahrungen in Form von Lessons Learned festgehalten werden sollen.

5.5 Fazit: Beschreibung der Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken

In diesem Kapitel wurde ein Modell zur Beschreibung der Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken vorgestellt. Das Modell gliedert sich grundsätzlich in zwei Teile. Der erste Teil ist in Form eines Regelkreises aufgebaut und beinhaltet vier Schritte. *Der erste Schritt* beinhaltet interne und externe Wandlungstreiber (*Störgrößen*), die einen Veränderungsbedarf in einem Entwicklungsnetzwerk auslösen können. Im *zweiten Schritt* werden die Wandlungstreiber beobachtet und bewertet (*Messglied*). Besonders relevant bei der Bewertung der Wandlungstreiber ist die Szenariotechnik, die mögliche, in der Zukunft auftretende Situationen beschreibt und daraus strategische Handlungsoptionen und Strategien

ableitet. Daneben ist auch die Menge an Veränderung, die von einem Menschen ertragen wird, in die Bewertung einzuschließen. Im *dritten Schritt (Stellglied)* wird die tatsächliche Entscheidung über die Umsetzung der Veränderung bzw. des Wandels getroffen. An dieser Stelle wird auch festgelegt, auf welche Ebene des Netzwerkes sich die Änderung bezieht. Die Veränderungen können dabei beispielsweise lediglich auf einen eingeschränkten Bereich eines Einzelunternehmens Auswirkungen haben oder dazu führen, dass die Struktur des Netzwerkes eingreifend angepasst wird. Die Verantwortung für die Entscheidung über eine Veränderung ist abhängig von der Häufigkeit einer Veränderung sowie ihrer Intensität. Der Wandel, der im *vierten Schritt (Regelstrecke)* durchlaufen wird, erfolgt anhand von Wandlungsobjekten. Der Wandel verläuft dabei nicht immer gleichmäßig. Vielmehr sind häufig chaotische Elemente zu beobachten. Die Wandlungsobjekte sind gemäß dem ZOPH-Modell nach Ziel-, Objekt-, Prozess- und Handlungssystem systematisiert. Die Wandlungsobjekte und damit die Wandlungsfähigkeit eines Entwicklungsnetzwerkes werden von sog. Wandlungsbefähigern und Wandlungshemmern positiv oder negativ beeinflusst.

Der zweite Teil des Modells beginnt mit dem Vorschlag eines Analyserahmens für unterschiedliche Ausprägungen von Unternehmensnetzwerken. Der Analyserahmen gliedert sich in drei Dimensionen: Teileumfang/-komplexität, Wertschöpfung und Verantwortung. In Abhängigkeit der Ausprägung der Dimensionen sind die unterschiedlichen Teilsysteme des ZOPH-Modells mehr oder weniger relevant.

Des Weiteren werden im zweiten Teil des Modells unterschiedliche Gestaltungsprinzipien für Entwicklungsnetzwerke herausgearbeitet. Dabei werden die in Kapitel 2 beschriebenen betriebswirtschaftlichen Theorien sowie die in Kapitel 4 beschriebenen Ansätze zur Bewältigung von Komplexität auf Entwicklungsnetzwerke angewandt. Darüber hinaus werden aus dem ersten Teil des Modells Erfolgsfaktoren und Handlungsempfehlungen abgeleitet, die sich nach den Elementen des ZOPH-Modells strukturieren. Die wichtigsten sind als Überblick in Tabelle 5.23 dargestellt.

Aspekt des ZOPH-Modells	Erfolgsfaktoren und Handlungsempfehlungen
Zielsystem	<ul style="list-style-type: none"> • Vereinbarung gemeinsamer Ziele. • Durchgängigkeit und Transparenz der Ziele. • Modularisierung und Erweiterbarkeit des Zielsystems.
Objektsystem	<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau modularer Produktstruktur. • Verwendung standardisierter Bauteile.
Prozesssystem	<ul style="list-style-type: none"> • Etablierung Prozessbaukasten. • Übergreifender Meilensteinplan als Ordnungsrahmen für die Entwicklungsprozesse.
Handlungssystem	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung Selbstorganisation im Netzwerk. • Frühes und gemeinsames Festlegen von Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortlichkeiten. • Verwendung einheitlicher Tools und Methoden. • Etablierung von Anreizmechanismen im Netzwerk. • Aufbau und Fördern von Vertrauen im Netzwerk. • Qualifikation der Mitarbeiter, nicht nur in fachlichen Bereichen, sondern auch in sozialen Fähigkeiten.

Tabelle 5.23: Überblick der wesentlichen Erfolgsfaktoren und Handlungsempfehlungen

Im Handlungssystem werden Kriterien für die Gestaltung organisatorischer Schnittstellen vorgeschlagen. Darüber hinaus wird ein grundsätzlicher Lenkungsmechanismus für Entwicklungsnetzwerke auf Basis des in Kapitel 4 vorgestellten Modells lebensfähiger Systeme vorgestellt.

Das vorgestellte Modell eignet sich für die Unterstützung des Managements in Entwicklungsnetzwerken bei der Gestaltung und Optimierung des Entwicklungsnetzwerks, insbesondere vor dem Hintergrund der Wandlungsfähigkeit.

Der umfassende Charakter des Modells hat zur Folge, dass in jedem Teilbereich des Modells eine Vielzahl von Elementen enthalten sind, die aber nicht den Anspruch einer Vollständigkeit haben. In der betrieblichen Praxis sind nicht alle Elemente in jeder Situation relevant. Die Erfolgsfaktoren und Handlungsempfehlungen sind daher auch nicht in jeder Praxissituation vorgeschrieben, sondern sind vielmehr situationsangepasst umzusetzen. Die praktische Anwendbarkeit des Modells wird im nächsten Kapitel anhand von zwei Fallstudien verifiziert.

6. Fallstudien zur Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken

In diesem Kapitel werden zwei Fallstudien beschrieben, anhand derer die in Kapitel 5 beschriebenen Ergebnisse gespiegelt werden. Ziel ist es dabei, die Ergebnisse auf ihre Praxisrelevanz zu überprüfen. In den zwei Fallstudien werden dabei unterschiedliche Aspekte von Entwicklungsnetzwerken beleuchtet. Nach einer jeweiligen Situationsbeschreibung der Fallstudie wird dargestellt, wie das Modell zur Beschreibung der Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken auf die Fallstudie angewendet werden kann. Abschließend werden die Ergebnisse dargestellt und bewertet. Aufgrund der zugesicherten Vertraulichkeit wird hier auf die Nennung der betroffenen Unternehmen sowie die Nennung quantitativer Daten verzichtet.

6.1 Fallstudie 1: Virtueller Projektraum

6.1.1 Situationsbeschreibung

Ausgangssituation der ersten Fallstudie ist ein komplexes Entwicklungsnetzwerk, das auf mehrere Jahre ausgelegt ist und zur Aufgabe hat, im Rahmen des Simultaneous Engineerings die Planung, die Konstruktion und die Absicherung von Fertigungsmitteln wie Presswerkzeugen in den Bereichen Umformen und Karosseriebau vorzunehmen. Als wesentliche Partner in diesem Netzwerk sind involviert:

- Ein Automobilhersteller in unterschiedlichen Funktionen und mit unterschiedlichen Standorten (die zentrale Produktentwicklung, die Projektsteuerung sowie Fertigungsplanung an einem Standort, der Werkzeug- und Anlagenbau an einem anderen Standort und die Fertigung an einem dritten, ausländischen Ort).
- Ein Entwicklungsdienstleister, der als Generalunternehmer (Abschnitt 3.6.5) ein Großteil der Serienentwicklung verantwortet.
- Zwei Konstrukteure für Fertigungsmittel mit Standorten in Irland bzw. in Deutschland.
- Diverse Unterlieferanten, die beispielsweise Gussteile für Presswerkzeuge produzieren und liefern (diese befinden sich beispielsweise in Osteuropa).
- Ein Entwicklungsdienstleister, der als „verlängerte Werkbank“ (Abschnitt 3.6.5) des OEMs Planungstätigkeiten wahrnimmt. Es wird dabei sowohl am Standort des OEMs als auch im Stammhaus des Entwicklungsdienstleisters gearbeitet.

Gegenstand der Zusammenarbeit im Netzwerk sind die Technologie- und Projektsteuerung, die Produkt- und Prozessplanung, die Fertigungsmittelkonstruktion sowie die Inbetriebnahme der Werkzeuge am Fertigungsstandort für drei Karosseriemodule in einem Fahrzeugprojekt: Ein Türmodul und zwei Module des Unterbodens⁷⁷.

6.1.2 Anwendung des Modells zur Beschreibung der Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken

6.1.2.1 Veränderungstreiber

Die Veränderungstreiber in dieser Fallstudie sind sowohl externer als auch interner Art:

- Markt- und Kundenanforderungen führen zu einer hohen Modellvielfalt. Da diese nicht mehr alleine vom OEM bewältigt werden kann, wird zunehmend in einer bisher noch nicht da gewesenen Intensität und Komplexität mit externen Partnern in Netzwerken zusammengearbeitet. Dies brachte das vorhandene Netzwerk organisatorisch an seine Grenzen.
- Netzwerkindern führt die Zunahme der Zusammenarbeit mit externen Partnern zu einer intensiveren Abstimmung zwischen den Partnern⁷⁸.
- Kundenanforderungen sowie technologische Entwicklungen fordern neuartige Produkt- und Fertigungskonzepte, die sich zum Teil noch während der Entwicklung stark verändern und zu einer Projektsituation mit „bewegten“ Zielen führt. Das bestehende Netzwerk war nicht ausreichend in der Lage, mit diesen Veränderungen umzugehen. In dieser Fallstudie war dies eines der Wesentlichen Auslöser für die im Folgenden beschriebenen Veränderungen.
- Während der Laufzeit des Netzwerkes standen neue Technologien, die dem Management des Netzwerkes unterstützen konnten zur Verfügung und konnten erstmalig genutzt werden.

6.1.2.2 Beobachtung und Bewertung

Durch das Management sowie durch die Fertigungsmittelplaner – die die Rolle des Netzwerkmanagers innehatten – werden in der operativen Zusammenarbeit zwischen den

⁷⁷ Für eine prinzipielle Darstellung der Karosseriestruktur vgl. BRAESS & SEIFFERT (HRSG.) 2005, S. 336 ff.

⁷⁸ Entsprechend wird an den Schnittstellen zwischen den Partnern eine große Menge an Informationen wie Bauteilinformationen, Informationen zu den Fertigungsmitteln, Simulationsergebnissen, Prüfprotokollen, Qualitätssheets, Kostenkalkulationen, Informationen zum Projektstatus etc. ausgetauscht.

Netzwerkpartnern zahlreiche Ineffizienzen festgestellt, die sich aus der geschilderten Situation ergeben, darunter:

- Ein hoher Kommunikations- und Abstimmungsaufwand zwischen den Partnern im Netzwerk.
- Viele Medienbrüche beim Informations- und Datenaustausch (Daten werden per Mail oder DVD ausgetauscht, müssen für weitere Bearbeitung neu aufbereitet oder manuell eingetragen werden etc.).
- Zu geringe Datenqualität (die Daten sind häufig nicht konsistent und durchgängig; hohe Suchzeiten, weil Daten beispielsweise lokal abgelegt sind).
- Hoher Anteil an Reisekosten, da die Partner sich an unterschiedlichen Standorten (in unterschiedlichen Ländern) befinden.
- Redundante Datenpflege bei den unterschiedlichen Partnern.

Beobachtet wurden diese Probleme im Wesentlichen in Gesprächen mit Lieferanten und Mitarbeitern sowie in der täglichen Projektarbeit. Diese Probleme führen dazu, dass beispielsweise Konstruktionen auf Basis veralteter Datenstände erfolgen, die dann wieder angepasst werden müssen. Die zu geringe Wandlungsfähigkeit ist insbesondere durch eine zu geringe Umsetzungsgeschwindigkeit bei Anpassungen und Veränderungen zu bemerken. Insbesondere die Planer sind zu einem großen Teil damit beschäftigt, aktuelle Daten und Dokumente der einzelnen Partner anzufordern, zu suchen, zusammenzustellen und aufzubereiten. Sie fühlen sich dadurch stark als „Jäger und Sammler“ von Daten.

6.1.2.3 Veränderungsbedarfe

Der Veränderungsbedarf, der sich aus dieser Situation ergibt, zielt primär auf die Unterstützung der Kommunikation über zeitliche und räumliche Distanzen hinweg, indem Daten von unterschiedlichen Netzwerkpartnern aus unterschiedlichen Quellen in einem Projektkontext zusammentragen werden. Konkrete Anforderungen für die Fertigungsmittelplanung, -konstruktion und -absicherung sind:

- Zentrale Verfügbarkeit von Projektmanagementinformationen und -dokumentationen wie beispielsweise Besprechungsprotokolle, Aufgabelisten und Terminpläne.
- Zeitnahe Verfügbarkeit von im Netzwerk erarbeiteten Ergebnissen, z.B. Problembereiche und CA-Modelle von Fertigungsmitteln.
- Zeitnahe Verfügbarkeit von Absicherungsergebnissen für den Lieferanten (Fertigungsmittelabsicherungen, beispielsweise Vorrichtungen), Layout-Absicherung, Verfügbarkeitssimulation (Störverhalten).
- Visualisierung und Besprechung von Konzept- und Konstruktionsergebnissen über Online-Conferencing.
- Verfügbarkeit von Standards, Richtlinien und Bibliotheken bei allen Konstruktionspartnern.

- Sicherstellen der Nachvollziehbarkeit und Verbindlichkeit bereitgestellter Daten.
- Befähigung der Entwicklungsdienstleister, die als verlängerte Werkbank arbeiten, so eingesetzt werden zu können wie Mitarbeiter des OEMs.

Ein Hauptziel bei der Umsetzung dieser Anforderungen ist es, im Sinne der Wandlungsfähigkeit schneller auf sich verändernden Markt- und Kundenanforderungen sowie technologische Entwicklungen reagieren zu können.

Obwohl die Struktur des Netzwerks erhalten bleibt, ist das gesamte Netzwerk von den Veränderungsbedarfen betroffen. Die Entscheidung über die Umsetzung konnte aber – auch aufgrund des hierarchischen Charakters des Netzwerks - auf der Ebene des mittleren Managements des OEMs getroffen werden.

6.1.2.4 Umsetzung anhand der Wandlungsobjekte

Bei der Umsetzung ist in erste Linie das Handlungssystem der Produktentwicklung betroffen. Dennoch bleiben Ziel-, Objekt- und Prozesssystem nicht unverändert. Die Maßnahmen werden ergriffen, um die anspruchsvollen (Prozess)ziele insbesondere hinsichtlich Entwicklungszeit und Reisekosten erst zu erreichen und Änderungen des Objektsystems (insbesondere eingreifende Konzeptänderungen) bewältigen zu können. Durch die Einführung des virtuellen Projektraums ändern sich auch die damit verbundenen Prozesse und Abläufe. Im Folgenden wird vor allem die Anpassung des Handlungssystems beleuchtet.

Zur Umsetzung der Anforderungen wird die Zusammenarbeit zwischen den im Netzwerk beteiligten Partnern unter Einsatz eines virtuellen Projektraums optimiert⁷⁹. Die Netzwerkpartner können dabei unabhängig von Zeit und Ort auf den virtuellen Projektraum zugreifen. Die wesentlichen Inhalte des virtuellen Projektraums sind dabei Dokumentenablage, Termin- und Aufgabenmanagement, Konferenzen (Online-Besprechungen) sowie 3D-Visualisierung von Arbeitsergebnissen.

Abbildung 6.1 zeigt die Grundstruktur des virtuellen Projektraums. Der virtuelle Projektraum kann nach den Bedürfnissen einzelner Nutzer angepasst werden.

⁷⁹ Ein virtueller Projektraum wird in diesem Zusammenhang als infrastrukturelle Unterstützung im Rahmen der operativen Zusammenarbeit von Netzwerkpartnern im Projektkontext verstanden.

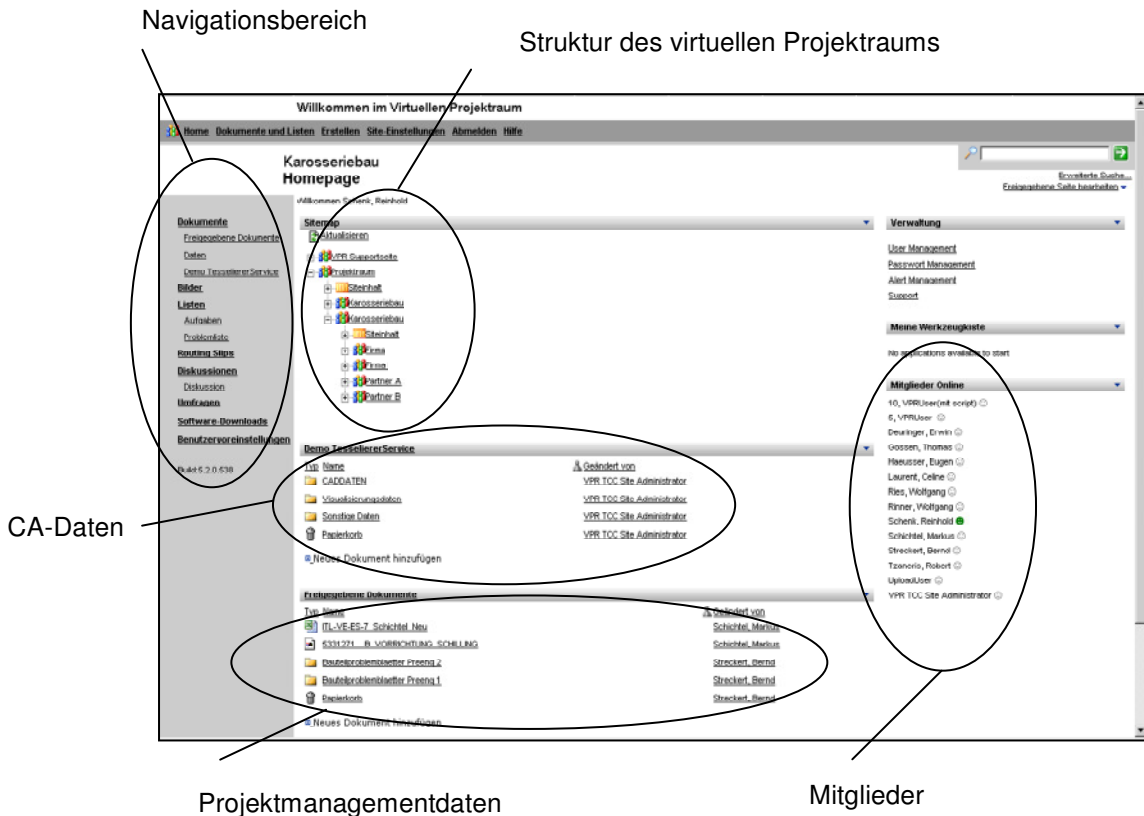


Abbildung 6.1: Grundstruktur des virtuellen Projekttraums

Dokumentenmanagement

Im Rahmen des Dokumentenmanagements wird eine zentrale Datenablage zur Verfügung gestellt, auf die die berechtigten Partner Zugriff haben. So ist sichergestellt, dass ein für alle Partner verbindlicher und aktueller Datenstand verfügbar ist. Die Historie der Dokumente wird dabei automatisch dokumentiert, sodass jeder Sachverhalt ohne großen Aufwand nachvollzogen werden kann.

Da im Entwicklungsnetzwerk Unternehmen tätig sind, die im direkten Wettbewerb zueinander stehen, ist es nicht erwünscht, dass alle Unternehmen alle Daten zu sehen bekommen. Um dieser Anforderung gerecht zu werden, wurde für jeden Partner ein Bereich eingerichtet, auf den nur er und der OEM als Netzwerkmanager Zugriff haben. Hier können vertrauliche Daten wie Kostangaben ausgetauscht werden. Darüber hinaus gibt es einen übergreifenden Bereich, auf den alle Partner zugreifen können. Hier werden Daten ausgetauscht, die für alle Partner interessant sind – beispielsweise Standards, Richtlinien, übergreifende Anforderungen etc. Diese Struktur ist schematisch in Abbildung 6.2 dargestellt.



Abbildung 6.2: Unterschiedliche Sichten der Partner auf den virtuellen Projektraum

Termin- und Aufgabenmanagement

Im virtuellen Projektraum wird ein zentraler Projektplan verwaltet. Die übergreifende Planung wird vom OEM als Netzwerkmanager zur Verfügung gestellt. Die einzelnen Partner ergänzen und detaillieren den Plan um ihre Umfänge. Auch die gemeinsame Aufgabenkoordination und -überwachung erfolgt zentral. Die Partner können Aufgaben nachvollziehen und werden automatisch über bevorstehende Aufgaben informiert. Des Weiteren stellt ein Projektkalender sicher, dass Termine an zentraler Stelle sichtbar sind.

Konferenzen

Um die Vielzahl der Reisen zwischen den Netzwerkpartnern zu reduzieren und um schneller auf Veränderungen reagieren zu können, wird im virtuellen Projektraum die Möglichkeit geschaffen, in virtuellen Konferenzen (zwischen) Ergebnisse mit den Partnern im Netzwerk zu besprechen. Es können Dokumente und Unterlagen gemeinsam angesehen und ortsunabhängig besprochen werden. Dies erfolgt sowohl in geplanten Meetings, die über den virtuellen Projektraum beispielsweise jede Woche stattfinden und in denen aktuelle Themen besprochen werden als auch in spontanen Meetings, die es zum Ziel haben, ohne Zeitverzögerung aktuelle Fragestellungen oder Probleme mit den relevanten Partnern zu besprechen, um kurzfristig eine Lösung herbeiführen zu können. Darüber hinaus finden auf diese Weise Bauteil- und Konzeptbesprechungen statt, die den Charakter eines Reviews haben und bei denen in der Regel CA-Daten im virtuellen Projektraum visualisiert werden.

3D-Visualisierung

Der virtuelle Projektraum ermöglicht es, CA-Daten – beispielsweise zu Presswerkzeugen – zu visualisieren und so in einer Online-Konferenz besprechen zu können. Es können dabei Problemstellen identifiziert und gekennzeichnet werden, an denen die einzelnen Partner dann wieder weiter arbeiten können. Ebenso können Versuchs- und Absicherungsergebnisse dargestellt und diskutiert werden. Abbildung 6.3 zeigt beispielhaft die Visualisierung eines Presswerkzeugs und die Darstellung des Dehnungsverhaltens des zugehörigen Pressteils.

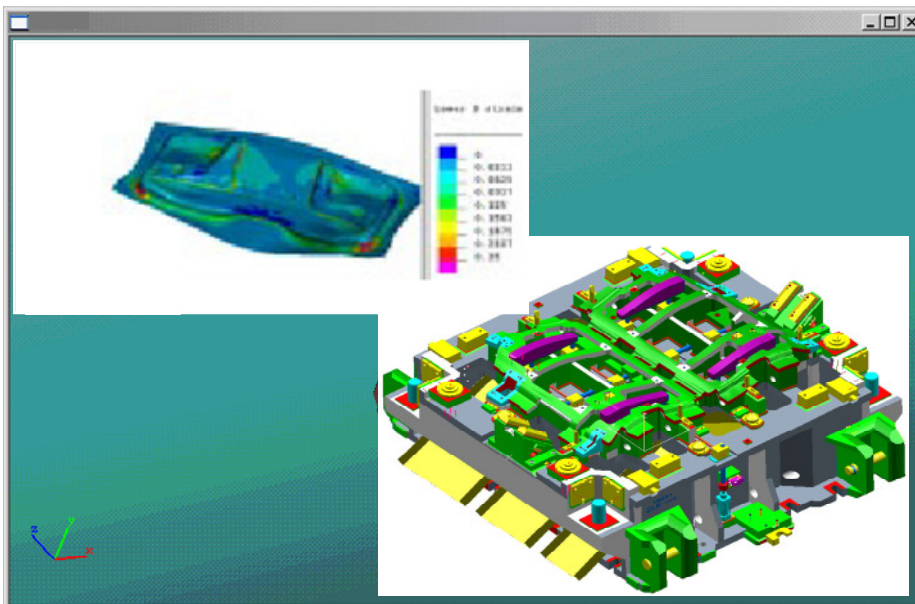


Abbildung 6.3: Beispielhafte Visualisierung eines Werkzeugs und der Dehnungsverteilung in einem Pressteil

6.1.3 Ergebnisse und Bewertung

Im Fahrzeugprojekt sind insgesamt ca. 50 Mitarbeiter der einzelnen Partner auf den virtuellen Projektraum zugelassen. Wesentliche Erfahrungen konnten bereits im Laufe des Projektes gemacht werden:

- Planungs- und Konstruktionsstände konnten frühzeitiger und viel häufiger durchgesprochen werden. Fehler konnten früher erkannt und abgestellt werden. So konnten durch frühzeitige und regelmäßige Methodenbegutachtung schnell Konzeptentscheidungen herbeigeführt werden. Dies führte zu einer Vermeidung unnötiger Entwicklungen und reduzierte den Änderungsaufwand im Vergleich zu anderen Projekten erheblich.
- Die Aktualität der im Projekt vorhandenen Daten konnte verbessert werden. Das führte zu geringerer Planungsleistung und einer Reduktion der Suche nach aktuellen Daten.
- Aufwändige Reisen konnten vermieden werden (teilweise 30 bis 50% der Reisen).

Insgesamt konnte die Zusammenarbeit zwischen den Partnern im Projekt verbessert werden. Durch die gemeinsame Kommunikations- und Arbeitsbasis wurde die Netzwerkidentität gestärkt und die Abstimmungsfrequenz erhöht. Für die Akzeptanz bei den Mitarbeitern im Netzwerk war es wichtig, dass die Nutzung des virtuellen Projektraums vom Management vorgelebt wurde und dass Ausnahmen (beispielsweise lokale Ablage von Daten oder das Verteilen von Dokumenten per E-Mail) nicht zugelassen wurden.

Wichtig für die Akzeptanz war auch, dass der virtuelle Projektraum individuell auf die Bedürfnisse einzelner Mitarbeiter angepasst werden konnte.

Der Einsatz derartiger Technologien soll nicht den persönlichen Kontakt ersetzen, sondern soll eine Ergänzung darstellen. Insbesondere in der Anfangsphase des Netzwerks ist der persönliche Kontakt unverzichtbar. Auch im Laufe des Projekts finden noch regelmäßige persönliche Treffen statt. Der virtuelle Projektraum hat aber eine häufigere und intensivere Abstimmung ermöglicht, die letztlich zu einer deutlich höheren Umsetzungsgeschwindigkeit u. a. im Änderungsmanagement geführt hat.

Von den im Abschnitt 5.4.3.4 dargestellten Erfolgsfaktoren und Handlungsempfehlungen wurden insbesondere die Verwendung von einheitlichen Tools und Methoden im Netzwerk sowie die intensivere Unterstützung der Zusammenarbeit im Netzwerk durch Informations- und Kommunikationstechnologien umgesetzt.

Durch die Umsetzung des virtuellen Projektraums war das Entwicklungsnetzwerk insgesamt besser in der Lage, mit den genannten Veränderungen umzugehen. So wurde in diesem Projekt seitens der Bauteilkonstruktion zu einem sehr späten Zeitpunkt noch eine Konzeptänderung durchgeführt, die auf eine technologische Entwicklung zurückzuführen war und eine signifikante Auswirkung auf die Fertigungsmittelplanung und -konstruktion hatte. Nur durch Einsatz des virtuellen Projektraums konnte diese Änderung bewältigt werden – ohne nennenswerte Verzögerung im Projekt.

Der virtuelle Projektraum erhöht die Wandlungsfähigkeit nicht nur bei Konzeptänderungen, auch das Netzwerk an sich kann hinsichtlich der Struktur schneller angepasst werden. Es ist eine schnelle Einbindung neuer Partner möglich – beispielsweise für den Fall, dass ein Netzwerkpartner ausfällt –, die dann auch die für das Projekt relevanten Daten und Informationen zur Verfügung haben. Ebenso erfolgt die Entkopplung von Partnern bei der Rekonfiguration des Netzwerks reibungslos.

6.2 Fallstudie 2: Fahrwerkentwicklung in einem Entwicklungsnetzwerk

6.2.1 Situationsbeschreibung

Die zweite Fallstudie beschäftigt sich mit einem Entwicklungsnetzwerk für die Modulentwicklung im Bereich Fahrwerk⁸⁰. Der Fahrzeughersteller (OEM) vergibt im Rahmen der Konzentration auf seine Kernkompetenzen zunehmend ganzheitliche Entwicklungsumfänge an Systemlieferanten, die die Gesamtverantwortung für die Entwicklung und Fertigung dieses Umfangs übernehmen. Das Entwicklungsnetzwerk in diesem Beispiel ist langfristig ausgelegt (das heißt für die Entwicklungs- und Produktionsphase des Fahrzeugs und in angepasster Form darüber hinaus) und hat die Entwicklung der Vorder- und Hinterachse eines Premiumfahrzeugs zum Ziel.

Eine große Herausforderung für den Lieferanten, der im Folgenden Systemintegrator genannt wird, besteht darin, dass er zum ersten Mal in der Zusammenarbeit mit diesem OEM eine so umfangreiche Entwicklungs- und Steuerungsaufgabe übernimmt. Zuvor war der Systemintegrator für den betreffenden OEM lediglich als Entwicklungspartner und Lieferant von bestimmten Teilen tätig⁸¹.

Die Aufgabe des Systemintegrators beinhaltet insbesondere auch die Steuerung und Koordination des gesamten Netzwerks von über fünfzig Lieferanten. Die eigene Entwicklungsleistung des Systemintegrators an den betreffenden Modulen beträgt nur zwischen zehn und zwanzig Prozent. Die Koordination des Netzwerks bezieht sich dabei auf

⁸⁰ Die Entwicklung eines Fahrwerks ist anders charakterisiert als beispielsweise die einer Karosserie. Während beim Karosseriebau bereits früh Werkzeuge festgelegt werden, die mit einem hohen Investitionsvolumen verbunden sind, findet beim Fahrwerk bis kurz vor Serienstart eine Feinabstimmung statt, die mit einem hohen Maß an Kreativität verbunden ist. Deshalb ist im letzten Fall ein hohes Maß an Flexibilität im Entwicklungsnetzwerk gefordert.

⁸¹ Aus Sicht eines Lieferanten ist die Arbeit in einem Modulprojekt und in einem Projekt als Teilelieferant unterschiedlich geartet. Während ein Modulprojekt wie in diesem Beispiel eher projektmanagementorientiert ist und man Verantwortung übernehmen muss, ist ein Projekt, in dem ein Teil entwickelt und gefertigt wird, davon geprägt, dass man soweit wie möglich die Anforderungen des OEMs gerecht wird. Projekte dieser Art sind daher eher umsetzungsorientiert. Für den Systemintegrator bedeutet dies sowohl eine Umstellung kultureller Art wie auch ein Verschiebung der benötigten Fähigkeiten.

die zeitliche Abstimmung sowie die Erfüllung des vom OEM vorgegebenen Zielsystems, insbesondere bezüglich der funktionalen Eigenschaften Qualität, Gewicht und Kosten⁸².

Die Komplexität des Netzwerks wird erhöht durch die Tatsache, dass der OEM selbst die Entwicklung von einigen wichtigen Teilen übernimmt und zudem einige Teilumfänge des Moduls an einen wesentlichen Wettbewerber des Systemintegrators vergeben werden. Diese Teilumfänge müssen in das Gesamtmodul integriert werden. Die Verantwortung für die erfolgreiche Integration liegt wie beschrieben beim Systemintegrator.

Die Arbeit des Netzwerks ist in Simultaneous Engineering-Teams (SE-Teams) organisiert. Die Rolle des SE-Teamleiters wird zum Teil von Mitarbeitern des Systemintegrators wahrgenommen. Die Teambesetzung ist dagegen gemischt: Sowohl Mitarbeiter des OEMs, des Systemlieferanten sowie von anderen Unterlieferanten sind vertreten. Die SE-Teams – und damit auch die SE-Teamleiter des Systemintegrators – sind wiederum in die Modulorganisation des OEMs eingebunden.

6.2.2 Anwendung des Modells zur Beschreibung der Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken

6.2.2.1 Veränderungstreiber

In dieser Fallstudie sind die Veränderungstreiber primär (netzwerk)interner Art. Die Managemententscheidung des OEMs, die Gesamtverantwortung für den Entwicklungsumfang erstmalig an einen – neuen – Systemintegrator zu vergeben sowie die komplexe Gestaltung des Netzwerks sind Auslöser für den Bedarf, das Netzwerk neu auszurichten bzw. anders aufzusetzen als es bisher üblich war.

6.2.2.2 Beobachtung und Bewertung

In einer gemeinsamen Analyse des OEMs und des Systemintegrators wurde die Netzwerksituation bereits in der Übergangsphase von der Gestaltungs- in die Betriebsphase bewertet. Dabei wurden folgende wesentlichen Probleme beobachtet:

- Achsmodule sind mechatronische Systeme mit einem zunehmenden Elektrik- und Elektronikanteil. Um die Integration aller Komponenten zu einem Gesamtsystem sicherzustellen, ist eine Beurteilungskompetenz für die Elektrik- und

⁸² Der OEM und der Systemintegrator haben dabei naturgemäß unterschiedliche Interessen, die mit einem entsprechend unterschiedlichen Anreiz verbunden sind. Während der OEM seitens des Endkunden im Falle des Fahrwerks nach dem Fahrverhalten beurteilt wird, wird der Systemintegrator primär am Zielsystem in Form von Zeit-, Kosten- und Qualitätszielen gemessen.

Elektronikumfänge unerlässlich. Diese war nicht bei allen relevanten Mitarbeitern des Systemintegrators vorhanden.

- Ihre Rollen, Aufgaben und Verantwortlichkeiten waren den Mitarbeitern des Systemintegrators nicht vollständig klar und stimmten nicht völlig mit der Erwartungshaltung des OEMs überein.
- Die Anforderungen an den SE-Teamleiter waren nicht nur fachlicher Art. Neben einem ausgeprägten technischen Know-how wurden Methodenkompetenz (beispielsweise Projekt- oder Lieferantenmanagement), Führungskompetenz, Prozesskompetenz sowie persönliche und soziale Kompetenz gefordert. Für die meisten SE-Teamleiter, die eher Erfahrung als Produktingenieur hatten, hieß dies eine Umstellung in Bezug zu den Aufgaben und auch zur persönlichen Einstellung. Die Mitarbeiter waren es bislang gewohnt, Umfänge zu entwickeln und bis ins letzte Detail zu verstehen. In der neuen Aufgabe ging es eher darum, einen Überblick über die Arbeit zu haben und koordinierend tätig zu sein.
- Den SE-Teamleitern fehlte zudem das notwendige (informelle) Netzwerk beim OEM.
- Wichtige Umfänge des Moduls wurden seitens des OEMs an einen Wettbewerber des Systemintegrators vergeben. Dies führte dazu, dass der Wettbewerber nur einen geringen Anreiz hatte, intensiv mit dem Systemintegrator zusammenzuarbeiten. Insbesondere sensible Informationen wie Kosten, FMEAs, Fertigungsverfahren oder technologische Innovationen, die vom Systemintegrator für die Erfüllung seiner Aufgaben und die Gesamtintegration des Moduls benötigt werden, stellt der Wettbewerber nur ungern zur Verfügung. Auf der anderen Seite sind Informationen über interne Meilensteine oder Projektvorgehensweisen des Systemintegrators auch vertraulich, müssen aber, um einen reibungslosen Projektverlauf zu gewährleisten, allen Unterlieferanten zur Verfügung gestellt werden.
- Durch die starke Einbindung der SE-Teamleiter des Systemintegrators in die Prozesse des OEMs arbeiteten diese in zwei unterschiedlichen Unternehmenskulturen, was zu einer für den SE-Teamleiter schwierigen Situation führt: Der SE-Teamleiter ist in die Organisation des OEMs eingebettet, ist aber kein Mitarbeiter des OEMs. Dabei muss der SE-Teamleiter Mitarbeiter des OEMs führen. Diese sehen den SE-Teamleiter jedoch als Lieferanten und akzeptieren seine neue Rolle nicht. Der SE-Teamleiter muss auch im eigenen Unternehmen die Interessen des OEMs durchsetzen, teilweise sogar gegen das eigene Unternehmen. Dies wird von seinen eigenen Kollegen nicht akzeptiert.⁸³

⁸³ Beispielsweise müssen Testergebnisse von OEM-Mitarbeitern eingefordert werden. Diese nehmen die SE-Teamleiter aber als Lieferant wahr und lassen sich nur schwer von dem SE-Teamleiter steuern. Dennoch ist z.B. die Freigabe von Zeichnungen durch den OEM unverzichtbar. Auf der anderen Seite muss er in seiner Rolle

6.2.2.3 Veränderungenbedarfe

Aus den genannten Problemen ergab sich der Bedarf, die Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortlichkeiten der im Netzwerk beteiligten Mitarbeiter zu klären und transparent zu machen und die Mitarbeiter für das Erfüllen ihrer Aufgaben zu befähigen. Darüber hinaus bestand der Bedarf, die Struktur des Netzwerks an einigen Stellen neu zu definieren sowie die Integration der SE-Teamleiter in die Prozesse des OEMs zu unterstützen.

Genauso wie der Veränderungsbedarf gemeinsam von OEM und Systemintegrator festgestellt wurde, wurde die Entscheidung zur Umsetzung der Maßnahmen gemeinsam getroffen.

6.2.2.4 Umsetzung anhand der Wandlungsobjekte

Von der Umsetzung der Veränderungen waren insbesondere das Zielsystem, das Prozesssystem und das Handlungssystem betroffen. Das technische Objektsystem stand im Rahmen dieser Fallstudie nicht explizit im Fokus.

Zielsystem

Das Zielsystem hat sich dahingehend verändert, dass die Verantwortung eines Großteils der Entwicklungsziele auf den Systemintegrator übertragen wurde. Der Systemintegrator wurde für die Erreichung der Produktziele im Sinne technischer Eigenschaften, Qualität und Kosten sowie für die Erreichung der Prozessziele hinsichtlich Entwicklungszeit und -kosten verantwortlich gemacht. Er hat dabei die Zielerreichung für den Bereich Fahrwerk für das gesamte Netzwerk sicherzustellen.

Prozesssystem

Der Systemintegrator musste seine Prozesse weitgehend an die Prozesse des OEMs anpassen. Die Meilensteine für die Entwicklung wurden in Form eines übergreifenden Terminplans vom OEM vorgegeben. Der Systemintegrator leitete daraus eigene Meilensteine ab (z.B. Vorfreigabe und Freigaben der Werkzeuge). Der Systemintegrator musste daraufhin den OEM über den Fortschritt informieren und muss zu jedem Zeitpunkt über den Stand des gesamten Netzwerks auskunftsfähig sein.

Einzelne Prozesse wie beispielsweise der Genehmigungsablauf für das technische Änderungsmanagement mussten angepasst werden. Alternativbewertungen erfolgten im SE-Team auf Basis einer Beschreibung der Änderung sowie einer Zeit- und Kostenbewertung. Änderungen mussten dabei vom OEM genehmigt werden, mussten aber vom Systemintegrator an die Unterlieferanten kommuniziert werden. Es war dabei sicherzustellen, dass die Lieferanten auch über aktuelle Änderungen informiert wurden. Sonst würden Konstruktionen auf Basis alter Konstruktionsstände erfolgen.

auch von den eigenen Kollegen Ergebnisse einfordern und kommt damit in einen Interessenskonflikt, weil er dort als Kollege und nicht als Vorgesetzter wahrgenommen wird.

Handlungssystem

Anfangs wurden die Rollenverteilung, Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortlichkeiten sowie Entscheidungswege in gemeinsamen Workshops festgelegt. Die Aufgaben der vom Systemintegrator gestellten SE-Teamleiter beinhalten:

- Umsetzung der geforderten Eigenschaften und Qualität nach dem Zielsystem.
- Sicherstellung der geometrischen Integration für den SE-Umfang in das Modul.
- Durchführung des Erprobungsprozesses für den SE-Umfang.
- Die Steuerung und Koordination des SE-Teams⁸⁴ inkl. fachlicher Problemlösungsverantwortung.
- Die Steuerung und Koordination der Lieferanten.
- Regelmäßige Erstellung eines Statusberichts.

Die SE-Teamleiter stehen dabei unter der fachlichen Führung der Modulleiter (der ein Mitarbeiter des OEMs ist).

Die Kompetenzen der einzelnen Mitarbeiter wurden mit dem Ziel analysiert, sie ständig weiterzuentwickeln. Insbesondere der Prozesskompetenz kam eine hohe Bedeutung zu, weil die SE-Teamleiter in den Prozessen und Systemen des OEMs arbeiten. Die SE-Teamleiter waren anfangs kaum vertraut mit Prozessen, Gremienlandschaften, Eskalationswegen und Berichtswegen beim OEM. Die Qualifizierung seitens des OEMs betraf nur die OEM-Prozesse. Fähigkeiten wie Projektmanagement oder Lieferantenmanagement wurden in eigener Verantwortung des Systemintegrators geschult. Des Weiteren wurde eine gemeinsame Nomenklatur für das gesamte Netzwerk eingeführt, die sicherstellte, dass alle Mitarbeiter das gleiche Verständnis von wichtigen Begriffen haben.

Dem Fehlen ausführlicher Prozesskenntnisse und des notwendigen (informellen) Netzwerks seitens der SE-Teamleiter wurde mit einem Coachingkonzept begegnet. Die Mitarbeiter des Systemintegrators wurden von erfahrenen OEM-Mitarbeitern unterstützt, wenn es darum ging, sich in der OEM-Welt zurechtzufinden. Darüber hinaus wurde die Akzeptanz der Mitarbeiter des Systemintegrators beim OEM durch gemeinsame Teamingaktivitäten in diversen Workshops gesteigert.

Als übergreifende Steuerungsinstanz wurden zwei erfahrene Mitarbeiter installiert: Ein Mitarbeiter des OEMs und ein Mitarbeiter des Systemintegrators. Neben den Steuerungsaufgaben hatten sie eine Eskalationsfunktion. Sobald die SE-Teamleiter mit der Steuerung ihrer Teams an Grenzen stießen, konnten die beiden erfahrenen Mitarbeiter

⁸⁴ Das SE-Team beinhalten den SE-Teamleiter (Mitarbeiter des Systemintegrators) und Teammitglieder in den Bereichen Entwicklung, Verkauf, Einkauf etc. (Mitarbeiter des Systemintegrators, des OEMs und weiterer Lieferanten).

eingreifen und bei Bedarf in ihre jeweiligen Organisationen eine weitere Eskalation vornehmen.

Die Steuerung von Unterlieferanten im Netzwerk lag zwar in der Verantwortung des Systemintegrators, erfolgte jedoch in einer engen Vernetzung mit dem OEM. Bei Bedarf fand eine Nachsteuerung durch den OEM statt. Der OEM unterstützt die Partner im Netzwerk mit technischem Know-how. Ziel ist dabei eine partnerschaftliche Vorgehensweise, wobei die beste Lösung und nicht einzelne Kosten im Vordergrund stehen.

Um dem problematischen Umgang mit dem Wettbewerber im Netzwerk zu vereinfachen, musste ein zusätzlicher Verhandlungsaufwand getrieben werden mit dem Ergebnis, dass eine zusätzlich vertragliche Absicherung getroffen wurde und dass Kostenberichte nur beim Wettbewerber vor Ort eingesehen werden konnten. Des Weiteren wurde ein Eskalationsmechanismus über den OEM vereinbart.

6.2.3 Ergebnisse und Bewertung

Durch die Umstellung einzelner Prozesse und vor allem durch die Befähigung der SE-Teamleiter zur Durchführung ihrer Aufgaben konnte das Entwicklungsnetzwerk schnell arbeitsfähig werden. Insbesondere das Coachingkonzept trug dazu bei, dass die Mitarbeiter des Systemintegrators sich relativ schnell in die OEM-Welt einleben konnten. Allerdings war dies mit einem erheblichen ungeplanten Personaleinsatz verbunden. Besonders bewährt hat sich auch, dass über die Laufzeit des Netzwerks immer die gleichen Ansprechpartner verfügbar waren. Sie erkannten schnell die Struktur und wurden dann als quasi-OEM-Mitarbeiter akzeptiert. Durch die übergreifende Steuerungsinstanz wurde auch ein besserer Zugriff auf die eigene Organisation und eine bessere Akzeptanz in der eigenen Organisation bewirkt.

Durch die beschriebenen Maßnahmen und durch gute Leistung im Netzwerk wurden der Kontrollaufwand reduziert und das Vertrauen zwischen den Partnern erhöht.

Um diesen Effekt aufrechtzuerhalten, ist geplant, die nun antrainierten Mitarbeiter auch in Folgeprojekte einzusetzen. Diese Zuordnung zu einem OEM erhöht die Stabilität des Netzwerks.

Neben einer Vielzahl von Aspekten des Managements von Entwicklungsnetzwerken zeigt diese Fallstudie die Auswirkungen von Managemententscheidungen und die Veränderungsbedarfe, die sich daraus – insbesondere hinsichtlich der Anpassung bestehender Netzwerke – ergeben können.

Aufgrund des relativ breiten Spektrums dieser Fallstudie konnte eine Vielzahl der in Kapitel 5 vorgeschlagenen Erfolgsfaktoren und Handlungsempfehlungen erfolgreich umgesetzt werden. Insbesondere sind hier die Integration externer Partner in die SE-Teams, das frühe und verbindliche Festlegen von Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortlichkeiten unter Einbeziehung aller relevanten Partner, das Etablieren schneller und kurzer Entscheidungswege, das Etablieren eines durchgängigen Änderungsmanagements, der Einsatz eines übergreifenden Meilensteinplans sowie das Bilden von Task-Forces aus erfahrenen Mitarbeitern zu nennen.

6.3 Reflexion: Praktische Überprüfung des Modells anhand von zwei Fallstudien

Das in Kapitel 5 vorgestellte Modell zur Beschreibung von Entwicklungsnetzwerken besteht aus zwei Teilen und wurde in diesem Kapitel anhand von zwei Fallstudien angewendet und evaluiert. Der erste Teil beschreibt das Modell als solches in Form eines Regelkreises mit vier wesentlichen Elementen⁸⁵. Im zweiten Teil werden daraus Erfolgsfaktoren und Handlungsempfehlungen für die Gestaltung und Optimierung von Entwicklungsnetzwerken abgeleitet.

Die im ersten Schritt des Modells beschriebenen Veränderungstreiber sind sehr umfassend. Obwohl nicht alle möglichen Veränderungstreiber für diese konkreten Fallstudien Relevanz aufzeigten, standen die Entwicklungsnetzwerke aus den Fallstudien sowohl unter den Einfluss externer (in der ersten Fallstudie) als auch interner (in beiden Fallstudien) Wandlungstreiber. Die Beobachtungs- und Bewertungsfunktion (Schritt zwei des Modells) sowie die Entscheidung über den Veränderungsbedarf (Schritt drei im Modell) wurden im ersten Beispiel vom OEM, im zweiten Beispiel von OEM und Systemintegrator wahrgenommen. Die Systematisierung nach Ziel-, Objekt-, Prozess- und Handlungssystem bei der Umsetzung (im vierten Schritt des Modells) erscheint auch in der Praxis sinnvoll, obwohl das Handlungssystem – aufgrund der Tatsache, dass es sich bei Entwicklungsnetzwerken um eine bestimmte Ausprägung dieses Systems handelt – bei der Netzwerkgestaltung und -anpassung einer besonderen Bedeutung zukommt.

Nicht alle Erfolgsfaktoren und Handlungsempfehlungen auf dem zweiten Teil des Modells sind in jeder Situation in der betrieblichen Praxis gleich wichtig. Bei der Gestaltung von Entwicklungsnetzwerken sollen diese deshalb situationsangepasst umgesetzt werden. Die Handlungsempfehlungen können daher nicht als Checkliste, die es bei der Gestaltung aller in der Praxis vorstellbaren Entwicklungsnetzwerken abzarbeiten gilt verstanden werden.

Zusammengefasst entspricht die in diesem Kapitel vorgenommene Evaluierung des Modells eher einer Evaluation im Sinne einer Anwendung von wesentlichen Elementen des vorgestellten Modells in der Praxis. Dies ist einerseits auf den umfassenden Charakter des Modells und andererseits auf die situationsangepasste Ausprägung der Fallstudien zurückzuführen.

Festgestellt werden kann, dass nach dem Durchlaufen des Modells und der Umsetzung der jeweiligen Maßnahmen, in den Entwicklungsnetzwerken im Vergleich zur Ausgangssituation eine signifikante Verbesserung aufgetreten ist. Das bedeutet, dass die vorgeschlagene Vorgehensweise sowie die entsprechenden Erfolgsfaktoren und Handlungsempfehlungen sich zumindest für die betrachteten Fallstudien als praxisrelevant erweisen konnten.

⁸⁵ Nach der Vorstellung sind die Wandlungsbefähiger und Wandlungshemmer Bestandteil der Regelstrecke.

7. Zusammenfassung und Ausblick

Unternehmensnetzwerke stehen in Wissenschaft und Praxis zunehmend im Zentrum des Interesses. Aufgrund eingreifender Veränderungen in der Automobilindustrie, darunter der zunehmenden Modell- und Variantenvielfalt, multikriterieller Anforderungen, der steigenden Anzahl der Zielkonflikte sowie des immer größeren Bedarfs an spezifischen Kompetenzen arbeiten Automobilhersteller und -zulieferer verstärkt in Netzwerken zusammen und können in diesem Zusammenhang als Vorreiter für diese Organisationsform der Wertschöpfung gesehen werden. Für die Produktentwicklung bedeutet dies, dass die Entwicklung von Modulen, Systemen, Komponenten und letztendlich auch gesamten Fahrzeugen in einem eng vernetzten Zusammenspiel unterschiedlicher Unternehmen erfolgt.

Die Entwicklungsnetzwerke sind dabei einer zunehmenden Turbulenz ausgesetzt, die einerseits im Umfeld des Netzwerkes begründet ist, beispielsweise durch wechselnde Kundenanforderungen oder Technologieveränderungen und auf der anderen Seite netzwerksintern – beispielsweise durch Managemententscheidungen oder den Ausfall eines Netzwerkpartners – verursacht wird.

Bestehende Entwicklungsnetzwerke sind häufig nicht in ausreichendem Maße in der Lage, mit dieser Turbulenz umzugehen und sich darauf einzustellen. Die Wandlungsfähigkeit stellt daher für Entwicklungsnetzwerke einen Erfolgsfaktor dar, indem mit (zunehmenden) Systemveränderungen im Netzwerk oder im Umfeld des Netzwerkes umgegangen werden kann.

Hauptziel der vorliegenden Arbeit ist es, ein Modell zu konzipieren, das die Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken beschreibt und Erfolgsfaktoren und Handlungsempfehlungen für die Gestaltung und Optimierung von Entwicklungsnetzwerken darstellt.

In diesem Kapitel werden abschließend die wesentlichen Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zusammenfassend dargestellt. Weiterhin wird einen Ausblick hinsichtlich des weiteren Forschungsbedarfes gegeben.

7.1 Zusammenfassung

Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken

Zunächst wird ein theoretischer Bezugsrahmen zur Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken aufgespannt. Dieser beinhaltet die Grundlagen der Systemtheorie, insbesondere der Kybernetik und des Systems Engineering sowie ausgewählte, relevante betriebswirtschaftlichen Theorien. Aus Sicht der Systemtheorie ist die Wandlungsfähigkeit dabei als eine Möglichkeit zu verstehen, die Komplexität des sich kontinuierlich verändernden Netzwerkes besser bewältigen zu können. Weiterhin stellt sie

Gestaltungsprinzipien für die Organisation und Lenkung des Systems Entwicklungsnetzwerke zur Verfügung. Diese werden ergänzt durch die Grundlagen der Regelungstechnik, die Auskunft darüber geben, wie die Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit des komplexen Systems Entwicklungsnetzwerk sichergestellt werden kann. Auch eine Gegenüberstellung der betrachteten betriebswirtschaftlichen Theorien gibt Hinweise auf eine optimierte Gestaltung von Entwicklungsnetzwerken, insbesondere in Form von Effektivitäts- und Effizienzkriterien in Bezug zum Netzwerkgegenstand (Ressourcen und Kompetenzen) sowie zur Kosten- und Ertragsseite des Netzwerkes.

Auf der Basis eines Vergleichs von Topologien technischer Netzwerke mit anderen im Schrifttum häufig verwendeter Netzwerktypologien werden zwei Netzwerktypen unterschieden, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit von Bedeutung sind und sich insbesondere in Bezug auf ihre Lenkung und die Machtverhältnisse zwischen den Netzwerkpartnern unterscheiden. Während hierarchische oder fokale Netzwerke von einem fokalen, dominanten Unternehmen geführt werden, setzen sich heterarchische oder polyzentrische Netzwerke aus gleichberechtigten Unternehmen zusammen, die gemeinsam eine Entwicklungsaufgabe durchführen.

Die unterschiedlichen Elemente des Managements von Entwicklungsnetzwerken werden anhand von vier unterschiedlichen Netzwerkphasen dargestellt (Anbahnungs-, Gestaltungs-, Betriebs- und Rekonfigurationsphase). Das Management von Entwicklungsnetzwerken unterscheidet sich dabei deutlich vom Management von Entwicklungsorganisationen in einem Einzelunternehmen. Dies liegt in der Tatsache begründet, dass unterschiedliche Strategien, Funktionen, Prinzipien, Systeme und Kulturen in das Netzwerk eingebracht werden. Darüber hinaus bestehen für das Netzwerkmanagement kaum Möglichkeiten, hierarchisch auf die Mitarbeiter im Netzwerk zurückzugreifen. Demnach kommt sozialen Fähigkeiten, Vertrauen und Verhandlungsgeschick einer wesentlich bedeutendere Rolle zu, als es im Einzelunternehmen der Fall ist.

Für das Management von Entwicklungsnetzwerken sind unter anderem folgenden Aspekte zu beachten:

- Unternehmensübergreifende Klärung der Ziele, Bedürfnisse und Anforderungen in Bezug zur Produktentwicklung.
- Klar definierte und vereinbarte Prozesse zwischen den Netzwerkpartnern, beispielsweise durch definierte Arbeitsabläufe oder Abstimmprozesse.
- Die hierarchisch geprägte Steuerung im Netzwerk soll durch Selbstorganisation in den Entwicklungsteams ergänzt werden.
- Festlegen von (positiven und negativen) Anreizmechanismen sowie Spielregeln im Netzwerk.
- Konsequente Umsetzung der Prinzipien des Simultaneous Engineering im Netzwerk.
- Förderung von informellen Kontakten im Netzwerk.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird die Wandlungsfähigkeit als ein Erfolgsfaktor bei der Gestaltung und beim Management von Entwicklungsnetzwerken herausgestellt. Sie wird als Kombination von Flexibilität und Reaktionsfähigkeit definiert. Die Flexibilität eines Entwicklungsnetzwerkes wird dabei als die Möglichkeit zur Veränderung in vorgehaltenen Dimensionen und Szenarien verstanden. Die Reaktionsfähigkeit wird als Potenzial verstanden, jenseits vorgedachter Dimensionen und Korridore zu agieren. Ein Entwicklungsnetzwerk kann dabei auf aktive oder passive Art und Weise mit dem Wandel umgehen. Bei passivem Wandel erfolgt nur eine defensive und reaktive Anpassung. Bei aktivem Wandel hingegen werden langfristige Optionen im Netzwerk aufgebaut, um wandlungsfähig zu sein. Von Bedeutung ist in diesem Zusammenhang insbesondere das Management von Wissen und Lernprozessen im Netzwerk. Darüber hinaus wird bei aktivem Wandel Einfluss auf das Umfeld des Netzwerks genommen, um die im Umfeld auftretende Turbulenz zu Gunsten des Netzwerks mitzugestalten.

Der Wandel kann anhand einer Vielzahl von Faktoren beschrieben werden, darunter die Geschwindigkeit, die Tiefe und die Breite des Wandels. Dieser Vielfalt zeigt, dass dieses Phänomen in der betrieblichen Praxis schwer zu erfassen ist. Verstärkt wird dieser Effekt durch die Tatsache, dass Menschen nur schwer mit komplexen, vernetzten, intransparenten und dynamischen Situationen umgehen können. Der Wandel in einem Entwicklungsnetzwerk wird weiterhin von der mentalen Verträglichkeit von Wandel und den sich daraus möglicherweise ergebenden Widerständen begrenzt. Eine weitere Begrenzung des Wandels ergibt sich aus dem wirtschaftlichen Verständnis, dass die Wandlungsfähigkeit ein Potenzial darstellt, auf relevante Veränderungen reagieren zu können, für das es spezifische Investitionen benötigt.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass es bei der Gestaltung von Entwicklungsnetzwerken darum geht, das richtige Maß an Wandlungsfähigkeit vorzuhalten.

Lösungsansatz und Verifikation

Als Lösungsansatz wird deshalb im Rahmen dieser Arbeit ein Modell konzipiert, das die Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken beschreibt und für die konkrete Netzwerkgestaltung Handlungsempfehlungen bereitstellt.

Das Modell setzt sich aus zwei Teilen zusammen. Der **erste Teil** des Modells beschreibt systematisch die Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken und baut sich in vier Schritten auf, die einen Regelkreis darstellen. In *Schritt eins* sind die internen und externen Wandlungstreiber (*Störgrößen*) enthalten. Sie verursachen Turbulenz im relevanten Umfeld des Netzwerkes oder im Netzwerk selbst. *Schritt zwei* stellt die Beobachtungs- und Bewertungsfunktion dar (*Messglied*). Sie beobachtet die Wandlungstreiber und bewertet ihre Relevanz für das Netzwerk, beispielsweise anhand der Szenariotechnik, die mögliche, in der Zukunft auftretende Situationen beschreibt und daraus strategische Handlungsoptionen und Strategien ableitet. In *Schritt drei* finden die tatsächliche Entscheidung über die Umsetzung der Veränderung bzw. des Wandels und die entsprechenden Maßnahmen statt (*Stellglied*). Die Entscheidung wird – in Abhängigkeit der Häufigkeit und Intensität einer Veränderung – vom Management oder durch Selbstorganisation in weitgehend autonomen Entwicklungsteams getroffen. In *Schritt vier* wird der Wandel durchlaufen (*Regelstrecke*). Für den Verlauf des Wandels werden sechs alternative Transformationsfunktionen identifiziert (linear,

stufenweise, sprungweise, progressiv, degressiv und chaotisch). In der betrieblichen Praxis sind meistens bei jeder der möglichen Transformationsfunktionen chaotische Elemente zu beobachten.

Die Durchführung des Wandels erfolgt anhand von Wandlungsobjekten, die bei Bedarf angepasst werden können. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden diese dem ZOPH-Modell gemäß nach Ziel-, Objekt-, Prozess- und Handlungssystem systematisiert. Das Zielsystem beinhaltet dabei die Ziele und Anforderungen sowie ihre Zusammenhänge. Das Objektsystem stellt das zu entwickelnde und zu produzierende Produkt dar und besteht neben der Produktarchitektur und ihren Varianten aus Funktionen, Eigenschaften und Technologien. Das Prozesssystem stellt die Ablauforganisation der Produktentwicklung dar und setzt sich primär aus den Entwicklungsprozessen und ihren Schnittstellen zusammen. Schließlich repräsentiert das Handlungssystem die Aufbauorganisation mit Ressourcen, Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortlichkeiten sowie Netzwerkstrukturen, Methoden usw. Das Handlungssystem ist für die vorliegende Arbeit besonders relevant, da Entwicklungsnetzwerke als spezielle Ausprägung des Handlungssystems der Produktentwicklung aufgefasst werden können. Positiv oder negativ beeinflusst – in Bezug zur Wandlungsfähigkeit – werden die Wandlungsobjekte durch sog. Wandlungsbefähiger und Wandlungshemmer. Als besonders relevant für diese Arbeit wurden in diesem Zusammenhang die Modularität, Redundanz, Vernetzungs- und Integrationsfähigkeit, Funktions- und Nutzungsneutralität, Transparenz sowie Organisationskultur identifiziert.

Nachdem die Maßnahmen umgesetzt sind und damit der Wandel vollzogen ist, findet eine Rückkopplung an die Beobachtungs- und Bewertungsfunktion statt.

Die Zielabweichungen in zeitlicher und inhaltlicher Hinsicht sowie der Ressourceneinsatz bei der Umsetzung der Maßnahmen sind ein Maß für die Effektivität bzw. Effizienz der Umsetzung und damit ein Gütemaß für den Wandel.

Der **zweite Teil** des Modells wird einerseits einen Analyserahmen für die unterschiedlichen Ausprägungen von Unternehmensnetzwerken vorgeschlagen. Im Zentrum des Analyserahmens stehen drei Dimensionen: Teileumfang/-komplexität, Wertschöpfung und Verantwortung, wobei in Abhängigkeit von deren Ausprägung die Relevanz der unterschiedlichen Teilsysteme des ZOPH-Modells festgestellt werden kann.

Darüber hinaus werden Gestaltungsprinzipien für Entwicklungsnetzwerke abgeleitet. Einerseits durch die Anwendung der betrachteten betriebswirtschaftlichen Theorien und die unterschiedlichen Ansätzen zur Bewältigung von Komplexität auf Entwicklungsnetzwerke. Andererseits aus dem im ersten Teil des Modells dargestellten Regelkreises in Form von Erfolgsfaktoren und Handlungsempfehlungen. Diese sind nach den Teilsystemen des ZOPH-Modells gegliedert. Die wichtigsten Erfolgsfaktoren und Handlungsempfehlungen sind in Tabelle 7.1 dargestellt⁸⁶.

⁸⁶ Die Tabelle 7.1 ist identisch mit der Tabelle 5.23 dieser Arbeit. Sie wird dennoch an dieser Stelle als bedeutendes Ergebnis der vorliegenden Arbeit dargestellt.

Aspekt des ZOPH-Modells	Erfolgsfaktoren und Handlungsempfehlungen
Zielsystem	<ul style="list-style-type: none"> • Vereinbarung gemeinsamer Ziele. • Durchgängigkeit und Transparenz der Ziele. • Modularisierung und Erweiterbarkeit des Zielsystems.
Objektsystem	<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau modularer Produktstruktur. • Verwendung standardisierter Bauteile.
Prozesssystem	<ul style="list-style-type: none"> • Etablierung Prozessbaukasten. • Übergreifender Meilensteinplan als Ordnungsrahmen für die Entwicklungsprozesse.
Handlungssystem	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung Selbstorganisation im Netzwerk. • Frühes und gemeinsames Festlegen von Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortlichkeiten. • Verwendung einheitlicher Tools und Methoden. • Etablierung von Anreizmechanismen im Netzwerk. • Aufbau und Fördern von Vertrauen im Netzwerk. • Qualifikation der Mitarbeiter, nicht nur in fachlichen Bereichen, sondern auch in sozialen Fähigkeiten.

Tabelle 7.1: Überblick der wesentlichen Erfolgsfaktoren und Handlungsempfehlungen

Darüber hinaus wird ein allgemeiner Lenkungsmechanismus für Entwicklungsnetzwerke vorgeschlagen, der auf kybernetischen Prinzipien basiert und in fünf Subsystemen gegliedert ist, die mit entsprechenden Informationsflüssen verbunden sind.

Das vorgeschlagene Modell eignet sich, das Management in Entwicklungsnetzwerken dabei zu unterstützen, mit der zunehmenden Turbulenz im Umfeld und aus dem Netzwerk selbst umzugehen. Es erlaubt die Einordnung bestehender Netzwerke und die Planung der (Neu)Ausrichtung von sich im Wandel befindlichen Netzwerkstrukturen. Das Modell kann daher sowohl bei der Gestaltung neuer Netzwerkkonstellationen angewendet als auch für die Optimierung bestehender Entwicklungsnetzwerke herangezogen werden.

Das Modell wird anhand zwei konkreter Fallstudien verifiziert. In der ersten Fallstudie wird ein Entwicklungsnetzwerk, das die Planung, Entwicklung und Konstruktion von Fertigungsmitteln im Bereich Karosseriebau zum Ziel hat, in der praktischen Arbeit mithilfe eines virtuellen Projektraums unterstützt. In der zweiten Fallstudie wird die Entwicklungsverantwortung für das Fahrwerk eines Fahrzeugs an einen Systemintegrator vergeben. Bei der Anwendung des Modells zeigt sich, dass das Modell, wie es im Rahmen der vorliegenden Arbeit vorgeschlagen wird, einen umfassenden Charakter hat. Das bedeutet, dass nicht alle Elemente des Modells auf jede Situation in der betrieblichen Praxis gleichermaßen zutreffen. Dies gilt für die Wandlungstreiber im gleichen Maße wie für die Wandlungsobjekte oder die abgeleiteten Handlungsempfehlungen.

Dennoch erscheint die Strukturierung des Modells – insbesondere auch die Systematisierung nach Ziel-, Objekt-, Prozess- und Handlungssystem – in der Praxis sinnvoll. Dabei muss festgestellt werden, dass dem Handlungssystem aufgrund der Tatsache, dass es sich bei Entwicklungsnetzwerken um eine bestimmte Ausprägung dieses Systems handelt, bei der Netzwerkgestaltung und -anpassung einer besonderen Bedeutung zukommt.

Für die Anwendung des Modells hat dies zur Folge, dass es – im Rahmen der vorgeschlagenen Struktur – situationsangepasst umgesetzt werden soll. Insbesondere haben die Erfolgsfaktoren und Handlungsempfehlungen nicht den Charakter einer vorschreibenden Checkliste für die Gestaltung von Entwicklungsnetzwerken.

Für die Evaluierung des Modells kann deshalb festgestellt werden, dass es sich an dieser Stelle eher um eine Evaluation im Sinne der Anwendung von wesentlichen Elementen des Modells in der betrieblichen Praxis handelt. Zum einen ist dies auf den umfassenden Charakter des Modells und zum anderen auf die situationsangepassten Ausprägungen der Fallstudien zurückzuführen. Die Praxisrelevanz des Modells kann des Weiteren anhand der Fallstudien festgestellt werden, indem beim Durchlaufen des Modells und der Anwendung der Handlungsempfehlungen die Situation in den entsprechenden Entwicklungsnetzwerken gemäß der Zielsetzung der jeweiligen Fallstudie signifikant verbessert werden kann.

7.2 Ausblick

Das vorgeschlagene Modell als Lösungsansatz der vorliegenden Arbeit unterstützt bei der Gestaltung und Optimierung von Entwicklungsnetzwerken – insbesondere vor dem Hintergrund des Erfolgsfaktors Wandlungsfähigkeit. Der Fokus liegt dabei auf der Produktentwicklung. Ein bedeutender Abnehmer, aber auch Inputgeber – im Sinne von Anforderungen und Zielen – stellt für die Produktentwicklung die Produktion dar. Mit der Gestaltung der einzelnen Teilsysteme des ZOPH-Modells der Produktentwicklung werden die nachgelagerten Wertschöpfungsstufen maßgeblich beeinflusst. Dies gilt für die Produktionsplanung bis hin zum Recycling des komplexen Systems Automobil. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde bereits auf die Konzepte der Wandlungsfähigkeit in der Fabrikplanung hingewiesen. Diese Wandlungsfähigkeit wird auch – zumindest in Bezug auf das zu fertigende Produkt – zu einem großen Teil in der Produktentwicklung bestimmt. Dieser Aspekt konnte im Rahmen der vorliegenden Arbeit nur am Rande beleuchtet werden. Es ist daher zu empfehlen, diesen Sachverhalt weiter zu untersuchen und einen Abgleich hinsichtlich der Durchgängigkeit des im Rahmen der vorliegenden Arbeit vorgeschlagenen Lösungsansatzes und der Konzepte zur Wandlungsfähigkeit in der Fertigungsplanung durchzuführen sowie ihren weiteren Einfluss festzustellen, beispielsweise auf das Recycling.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken in einem Modell zu beschreiben. Auf Effizienz- und Effektivitätskriterien ist dabei im Rahmen des Wandels als Transformationsfunktion eingegangen worden. Dennoch besteht in diesem Punkt ein weiterer Forschungsbedarf, wenn es darum geht, die Messbarkeit des Wandels zu erhöhen, insbesondere im Hinblick auf die Messbarkeit der Ziele, die mit dem Wandel erreicht werden sollen sowie hinsichtlich Kenngrößen für die einzelnen Wandlungsobjekte.

In der betrieblichen Praxis kommt die Aufmerksamkeit für das Phänomen Wandlungsfähigkeit häufig noch zu kurz. Viele Unternehmen beschäftigen sich noch ausschließlich mit den klassischen Zielgrößen Zeit, Kosten und Qualität. Es soll sich in einer zunehmend turbulenten Welt die Erkenntnis durchsetzen, dass es darüber hinaus wichtig ist, diesen Turbulenz zu begegnen, weil nur wandlungsfähige Entwicklungsnetzwerke sich langfristig behaupten können!

8. Literaturverzeichnis

ADAC (HRSG.) (2006):

ADAC Pannenstatistik 2006.

München: ADAC 2006.

ALCHIAN, A.; DEMSETZ, H. (1973):

The Property Rights Paradigm. In: Journal of Economic History 33 (1973), S. 16-22.

ALDERS, K. (2006):

Komplexitäts- und Variantenmanagement der AUDI AG. In: Lindemann, U.; Reichwald, R.; Zäh, M. (Hrsg.): Individualisierte Produkte – Komplexität beherrschen in Entwicklung und Produktion.

Berlin: Springer 2006.

ARGYRIS, C.; SCHÖN, A. (1996):

Organizational Learning II – Theory, Method, and Practice.

Reading: Addison-Wesley 1996.

ARNOLD, H. (2003):

Technology Shocks – Origins, Managerial Responses, and Firm Performance.

Heidelberg: Physika 2003.

Zugl. München: Univ., Diss. 2002.

ARTHUR D. LITTLE (HRSG.) (2004):

Das Rennen um den SOP – Kernmerkmale eines PEP der Spitzenklasse.

Wiesbaden: Whitepaper Mai 2004.

ASHBY, W. (1970A):

An introduction to cybernetics, 5th ed.

London: Chapman & Hall 1970.

ASHBY, W. (1970B):

Design for a brain – The origin of adaptive behaviour, 3rd Ed.

London: Chapman & Hall 1970.

ABMANN, G. (2000):

Gestaltung von Änderungsprozessen in der Produktentwicklung.
München: Utz 2000. (Produktentwicklung München, Band 38)
Zugl. München: TU, Diss. 2000.

AUTOMOBIL INDUSTRIE (HRSG.) (2006):

Das Netz-Werk. In: Automobilindustrie 5/2006, S. 16-18.

AUTOMOBIL INDUSTRIE (HRSG.) (2007A):

Aufbruch in die Normalität. In: Automobil Industrie 1-2/2007, S. 38-39.

AUTOMOBIL INDUSTRIE (HRSG.) (2007B):

Neues im Netzwerk. In: Automobil Industrie 1-2/2007, S. 18-20.

AXELROD, R. (2000):

Die Evolution der Kooperation, 5. Aufl.
München: Oldenbourg 2000.

BADKE-SCHAUB, P.; FRANKENBERGER, E. (2004):

Management kritischer Situationen.
Berlin: Springer 2004.

BALDWIN, C. Y.; CLARK, K. B. (1997):

Managing in an Age of Modularity. In: Harvard Business Review, 75 (1997) 5, S. 84-93.

BALDWIN, C. Y.; CLARK, K. B. (1998):

Modularisierung – Ein Konzept wird universell. In: Harvard Business Manager (1998) 2, S. 39-48.

BALDWIN, C. Y.; CLARK, K. B. (2000):

Design Rules – The Power of Modularity.
Cambridge: MIT Press 2000.

BALVE, P. (2002):

Das Modell wandlungsfähiger Auftragssysteme als Analyse- und Gestaltungsrahmen in Veränderungsprozessen. In Milling, P.: Entscheiden in komplexen Systemen – Wissenschaftliche Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialkybernetik vom 29. und 30. September in Mannheim, S. 207-220.
Berlin: Duncker & Humblot 2002.

BARABÁSI, A. (2003):

Linked.

New York: Plume 2003.

BARNEY, J. (1991):

Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. In: *Journal of Management* 17 (1991), S. 99-120.

BARNEY, J.; WRIGHT, M.; KETCHEN, D. (2001):

The resource-based view of the firm – Ten years after 1991. In: *Journal of Management* 27 (2001), S. 625-641.

BAUERNHANSL, T. (2003):

Bewertung von Synergiepotentialen im Maschinenbau.

Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag 2003.

Zugl. Aachen: RWTH, Diss. 2002.

BECKER, N. (1999):

Regelungsfelder für Unternehmensnetzwerke.

München: TU, Diss. 1999.

BECKER, W. (2003):

The Network of Automotive Excellence as a Potential Response to Change in Development/Production and Brand Policy. In: Sachsenmeier, P; Schottenloher, M. (Hrsg.): *Challenges Between Competition and Collaboration – The Future of the European Manufacturing Industry*.

Berlin: Springer 2003.

BEER, S. (1979):

The heart of the enterprise.

Chichester: Wiley 1979.

BEER, S. (1981):

Brain of the Firm – The managerial cybernetics of organisation, 2. Aufl.

Chichester: Wiley 1981.

BELLMANN, K. (1997):

Konfiguration von Produktionsnetzwerken. In: Pfeiffer, R.: *Systemdenken und Globalisierung – Folgerungen für die lernende Organisation im Internationalen Umfeld*, S. 79-100.

Berlin: Duncker & Humblot 1997.

BENDER, B. (2001):

Zielorientiertes Kooperationsmanagement in der Produktentwicklung.
München: Dr. Hut 2001. (Produktentwicklung München, Band 48)
Zugl. München: TU, Diss. 2001.

BERNECKER, T. (2005):

Entwicklungsdynamik organisatorischer Netzwerke – Konzeption, Muster und Gestaltung.
Wiesbaden, Gabler 2005.
Zugl. Stuttgart: Univ., Diss. 2004.

BERNECKER, T.; REIB, M. (2002):

Kommunikation im Wandel – Kommunikation als Instrument es Change Managements im Urteil von Change Agents. In: Zeitschrift für Organisation 71. Jg. (2002), Heft 6, S. 352-359.

BERTALANFFY, L.VON. (1969):

General systems theory – Foundations, development, applications, 2nd print.
New York: Braziller 1969.

BICHLMAIER, C. (2000):

Methoden zur flexiblen Gestaltung von integrierten Entwicklungsprozessen.
München: Utz 2000. (Produktentwicklung München, Band 39)
Zugl. München: TU, Diss. 1999.

BLECKER, T. (1999):

Unternehmung ohne Grenzen: Konzepte, Strategien und Gestaltungsempfehlungen für das strategische Management.
Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag 1999.
Zugl. Duisburg: Univ., Diss. 1998.

BLEICHER, K. (2004):

Das Konzept integriertes Management, 7. Aufl..
Frankfurt am Main: Campus 2004.

BLESSING, L.; CHAKRABARTI, A.; WALLACE, K. (1998):

An Overview of Descriptive Studies in Relation to a General Research Methodology. In:
Frankenberger, E.; Badke-Schaub, P.; Birkhofer, H. (Hrsg.): Designers – The Key to Successful Product Development, S. 42-56.
London: Springer 1998.

BLÖSE, J.; SCHMITZ, M.; THÖNNEBEN, J. (2006):

Recht und Management in vernetzten Unternehmen – Chancen, Risiken, Lösungen.
Berlin: Erich Schmidt 2006.

BLOHM, P. (2000):

Strategische Planung von Kernkompetenzen – Möglichkeiten und Grenzen.
Wiesbaden: Gabler 2000.
Zugl. Berlin: Freie Univ., Diss. 1998.

BOARDMANN, J.; SAUSER, B. (2006):

System of Systems – the meaning of *of*. In: Proceedings of the 2006 IEEE/SMC International Conference on System of Systems Engineering, Los Angeles, April 2006.

BRAESS, H.-H. (2003):

Das Automobil und die Wissenschaften – Von der Erkenntnis zur Realität, von der Realität zur Erkenntnis. In : Automobiltechnische Zeitschrift. Teil 1: 2003-01, S. 74-82, Teil 2: 2003-02, S. 172-181.

BRAESS, H.-H. (2004):

Nichts steigt so schnell wie Ansprüche – können Technologien, Methoden und Prozesse im Automobilbau mithalten?
Grünwald: unveröffentlichter Vortrag 2004.

BRAESS, H.-H.; SEIFFERT, U. (2005):

Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik, 4. Aufl.
Wiesbaden: Vieweg 2005.

BRAUN, J. (2003):

Grundlagen der Organisationsgestaltung. In: Bullinger, H.-J.; Warnecke, H. J.; Westkämper, E. (2003): Neue Organisationsformen im Unternehmen – ein Handbuch für das moderne Management, 2. Aufl.
Berlin: Springer 2003.

BRAUN, T. (2005):

Methodische Unterstützung der strategischen Produktplanung in einem mittelständisch geprägten Umfeld.
München: Dr. Hut 2005. (Produktentwicklung München, Band 60)
Zugl. München: TU, Diss. 2005.

BREHM, C. (2003):

Organisatorische Flexibilität der Unternehmung: Bausteine eines erfolgreichen Wandels.
Wiesbaden, Deutscher Universitätsverlag 2003.
Zugl. Gießen: Univ., Diss. 2003.

BROCKHOFF, K. (1998):

Internationalization of Research and Development.
Berlin: Springer 1998.

BRONDER, C. (1993):

Kooperationsmanagement – Unternehmensdynamik durch strategische Allianzen.
Frankfurt/Main: Campus 1993.

BULLINGER, H.-J. (1994):

Einführung in das Technologiemanagement.
Stuttgart: Teubner 1994.

BULLINGER, H.-J.; WARSCHAT, J. (HRSG) (1996):

Concurrent Simultaneous Engineering Systems.
London: Springer 1996.

CHAKRAVARTHY, B. (1997):

A New Strategy Framework for Coping with Turbulence. In: Sloan Management Review 37
(Winter 1997), S. 69-82.

CLARK, K.; FUJIMOTO, T. (1990):

The Power of Product Integrity. In: Harvard Business Review 68 (Nov. 1990), S. 107-118.

COASE, R. (1937):

The Nature of the Firm. In *Economia* 4 (1937), S. 386-405.

CORSTEN, H. (2001):

Grundlagen der Koordination in Unternehmensnetzwerken. In Corsten, H.:
Unternehmensnetzwerke – Formen unternehmensübergreifender Zusammenarbeit, S. 1-57.
München: Oldenbourg 2001.

DAENZER, W.; HUBER, F (1999):

Systems Engineering – Methodik und Praxis; 10. Aufl.
Zürich: Industrielle Organisation 1999.

DANILOVIC, M.; BÖRJESSON, H. (2001):

Participatory Dependence Structure Matrix Approach. In: Proceedings of The Third Dependence Structure Matrix (DSM) International Workshop, October 29-30, 2001, Massachusetts Institute of Technology (MIT), Boston.

DAVIDOW, W.H.; MALONE, M. S. (1992):

The Virtual Corporation – Structuring and Revitalizing the Corporation for the 21st Century.
New York: Harper Business 1992.

DEBUS, C. (2002):

Routine und Innovation: Management langfristigen Wachstums etablierter Unternehmungen.
Marburg: Univ., Diss. 2002.

DEMERS, M. (2000):

Methoden zur dynamischen Planung und Steuerung von Produktentwicklungsprozessen.
München: Dr. Hut 2000. (Produktentwicklung München, Band 40)
Zugl. München: TU, Diss. 2000.

DIESTEL, R. (2006):

Graphentheorie, 3. Aufl.
Heidelberg: Springer 2006.

DIETL, H. (1993):

Institutionen und Zeit.
Tübingen, Mohr 1993.

DIETRICH, A. (2001):

Selbstorganisation: Management aus ganzheitlicher Perspektive.
Wiesbaden; Deutscher Universitätsverlag 2001.
Zugl. Graz: Univ., Diss. 2000.

DIEZ, W. (2001):

Das Management der automobilen Wertschöpfungskette. In: Diez, W.; Brachat, H.: Grundlagen der Automobilwirtschaft.
Ottobrunn: Auto Business 2001.

DIN 19226 (1994):

Regelungstechnik 1994.

DIXIT, A.; NALEBUFF, B. (1997):

Spieltheorie für Einsteiger.

Stuttgart: Schäffer Poeschel 1997.

DÖRNER, D. (2005):

Die Logik des Misslingens – Strategisches Denken in komplexen Situationen, 4. Aufl.

Reinbek: Rowohlt 2005.

DÖRNER, D.; BUERSCHAPER, C. (1997):

Denken und Handeln in komplexen Systemen. In: Ahlemeyer, H.; Königswieser, R.:

Komplexität managen – Strategien, Konzepte und Fallbeispiele.

Wiesbaden: Gabler 1997.

DUDEN (2001):

Das Fremdwörterbuch, 7. Aufl.

Mannheim: Dudenverlag 2001.

DUSCHEK, S.; SYDOW, J. (2002):

Ressourcenorientierte Ansätze des strategischen Managements – Zwei Perspektiven auf Unternehmungskooperation. In: Wirtschaftswissenschaftliches Studium 31 (2002), S. 426-431.

DYER, J. (2000):

Collaborative Advantage – Winning through extended enterprise supplier networks.

New York: Oxford University Press, 2000.

DYER, J.; SINGH, H. (1998):

The Relational View – Cooperative Strategy and Sources of Interorganizational Competitive Advantage. In: Academy of Management Review 23 (1998), S. 660-679.

ENGELBRECHT, A. (2001):

Biokybernetische Modellierung adaptiver Unternehmensnetzwerke.

Düsseldorf: VDI Verlag 2001.

Zugl. Hannover: Univ., Diss. 2001.

ENGERER, H.; VOIGT, S. (2001):

Institutionen und Transformation – Mögliche Politimplikationen der Neuen Institutionenökonomik. In: Zimmermann, K. (2001): Neue Entwicklungen in der Wirtschaftswissenschaft. Heidelberg: Physika 2001.

EHRENSPIEL, K. (2003):

Integrierte Produktentwicklung – Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit, 2. Aufl. München: Hanser 2003.

EHRENSPIEL, K.; KIEWERT, A.; LINDEMANN, U. (2005):

Kostengünstig Entwickeln und Konstruieren – Kostenmanagement bei der integrierten Produktentwicklung, 5. Aufl. Berlin: Springer 2005.

EILETZ, R. (1999):

Zielkonfliktmanagement bei der Entwicklung komplexer Produkte – am Beispiel PKW-Entwicklung. Aachen: Shaker 1999. (Konstruktionstechnik München, Band 32) Zugl. München: TU, Diss. 1999.

EUROPEAN COMMISSION (2001):

White Paper: European transport policy for 2010 – time to decide. Brussels: COM(2001) 370 2001.

EPPLER, W.; TRUCKENBRODT, A.; NOREIKAT, K.; NITZ, L. (2007):

Das Two-Mode-Hybrid-System bei BMW, DaimlerChrysler, General Motors. In: 4. Braunschweiger Symposium Hybridfahrzeuge und Energiemanagement. Braunschweig, 14. und 15. Februar 2007.

EVERS, M. (1998):

Strategische Führung mittelständischer Unternehmensnetzwerke. München: Hampp 1998. Zugl. Essen: Univ. Diss. 1998.

EVERSHEIM, W.; OHR, VON S.; PAULUKUHN, L.; WESTEKEMPER, M. (2002):

Modulare Lastenhefte als Schlüsselfaktor einer verteilten Produktentwicklung. In: Konstruktion 6 (2002), S. 67-68.

FAISST, W.; BIRG, O. (1997):

Die Rolle des Brokers in Virtuellen Unternehmen und seine Unterstützung durch die Informationsverarbeitung. In: Ehrenberg, D.; Griese, J.; Mertens, P. (Hrsg.): Arbeitspapier der Reihe „Informations- und Kommunikationssysteme als Gestaltungselement Virtueller Unternehmen“ Nr. 17/1997, Bern.

FELGEN, L. (2007):

Systemorientierte Qualitätssicherung für mechatronische Produkte.
München: Dr. Hut 2007. (Produktentwicklung München, Band 98)
Zugl. München: TU, Diss. 2007.

FEST, J. (2006):

Controlling zwischenbetrieblicher Forschungs- und Entwicklungskooperationen: eine lebenszyklusorientierte Konzeption.
Aachen: Shaker 2006.
Zugl. Braunschweig: TU, Diss. 2005.

FLEISCH, E. (2001):

Das Netzwerkunternehmen: Strategien und Prozesse zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit in der „Networked Economy“.
Berlin: Springer 2001.

FONTANARI, M. (1996):

Kooperationsgestaltungsprozesse in Theorie und Praxis.
Berlin: Duncker & Humblot 1996.

FÖRSTER, T. (1999):

Entwicklung einer Methode zur Bewertung der Wandlungsfähigkeit von Produktionsbereichen für die variantenreiche Serienfertigung.
Magdeburg; Univ., Diss. 1999.

FORRESTER, J. (1972):

Industrial Dynamics, 7th ed.
Cambridge: MIT 1972.

FRANZ, A. (2003):

Management von Business Webs – das Beispiel von Technologieplattformen für mobile Dienste
Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag 2003.
Zugl. München: Univ., Diss. 2003.

- FRANZKE, S. (2001):
Technologieorientierte Kompetenzanalyse produzierender Unternehmen.
Hannover: Univ., Diss. 2001.
- FRENCH, J.R.P.; RAVEN, B.H. (1959):
The Bases of Social Power. In: Cartwright, D. (Hrsg.): Studies in Social Power, S. 150-167.
Ann Arbor: University of Michigan Press 1959.
- FRIEDLI, T. (2000):
Die Architektur von Kooperationen.
Bamberg: Difo Druck 2000.
Zugl. St. Gallen: Univ., Diss. 2000.
- GAHR, A. (2006):
Pfadkostenrechnung individualisierter Produkte.
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 67)
Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- GAGSCH, B. (2002):
Wandlungsfähigkeit von Unternehmen – Konzept für ein kontextgerechtes Management des Wandels.
Frankfurt/Main; Lang 2002.
Zugl. Stuttgart: Univ., Diss. 2002.
- GAUL, H.-D. (2001):
Verteilte Produktentwicklung – Perspektiven und Modell zur Optimierung.
München: Hut 2001. (Produktentwicklung München, Band 45)
Zugl. München: TU., Diss. 2001.
- GAUSEMEIER, J. ; FINK, A.; SCHLAKE, O. (1996):
Szenario-Management – Planen und führen mit Szenarien, 2. Aufl.
München: Hanser 1996.
- GAUSEMEIER, J.; LINDEMANN, U.; REINHART, G.; WIENDAHL, H.-P. (2000):
Kooperatives Produktengineering – Ein neues Selbstverständnis des ingenieursmäßigen Wirkens.
Paderborn: Heinz Nixdorf Institut 2000.

GAUSEMEIER, J.; MÖHRINGER, S. (2003):

Die neue Richtlinie VDI 2206 – Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme. In: Konstruktion 5 (2003), S. 41-43.

GIDDENS, A. (1990):

The Consequences of Modernity.
Stanford: Stanford University Press 1990.

GIERHARDT, H. (2002):

Global verteilte Produktentwicklungsprojekte – Ein Vorgehensmodell auf der operativen Ebene.
München: Dr. Hut, 2002. (Produktentwicklung München, Band 46)
Zugl. München: TU, Diss. 2001.

GÖPFERT, J. (1998):

Modulare Produktentwicklung – zur gemeinsamen Gestaltung von Technik und Organisation
Wiesbaden: Gabler 1998.
Zugl. München: Univ., Diss. 1998.

GRABOWSKI, H.; GEBAUER, M.; KLIMESCH, CH. (2002):

Aufgabenformulierung und Lösungsfinden für multidisziplinäre Produkte in einem
Entwicklungsverbund In: Wirth, S. (Hrsg.): Vernetzt planen und produzieren – Neue
Entwicklungen in der Gestaltung von Forschungs-, Produktions- und Dienstleistungsnetzen,
S.105-122.
Stuttgart: Schäffer-Poeschel 2002.

GRIEB, J. (2007):

Auswahl von Werkzeugen und Methoden für verteilte Produktentwicklungsprozesse.
München: Dr. Hut 2007. (Produktentwicklung München, Band 99)
Zugl. München: TU, Diss. 2007.

GROHER, E. (2003):

Gestaltung der Integration von Lieferanten in den Produktentstehungsprozess.
München: TCW 2003.
Zugl. München: TU, Diss. 2003.

GROSS, J. L.; YELLEN, J. (2005):

Graph Theory and its Applications.
New York: Chapman & Hall 2005.

HAAG, R. (2002):

Japanische Zuliefernetzwerke in der Globalisierung. In: ZWF 97 (2002) 3, S. 133-135.

HAB, G.; WAGNER, R. (2004):

Projektmanagement in der Automobilindustrie: Effizientes Management von Fahrzeugprojekten entlang der Wertschöpfungskette.

Wiesbaden: Gabler 2004.

HARLAND, P. (2002):

Kooperationsmanagement – Der Aufbau von Kooperationskompetenz für das Innovationsmanagement.

Fischbachtal: Harland Media 2002.

Zugl. Darmstadt: TU, Diss. 2002.

HARTMANN, M. (1995):

Merkmale zur Wandlungsfähigkeit von Produktionssystemen.

Magdeburg: Univ., Diss. 1995.

HAUSCHILDT, J. (1997):

Innovationsmanagement, 2. Aufl.

München: Vahlen 1997.

HERNÁNDEZ MORALES, R. (2003):

Systematik der Wandlungsfähigkeit in der Fabrikplanung.

Düsseldorf: VDI Verlag 2003.

Zugl. Hannover: Univ., Diss. 2002.

HESS, T. (2002):

Netzwerkcontrolling – Instrumente und ihre Werkzeugunterstützung.

Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag 2002.

Zugl. Göttingen: Univ., Habil. 2001.

HEUER, H.-J. (1994):

Wie sich die Unterwelt organisiert. In: Skirl, S., Schwalb, U. (Hrsg.): Das Ende der Hierarchien – wie Sie schnelllebige Organisationen erfolgreich managen, S. 97-116.

Wiesbaden: Gabler 1994.

HEUER, H. –J. (2003):

Führen des Produktionsnetzwerkes.
München, unveröffentlichter Vortrag 2003.

HIPPE, A. (1997):

Interdependenzen von Strategie und Controlling in Unternehmensnetzwerken.
Wiesbaden: Gabler 1997.
Zugl. Mainz: Univ., Diss. 1996.

HOFSTEDE, F. (2001):

Culture's Consequences.
Beverly Hills 2001.

HOFSTEDE, F. (2006):

Lokales Denken, globales Handeln – interkulturelle Zusammenarbeit und globales Management, 3. Aufl.
München: Dt. Taschenbuch Verlag 2006.

HOMP, C. (2000):

Entwicklung und Aufbau von Kernkompetenzen.
Wiesbaden: Gabler 2000.
Zugl. Gießen: Univ., Diss. 2000.

JARILLO, J. C. (1988):

On Strategic Networks. In: Strategic Management Journal 9 (1988) 1, S. 31-41.

JOST, P.-J. (2001):

Der Transaktionskostenansatz im Unternehmenskontext. In: Jost, P.-J. (Hrsg.): Der Transaktionskostenansatz in der Betriebswirtschaftslehre, S. 9-33.
Stuttgart: Schäffer-Poeschel 2001.

KALUZA, B. (1994):

Rahmenentscheidungen zu Kapazität und Flexibilität produktionswirtschaftlicher Systeme. In: Corsten, H. (Hrsg.): Handbuch Produktionsmanagement – Strategie, Führung, Technologie, Schnittstellen, S. 51-72.
Wiesbaden: Gabler 1994.

- KANO, N.; SERAKU, N.; TAKAHASHI, F, TSUJI, S. (1984):
Attractive Quality and must-be Quality. In: Hinshitsu (Quality, Journal of the Japanese Society for Quality Control) 14 (1984) 2, S. 39-48.
- KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P (1996):
The Balanced Scorecard – Translating Strategy into Action.
Boston: Harvard Business School Press 1996.
- KEIJZER, W.; KREIMEYER, M.; SCHACK, R.; LINDEMANN, U.; ZÄH, M. (2006):
Vernetzungsstrukturen in der Digitalen Fabrik – Status, Trends und Empfehlungen.
München: Dr. Hut 2006.
- KILLICH, S. (2000):
Aufbau erfolgreicher Unternehmenskooperationen – Ein Leitfaden für mittelständische Automobilzulieferer. In: Luczak, H. (Hrsg.): Sonderdruck 06/00.
Aachen: FIR / IAW, 2000.
- KIM, D. (1993):
The Link Between Individual and Organizational Learning. In: Sloan Management Review, Fall 1993, S. 37-50.
- KIRCHHOF, R. (2003):
Ganzheitliches Komplexitätsmanagement: Grundlagen und Methodik des Umgangs mit Komplexität im Unternehmen.
Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag 2003.
Zugl. Cottbus: TU, Diss. 2002.
- KLAMER, G. (2002):
Die Prozessfähigkeit zum individuellen Kundenauto in 10 Tagen – Vortrag zum Carmotives – 3. deutscher IIR Automobilhersteller- und Zuliefererkongress, Wiesbaden 2002.
- KLEEDÖRFER, R. (1999):
Prozess- und Änderungsmanagement der integrierten Produktentwicklung.
Aachen: Shaker 1998. (Konstruktionstechnik München, Bd. 29)
Zugl. München: TU, Diss. 1998.

KLUMB, M. (2002):

Organisationale Flexibilität und Marktstrukturen: moderne Organisationsformen und ihre Rolle im globalen Wettbewerb.

Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag 2002.

Zugl. Vallendar: WHU Koblenz, Diss. 2001.

KNYPHAUSEN ZU, D. (1993):

„Why are Firms Different“ – Der Ressourcenbasierte Ansatz im Mittelpunkt einer aktuellen Kontroverse im Strategischen Management. In: Die Betriebswirtschaft, 53 (1993), S. 771-792.

KONTOS, G. (2004):

Bewertung des Erfolgs von Unternehmensnetzwerken in der F&E.

Aachen: RWTH, Diss. 2004.

KOTTER, J. (1996):

Leading Change.

Boston: Harvard Business School Press 1996.

KRAFT, D.; LAPP, A.; SCHIRMER, J. (2003):

Elektrik/Elektronik-Architektur – Die Herausforderung für die Automobilindustrie. In: VDI Berichte Nr. 1789 (2003), S. 601-621.

KRAUSE, F.-L., FRANKE, H.-J., GAUSEMEIER, J. (HRSG.) (2007):

Innovationspotenziale in der Produktentwicklung.

München: Hanser 2007.

KREIMEYER, M.; EICHINGER, M.; LINDEMANN, U. (2007):

Assessment of Process Networks using Graph and Network Theory Based Key Figures. In:

Proceedings of the 4th Future Business Technology Conference, 25.-27. April, S. 13-19.

Delft, Niederlande 2007.

KRIEG, W. (1971):

Kybernetische Grundlagen der Unternehmensführung.

Bern: Haupt 1971.

Zugl. St. Gallen: Univ., Diss. 1971.

KRÜGER, W. (2006):

Das 3W-Modell – Bezugsrahmen für das Wandlungsmanagement. In: Krüger, W. (Hrsg.): Excellence in Change – Wege zur strategischen Erneuerung, 3. Aufl., S. 21-46. Wiesbaden: Gabler 2006.

KRYSTEK, U.; REGEL, W.; REPPEGATHER, S. (1997):

Grundzüge virtueller Organisationen – Elemente und Erfolgsfaktoren, Chancen und Risiken. Wiesbaden: Gabler 1997.

LANGE, K. (2001):

Rechtliche Probleme virtueller Netzwerk. In: Corsten, H. (Hrsg): Unternehmensnetzwerke – Formen unternehmensübergreifender Zusammenarbeit, S. 271-298. München: Oldenbourg 2001.

LANGLOIS, R. N. (2002):

Modularity in technology and organization. In: Journal of Economic Behavior & Organization 49 (2002), S. 19-37.

LAUBACHER, R.; MALONE, T. (1997):

Two Scenarios for 21st Century Organisations: Shifting Networks of Small Firms or All-Encompassing „Virtual Counties“? In: Massachusetts Institute of Technology, Sloan School of Management, MIT Initiative on Inventing the Organizations of the 21st Century Working Paper 21C WP #001. Boston: 1997.

LEWIN, K. (1951):

Field Theory in Social Science. New York: Harper and Row 1951.

LINDEMANN, U. (2004):

Action Orientation of Methods to support Engineering Design. In: Rohatynski, R.; Jakubowski, J. (Hrsg.): Engineering Design in Integrated Product Development EDIProD 2004 – Management of Design Complexity Rydzyna (Poland), 07.-09. October 2004. Zielona Gora: University Press 2004, S. 45-50.

LINDEMANN, U. (2005):

Methodische Entwicklung technischer Produkte: Methoden flexibel und situationsgerecht anwenden. Berlin: Springer 2005.

- LINDEMANN, U. (2007):
Methodische Entwicklung technischer Produkte: Methoden flexibel und situationsgerecht anwenden, 2. Aufl.
Berlin: Springer 2007.
- LINDEMANN, U.; MAURER, M.; KREYMEIER, M. (2005):
Intelligent Strategies for Structuring Products. In: Clarkson, J.: Engineering Design – Theory and Practice. Cambridge: Engineering Design Center 2005, S.106-115.
- LINDEMANN, U.; PONN, J. (2004):
Produktindividualisierung – wirtschaftliche Planung und Gestaltung. In: Lindemann, U. (Hrsg.): Marktnahe Produktion individualisierter Produkte – Industriekolloquium des Sonderforschungsbereich 582. München, 29. April 2004.
München: Utz 2004.
- LINDEMANN, U.; REICHWALD, R.; ZÄH, M. (HRSG.) (2006):
Individualisierte Produkte – Komplexität beherrschen in Entwicklung und Produktion.
Berlin: Springer 2006.
- LIPNACK, J.; STAMPS, J. (1998):
Virtuelle Teams – Projekte ohne Grenzen – Teambildung, virtuelle Orte, intelligentes Arbeiten, Vertrauen in Teams.
Wien: Ueberreuter 1998.
- LOOSE, A.; SYDOW, J. (1997):
Vertrauen und Ökonomie in Netzwerkbeziehungen: Strukturierungstheoretische Betrachtungen.
In: Sydow, J.; Windeler, A. (Hrsg.): Management interorganisationaler Beziehungen – Vertrauen, Kontrolle und Informationstechnik, S. 160-193.
Opladen: Westdeutscher Verlag 1997.
- LUHMANN, N. (1999):
Die Wirtschaft der Gesellschaft.
Frankfurt/Main: Suhrkamp 1989.
- MAIDL, J.; AXTNER, H. (2004):
IT für Kooperationen in der Automobilindustrie. In: ZfAW 1 (2004), S. 36-41.

MALIK, F. (2003):

Strategie des Managements komplexer Systeme – ein Beitrag zur Management-Kybernetik evolutionärer Systeme, 8. Aufl.
Bern: Haupt 2003.

MARCH, J. G. (1991):

Exploration and exploitation in organizational learning. In: *Organization Science* 2 (1991), S. 71-87.

MATURANA, H.; VARELA, J. (1980):

Autopoiesis and cognition – The realization of the living.
Dordrecht: Riedel 1980.

MCKINSEY (2003):

HAWK 2015 – Wissensbasierte Veränderung der automobilen Wertschöpfungskette. In: VDA (Hrsg.): *Materialien zur Automobilindustrie*, Nr. 30.
Frankfurt am Main: Verband der deutschen Automobilindustrie 2003.

MEIER-KORTWIG, K. (1998):

Entwicklung komplexer Großserienprodukte – Ein chaostheoretischer Ansatz zum Entwicklungsmanagement.
Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag 1998.
Zugl. München: Univ., Diss. 1998.

MERCER MANAGEMENT CONSULTING; FRAUNHOFER GESELLSCHAFT (2004):

Future Automotive Industry Structure 2015 – die neue Arbeitsteilung in der Automobilindustrie.
In: VDA (Hrsg.): *Materialien zur Automobilindustrie*, Nr. 32.
Frankfurt am Main: Verband der deutschen Automobilindustrie 2004.

MERCER MANAGEMENT CONSULTING; REICHWALD, R. (HRSG.) (2005):

Management von Unternehmensnetzwerken in der Automobilindustrie –
Ergebnisdokumentation für Interviewpartner, Stand 28.07.2005.
München: TU 2005.

MERTENS, P.; FAISST, W. (2002):

Virtuelle Unternehmen – Virtuelle Staaten: Polarisierung im nächsten Jahrhundert? In: Scholz, C. (Hrsg.): Systemdenken und Virtualisierung: Unternehmensstrategien zur Vitalisierung und Virtualisierung auf der Grundlage von Systemtheorie und Kybernetik. (Wissenschaftliche Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialkybernetik vom 1. und 2. Oktober 1999 in Saarbrücken), S. 321 – 339.
Berlin: Duncker & Humblot 2002.

METCALFE, R. (1995):

Metcalf's Law – a network becomes more valuable as it reaches more users. In: Infoworld oct. (1995), .S. 53.

MIETSCH, F. (2004):

Mobilitätsdienste und Verkehrsmanagement. In: Ebel, B.; Hofer, M.; Al-Sibai, J. (Hrsg.): Automotive Management: Strategie und Marketing in der Automobilwirtschaft, S. 39-49.
Berlin: Springer 2004.

MILBERG, J. (2002):

Erfolg in Netzwerken. In: Milberg, J.; Schuh, G. (Hrsg.): Erfolg in Netzwerken, S. 4-16.
Berlin: Springer 2002.

MILDENBERGER, U. (1998):

Selbstorganisation von Produktionsnetzwerken: Erklärungsansätze auf Basis der neueren Systemtheorie.
Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag 1998.
Zugl. Mainz: Univ., Diss. 1997.

MILES, R.; SNOW, C (1986):

Organisations – New concepts for new forms. In: California Management Review 28 (1986) 2, S. 62-72.

MILES, R.; SNOW, C (1992):

Causes of failure in network organisation. In: California Management Review 34 (1992) 3, S. 53-72.

MILLARG, K. (1998):

Virtuelle Fabrik – Gestaltungsansätze für eine neue Organisationsform in der produzierenden Industrie.
Regensburg: Transfer 1998.

MÜLLER, C. (1999):

Der Virtuelle Projektraum – Organisatorisches Rapid-Prototyping in einer internetbasierten Telekooperationsplattform für Virtuelle Unternehmen im Bauwesen.
Karlsruhe: TU, Diss. 1999.

MÜLLER-STEWENS, G. (1997):

Grundzüge einer Virtualisierung. In: Müller-Stewens, G.: Virtualisierung von Organisationen, S. 23-41.
Stuttgart: Schäffer-Poeschel 1997.

NALEBUFF, B.; BRANDENBURGER, A. (1996):

Coopetition – A Revolutionary Mindset That Combines Competition and Cooperation.
New York: Doubleday Press 1996.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA) (1995):

NASA Systems Engineering Handbook. SP-6105.
Washington DC: NASA 1995.

NEGELE, H. (1998):

Systemtechnische Methodik zur ganzheitlichen Modellierung am Beispiel der integrierten Produktentwicklung.
München: TU, Diss. 1998.

NIEDRIG, H. (2004):

Physik. In: Czichos, H.; Henneke, M. (Hrsg.): Hütte – das Ingenieurwissen, 32. Auflage.
Berlin: Springer 2004.

NIEMEYER, A. (2004):

Frühwarnsysteme für das strategische Management – Effizienzkonzeption, Diagnose und Fallstudien.
München: TCW 2004.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. (1995):

The Knowledge-Creating Company – How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation.
New York: Oxford 1995.

O'HARA-DEVEREAUX, M.; JOHANSEN, R. (1994):

Global Work – Bridging Distance, Culture and Time.
San Francisco: Bass 1994.

PADBERG, A. (2000):

Strategische Unternehmensnetzwerke versus Cross-border-Unternehmensakquisitionen – Analyse alternativer Markteintrittsformen.

Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag 2000.

Zugl. Oestich-Winkel: EBS, Diss. 1999.

PAHL, G.; BEITZ, W.; FELDHUSEN, J.; GROTE, K. H. (2005):

Konstruktionslehre – Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung – Methoden und Anwendungen. 6. Aufl.

Berlin: Springer 2005.

PANDER, S.; WAGNER, R. (2005):

Unternehmensübergreifende Zusammenarbeit in der Automobilentwicklung – durch erfahrungsgeladete Kooperation die Grenzen der Planbarkeit überwinden.

München: Hampp 2005.

PATZAK, G. (1982):

Systemtechnik: Planung komplexer innovativer Systeme – Grundlagen, Methoden, Techniken.

Berlin: Springer 1982.

PENROSE, E. (1959):

The Theory of Growth of the Firm.

New York, Oxford 1959.

PFEIFFER, T. (2002):

Produkt- und Prozessqualität in Netzwerken. In: Milberg, J.; Schuh, G.(2002): Erfolg in Netzwerken, S. 73-84.

Berlin: Springer 2002.

PICOT, A.; REICHWALD, R.; WIGAND, R. (2001):

Die Grenzenlose Unternehmung – Information, Organisation und Management, 4. Aufl.

Wiesbaden: Gabler 2001.

POLANYI, M. (1966):

The Tacit Dimension.

London: Routledge 1966.

PORTER, M. (1998):

Competitive Strategy – Techniques for Analyzing Industries and Competitors.

New York: The Free Press 1998.

PRAHALAD, C.; HAMEL, G. (1990):

The core competence of the corporation. In: Harvard Business Review, May-June (1990), S. 79-91.

PROBST, G. (1981):

Kybernetische Gesetzhypothesen als Basis für Gestaltungs- und Lenkungsregeln im Management.

Bern: Haupt 1981.

PROBST, G. (1987):

Selbst-Organisation – Ordnungsprozesse in sozialen Systemen aus ganzheitlicher Sicht.

Berlin: Paul Parey 1987.

PUHL, H. (1999):

Komplexitätsmanagement – Ein Konzept zur ganzheitlichen Erfassung, Planung und Regelung der Komplexität in Unternehmensprozessen.

Kaiserslautern: Univ., Diss.1999.

PULM, U. (2004):

Eine systemorientierte Betrachtung der Produktentwicklung.

München: Dr. Hut 2004. (Produktentwicklung München, Band 56)

Zugl. München: TU, Diss. 2004.

RADTKE, P.; ABELE, E.; ZIELKE, A. (2004):

Die smarte Revolution in der Automobilindustrie.

Frankfurt: Redline 2004.

REHNER, J.. (2004):

Netzwerke und Kultur – Unternehmerisches Handeln deutscher Manager in Mexico.

München, Utz 2004.

Zugl. München: Univ., Diss. 2003.

REICHWALD, R.; MÖSLEIN, K.; SACHENBACHER, H.; ENGLBERGER, H.; OLDENBURG, S. (1998):

Telekooperation – Verteilte Arbeits- und Organisationsformen.

Berlin: Springer 1998.

REINHART, G. (2000A):

Virtuelle Fabrik – Wandlungsfähigkeit durch dynamische Unternehmenskooperationen.

München: TCW 2000.

- REINHART, G. (2000B):
Im Denken und Wandeln. In: Reinhart, G.; Hoffmann, H. (2000): Münchner Kolloquium...nur der Wandel bleibt – Wege jenseits der Flexibilität.
München, Utz 2000.
- REINHART, G.; GRUNWALD, S. (2000):
Einführung wandlungsfähiger Prozesse im Engineering. In: Zwf 95 (2000) 7-8, S. 351-355.
- REINHART, G.; HIRSCHBERG, A.; SELKE, C. (1999):
Wandel – Bedrohung oder Chance? Sollen Unternehmen Turbulenz vermeiden oder beherrschen). In: io management (1999) 5, S. 20-24.
- REINHART, G.; HOFFMANN, H. (2002):
Münchner Kolloquium...nur der Wandel bleibt – Wege jenseits der Flexibilität.
München, Utz 2000.
- REIB, M. (1997):
Change Management als Herausforderung. In: Reiß, M.; Rosenstiel, L. v.; Lanz, A. (Hrsg.):
Change Management – Programme, Projekte und Prozesse, S. 5-29.
Stuttgart: Schäffer-Poeschel 1997.
- REIB, M. (2001):
Netzwerk-Kompetenz. In: Corsten, H. (Hrsg.): Unternehmensnetzwerke – Formen unternehmensübergreifender Zusammenarbeit, S. 121 – 187.
München: Oldenbourg 2001.
- REIB, M.; BECK, T.C. (2000):
Netzwerkorganisation im Zeichen der Koopkurrenz. In: Foschiani, S; Habenicht, W.; Schmid, U.; Wäscher, G. (Hrsg.): Strategisches Management im Zeichen von Umbruch und Wandel – Festschrift für Professor Dr. Erich Zahn zum 60. Geburtstag, S. 315-340.
Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 2000.
- REUTER, A. (2004):
Produkthaftung aus Sicht eines Automobilzulieferers. In: ZfAW. (2004) 3, S. 35-42.
- RICHTER, K. (2005):
Forschung und Entwicklung im Wandel – Veränderungen in der Zusammenarbeit zwischen Automobilherstellern und -zulieferern. In: ZfAW (2005) 4, S. 6-10.

RIEMER, K.; KLEIN, S. (2006):

Network Management Framework. In: Klein, S.; Poulymenakou, A. (2006): Managing Dynamic Networks.
Berlin: Springer 2006.

RITTER, T. (1998):

Innovationserfolg durch Netzwerk-Kompetenz – effektives Management von Unternehmensnetzwerken.
Wiesbaden: Gabler 1998.
Zugl. Karlsruhe: Univ., Diss. 1998.

ROLAND BERGER (2000):

Nine mega-trends re-shape the automotive supplier industry – a trend study to 2010.
Detroit: Roland Berger 2000.

ROPOHL, G. (1999):

Allgemeine Technologie – Eine Systemtheorie der Technik; 2. Aufl.
München: Hanser 1999.

ROTHERING, C. (1990):

Forschungs- und Entwicklungskooperationen zwischen Unternehmen: eine Empirische Analyse.
Stuttgart: Poeschel 1990.

ROTHERING, J. (1993):

Zwischenbetriebliche Kooperation als alternative Organisationsform – ein transaktionskostentheoretischer Erklärungsansatz.
Stuttgart: Schäffer-Poeschel 1993.
Zugl. Vallendar: WHU Koblenz, Diss. 1992.

ROYER, S. (2000):

Strategische Erfolgsfaktoren horizontaler kooperativer Wettbewerbsbeziehungen – eine auf Fallstudien basierende erfolgsorientierte Analyse am Beispiel der Automobilindustrie.
München: Hampp 2000.
Zugl. Paderborn: Univ., Diss. 2000.

RUPPRECHT-DÄULLARY, M. (1994):

Zwischenbetriebliche Kooperation – Möglichkeiten und Grenzen durch neue Informations- und Kommunikationstechnologien.
Wiesbaden: Gabler 1994.
Zugl. München: TU, Diss. 1994.

- SCHACHT, G.; DANNENBERG, J. (2002):
Technische Innovationen im Fahrzeug und ihr Einfluß auf Zulieferer. In: ZfAW, Aug. 3 2002, S. 6-11.
- SCHOEN, S. (2000):
Gestaltung und Unterstützung von Communities of Practice.
München: Utz 2000. (Produktentwicklung München, Band 47)
Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- SCHUH, G.; FRIEDLI, T.; KURR, M. (2005):
Kooperationsmanagement – Systematische Vorbereitung, gezielter Auf- und Ausbau, Entscheidende Erfolgsfaktoren.
München: Hanser 2005.
- SCHUH, G.; MILLARG, K.; GÖRANSSON, Å (1998):
Virtuelle Fabrik – neue Marktchancen durch dynamische Netzwerke.
München: Hanser 1998.
- SCHWANINGER, M. (2000):
Das Modell Lebensfähiger Systeme – Ein Strukturmodell für organisationale Intelligenz, Lebensfähigkeit und Entwicklung. Diskussionsbeitrag No. 35.
St. Gallen: Univ. 2000.
- SCHWANINGER, M. (2004):
Systemtheorie – eine Einführung für Führungskräfte, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftler, 3. Aufl. Diskussionsbeitrag No. 19.
St. Gallen: Univ. 2004.
- SEIBERT, S. (1998):
Technisches Management – Innovationsmanagement, Projektmanagement, Qualitätsmanagement.
Stuttgart: Teubner 1998.
- SEIDEMANN, H. (2002):
Entwicklung eines Informationssystems für das Kooperative Produktengineering.
Hannover: Univ., Diss. 2002.
- SENGE, P. (1990):
The Fifth Discipline – The Art and Practice of the Learning Organization.
New York: Doubleday 1990.

- SENGE, P. (2000):
The Dance of Change.
New York: Bantam Books 2000.
- SIMON, H. (1962):
The Architecture of Complexity. In: Proceedings of the American Philosophical Society, Vol. 106, No. 6 (Dec. 12, 1962), S. 467-482.
- SIMON, H. (1996):
The Sciences of the Artificial, 3rd Ed.
Cambridge: MIT Press 1996.
- SOFTWARE OFFENSIVE BAYERN (HRSG.) (2003):
Agieren in Netzwerken – Chancen für den Mittelstand – Eine Studie zur Förderung der bayrischen Automobilzulieferindustrie.
München 2003.
- SPATH, D.; DILL, C. (2002):
Ist Flexibilität genug?- Turbulenzen sind nur mit systemischen Denken zu bewältigen. In: Milberg, J.; Schuh, G. (2002): Erfolg in Netzwerken.
Berlin: Springer 2002.
- SPEKMAN, R.; ISABELLA, L.; MACAVOY, T. (2000):
Alliance Competence – maximizing the value of your partnerships.
New York: Wiley 2000.
- STABER, U. (2000):
Steuerung von Unternehmensnetzwerken – Organisationstheoretische Perspektiven und soziale Mechanismen. In: Sydow, J.; Windeler, A.(2000): Steuerung von Netzwerken – Konzepte und Praktiken, S. 58-87.
Opladen: Westdeutscher Verlag 2000.
- STAEHLE, W.; CONRAD, P.; SYDOW, J. (1999):
Management – eine verhaltenswissenschaftliche Perspektive, 8. Aufl.
München: Vahlen 1999.
- STEINHEUSER, S. (2006):
Aufbau und Stabilisierung von Vertrauen in interorganisationalen Netzwerken.
München: Hampp 2006.
Zugl. Bochum: Univ., Diss. 2005.

- STEWART, D. V. (1981):
The Design Structure System – a Method for Managing the Design of Complex Systems. In:
IEEE Transactions on Engineering Management, Vol. 29, S. 71-74, 1981.
- STOCKMAR, J. (2004):
Erfolgsfaktoren für Automobilzulieferer – Strategien für 2010. In: Ebel, B.; Hofer, M.; Al-Sibai,
J. (Hrsg.): Automotive Management – Strategie und Marketing in der Automobilwirtschaft.
Berlin: Springer 2004.
- STÜDLEIN, Y. (1997):
Management von Kulturunterschieden – Phasenkonzept für internationale strategische
Allianzen.
Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag 1997.
Zugl. St. Gallen: Univ., Diss. 1997.
- STÜNZNER, L. (1996):
Systemtheorie und betriebswirtschaftliche Organisationsforschung – eine Nutzenanalyse der
Theorien autopoietischer und selbstreferenzieller Systeme.
Berlin: Duncker & Humblot 1996.
Zugl. Trier: Univ., Diss. 1996.
- SUH, N. (1998):
Axiomatic Design Theory for Systems. In: Research in Engineering Design 10 (1998), S. 189 –
209.
- SYDOW, J. (1992):
Strategische Netzwerke – Evolution und Organisation.
Wiesbaden: Gabler 1992.
- SYDOW, J. (1996):
Virtuelle Unternehmung – Erfolg als Vertrauensorganisation. In: Office Management (1996) 7-
8, S. 10-13.
- SYDOW, J. (2001):
Management von Netzwerkorganisationen – Zum Stand der Forschung. In: Sydow, J. (2001):
Management von Netzwerkorganisationen – Beiträge aus der "Managementforschung", 2. Aufl.,
S. 293-339.
Wiesbaden: Gabler 2001.

- SYDOW, J.; WINDELER, A; KREBS, M; LOOSE, A.; WELL, B. VAN (1995):
Organisation von Netzwerken – Strukturierungstheoretische Analysen der Vermittlungspraxis in
Versicherungsnetzwerken.
Opladen: Westdeutscher Verlag 1995.
- TANENBAUM, A. (1996):
Computer Networks, 3rd edition.
Upper Saddle River: Prentice Hall 1996.
- TAYLOR, F. W. (1911):
The Principles of Scientific Management.
New York: Harper & Brothers 1911.
- THORELLI, H. (1986):
Networks: Between Markets und Hierarchies. In: Strategic Management Journal 7 (1986) 1, S.
37-51.
- TROMPENAARS, F.; HAMPDEN-TURNER, C. (1998):
Riding the Waves of Culture – Understanding Cultural Diversity in Global Business.
New York, B&T 1998.
- TRÖNDLE, D. (1987):
Kooperationsmanagement – Steuerung interaktioneller Prozesse bei
Unternehmungskooperationen.
Bergisch Gladbach: Eul 1987.
- ULRICH, H. (1971):
Die Unternehmung als produktives soziales System, 2. Aufl.
Bern: Haupt 1971.
- ULRICH, H. (1994):
Reflexionen über Wandel und Management. In: Gomez, P.; Hahn, D.; Müller-Stewens, G.;
Wunderer, R. (1994): Unternehmerischer Wandel – Konzepte zur organisatorischen
Erneuerung, S. 5-29.
Wiesbaden: Gabler 1994.
- ULRICH, H.; PROBST, G. (1988):
Anleitung zum ganzheitlichen Denken und Handeln – ein Brevier für Führungskräfte.
Bern: Haupt 1988.

UNBEHAUEN, H. (2004):

Regelungs- und Steuerungstechnik. In Czichos, H.; Henneke, M. (Hrsg.): Hütte – das Ingenieurwissen, 32. Aufl.
Berlin: Springer 2004.

URBAN, G.; GRUENER, W. (2000):

Standards und Normen in Netzen am Beispiel der Zulieferernetze der Automobilindustrie. In: Reiß, M. (Hrsg.): Netzwerkorganisationen in der Unternehmenspraxis – virtuelle Unternehmen, Partnerschaften, E-Business, S. 113-142.
Bonn: Lemmens 2000.

VDA (2001):

VDA Empfehlung 4961/2 – Kooperationsmodelle und SE-Checklisten zur Abstimmung der Datenlogistik in SE-Projekten.
Frankfurt/Main: Verband der deutschen Automobilindustrie 2001.

VDI- RICHTLINIE 2206 (2004):

Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme.
Berlin: Beuth 2004.

VDI-RICHTLINIE 2221 (1993):

Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte.
Düsseldorf 1993.

VESTER, F. (2004):

Die Kunst vernetzt zu denken – Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität, 4. Aufl.
München: Deutscher Taschenbuch Verlag 2004.

WEGEHAUPT, P. (2004):

Führung von Produktionsnetzwerken.
Aachen: RWTH, Diss. 2004.

WELL, B. VAN (1996):

Ressourcenmanagement in strategischen Netzwerken. In: Hinterhuber, H.-H.; Al-Ani, A.; Handlbauer, G. (Hrsg.): Das Neue Strategische Management., S. 159-185.
Wiesbaden: Gabler 1996.

WERNERFELT, B. (1984):

A resource-based view of the firm. In: *Strategic Management Journal* (1984) 5, S. 171-180.

WERNERFELT, B. (1995):

The resource-based view of the firm: ten years after. In: *Strategic Management Journal* (1995) 16, S. 171-174.

WESTKÄMPER, E. (1999):

Wandlungsfähigkeit von Unternehmen. In: *wt Werkstatttechnik* 89 (1999) 4, S. 131-140, 1999.

WESTKÄMPER, E.; BALVE, P.; WIENDAHL, H.-P. (1998):

Auftragsmanagement in wandlungsfähigen Unternehmensstrukturen: Anforderungen und Ansätze. In: *PPS-Management* 3 (1998) 1, S. 22 – 26.

WESTKÄMPER, E.; ZAHN, E.; BALVE, P.; TILEBEIN, M. (2000):

Ansätze zur Wandlungsfähigkeit von Produktionsunternehmen – Ein Bezugsrahmen für die Unternehmensentwicklung im turbulenten Umfeld. In: *wt Werkstatttechnik* 90 (2000) 1-2, S. 22-26, 2000.

WIENER, N. (1948):

Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine.
Boston, MIT Press 1948.

WILDEMANN, H. (1997):

Koordination von Unternehmensnetzwerken. In: *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* Jg. 67 (1997) Nr. 4, S. 417-439.

WILDEMANN, H. (2002A):

Synergien im Produktprogramm – Leitfaden zur Einführung eines Produktordnungssystems.
München: TCW 2002.

WILDEMANN, H. (2002B):

Innovationen durch Unternehmensnetzwerke stärken. In: Wirth, S. (Hrsg.): *Vernetzt planen und produzieren – Neue Entwicklungen in der Gestaltung von Forschungs-, Produktions- und Dienstleistungsnetzen*, S.161-176.
Stuttgart: Schäffer-Poeschel 2002.

- WILDEMANN, H. (2003):
Auswirkungen des E-Business auf die Abnehmer-Lieferanten-Beziehung. In: Kersten, W. (Hrsg.): E-Collaboration – Prozessoptimierung in der Wertschöpfungskette, S. 279-302. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag 2003.
- WILLIAMSON, O. (1975):
Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications – A Study in the Economics of Internal Organisation. New York: Free Press 1975.
- WILLIAMSON, O. (1985):
The Economic Institutions of Capitalism. New York: Free Press 1985.
- WOHLGEMUTH, O. (2002):
Management netzwerkartiger Kooperationen – Instrumente für die unternehmensübergreifende Steuerung. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag 2002.
- WOHLGEMUTH, O.; HESS, T. (1999):
Erfolgsbestimmungen in Kooperationen – Entwicklungsstand und Perspektiven. Arbeitsberichte der Abt. Wirtschaftsinformatik II Nr. 6, Univ. Göttingen 1999.
- WOLFF, B.; NEUBURGER, R. (1995):
Zur theoretischen Begründung von Netzwerken aus der Sicht der Neuen Institutionenökonomik. In: Jansen, D.; Schubert, K. H. (1995): Netzwerke und Politikproduktion – Konzepte, Methoden, Perspektiven, S. 74-94. Marburg: Schüren 1995.
- WOLFF, C. (2005):
Stabilität und Flexibilität von Kooperationen – Entwicklung einer wettbewerbsorientierten Flexibilitätstheorie am Beispiel der Automobilindustrie. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag 2005. Zugl. München: Univ., Diss. 2005.
- WOMACK, J.; JONES, D.; ROOS, D. (1990):
The Machine that changed the world. London: Macmillan 1990.

WRIEBE, C. (2001):

Netzwerke als symbiotische Kooperation – eine konzeptionelle, effizienztheoretische und kartellrechtliche Analyse.

Frankfurt/Main: Lang 2001.

Zugl. Giessen: Univ., Diss. 2000.

ZAHN, E.; GAGSCH, B.; HERBST, C. (2000):

Strategische Optionen zur Führung wandlungsfähiger Produktionsnetzwerke. In: *Industrie Management* 16 (2000) 6, S. 24-28.

ZAHN, E.; NOWAK, M.; SCHÖN, M. (2004):

Flexible Strategien für Wandlungsfähige Unternehmen. In: Kaluza, B.; Blecker, Th. (2004): *Erfolgsfaktor Flexibilität – Strategien und Konzepte für wandlungsfähige Unternehmen*, S. 71 – S. 103.

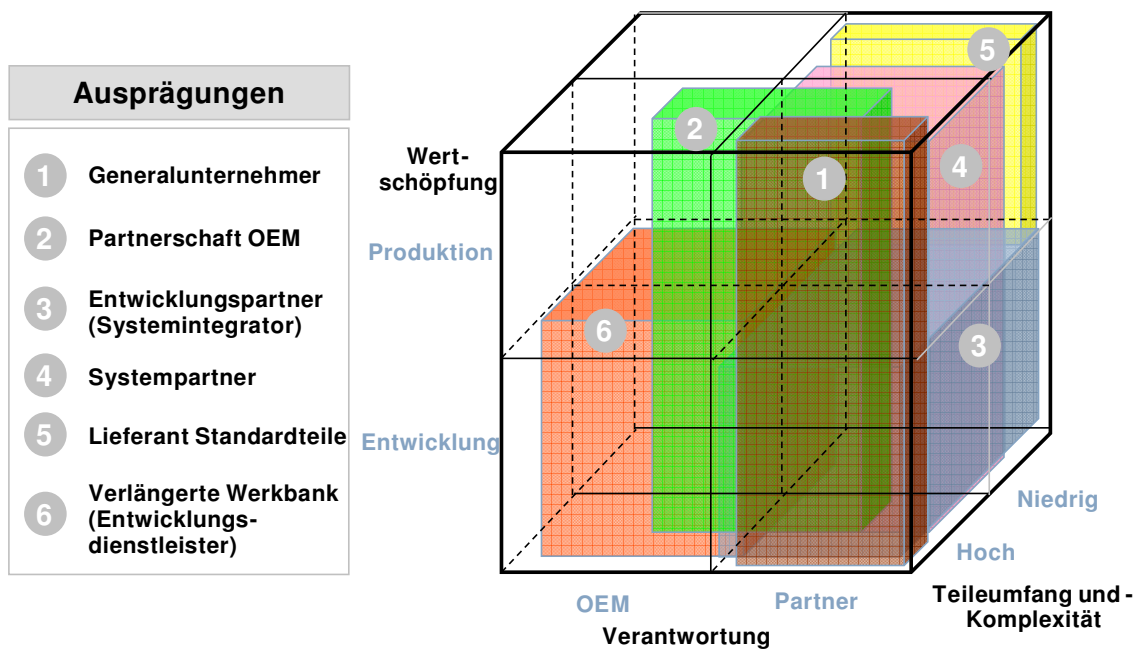
Berlin: Schmidt 2004.

ZAHN, E.; TILEBEIN, M. (1999):

Führung wandlungsfähiger Unternehmen – eine Herausforderung in neuen Dimensionen. In: *Industrie Management* 14 (1998) 6, S. 49-52.

9. Anhang

9.1 Anhang A: Beispielhafte Darstellung von Ausprägungen der Netzwerktypologien anhand eines Analyserahmens

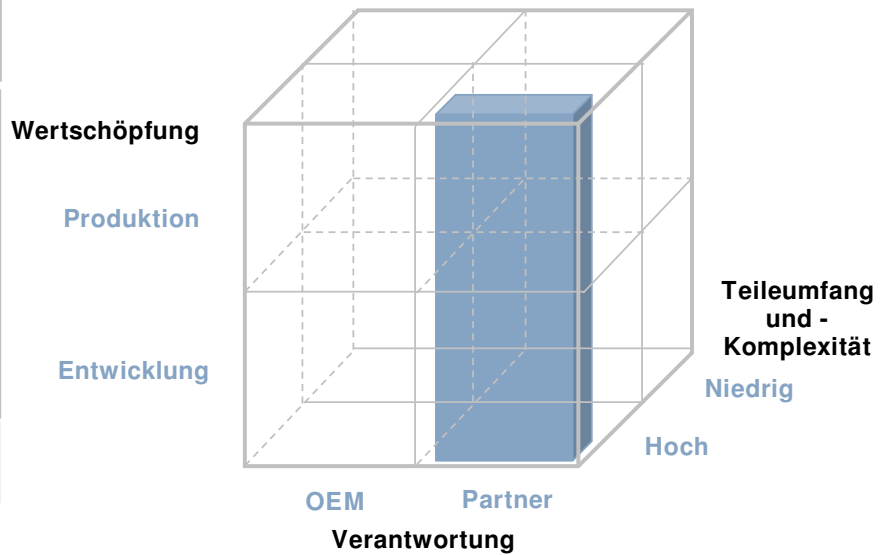


	①	③	④	⑥
	Generalunternehmer	Systemintegrator	Systempartner	Entwicklungsdienstleister
Zieleprozesse	<ul style="list-style-type: none"> · Grobe Zielvorgaben Konzept (Funktionen, Kosten, Termine) · Vorgaben zu Kommunalität, Baukästen 	<ul style="list-style-type: none"> · Grobe Zielvorgaben Konzept (Funktionen, Kosten, Termine) · Vorgaben zu Kommunalität, Baukästen 	<ul style="list-style-type: none"> · Grobe Vorgaben für Modul / System: <ul style="list-style-type: none"> • Lastenheft • Kosten, Materialeinsatz • Geometrie • Termine 	<ul style="list-style-type: none"> · OEM Richtlinien
Einkaufsprozesse	<ul style="list-style-type: none"> · Partnerauswahl nach Integrationskompetenz · Auswahl Unterlieferanten beim OEM 	<ul style="list-style-type: none"> · Partnerauswahl nach Integrationskompetenz · Auswahl Unterlieferanten beim OEM 	<ul style="list-style-type: none"> · Partnerauswahl nach Innovationsgehalt, Kompetenz und Preis 	<ul style="list-style-type: none"> · Auswahl primär über Stundensätze
Erstellungsprozesse	<ul style="list-style-type: none"> · Entwicklung und Produktion beim Partner · Entwicklung nach OEM-Synchroplan · Erstellung in eigenen Systemen · Freigaben beim Partner · Freizeichnung beim OEM 	<ul style="list-style-type: none"> · Entwicklung beim Partner · Produktion beim OEM · Entwicklung nach OEM-Synchroplan · Erstellung in eigenen Systemen · Freigaben beim Partner · Freizeichnung beim OEM 	<ul style="list-style-type: none"> · Entwicklung und Produktion eines Moduls / Systems · Entwicklung in eigenen Systemen möglich · Regelmäßige Synchronisation mit der Produktstruktur · Berücksichtigung anderer Module / Systeme 	<ul style="list-style-type: none"> · Entwicklungsarbeiten direkt beim OEM in Abhängigkeit der Aufgaben
Integrationsprozesse	<ul style="list-style-type: none"> · Prüfung der Zwischenergebnisse bei Synchropunkten · Produktionstechnische Integration beim Partner · Vertrieb, Ersatzteile, Gewährleistung 	<ul style="list-style-type: none"> · Prüfung der Zwischenergebnisse bei Synchropunkten · Produktionstechnische Integration, Einbindung Fertigung OEM · Vertrieb, Ersatzteile, Gewährleistung 	<ul style="list-style-type: none"> · Integration innerhalb Modul beim Partner · Integration Gesamtfahrzeug beim OEM · Produktionstechnische Integration beim Partner und OEM · Vertrieb, Ersatzteile, Gewährleistung 	<ul style="list-style-type: none"> · Keine Integration erforderlich

1 Generalunternehmer

- Integration Gesamtfahrzeug
- Verantwortlich für Entwicklung und Produktion
- Ziele und Konzept werden vom OEM vorgegeben

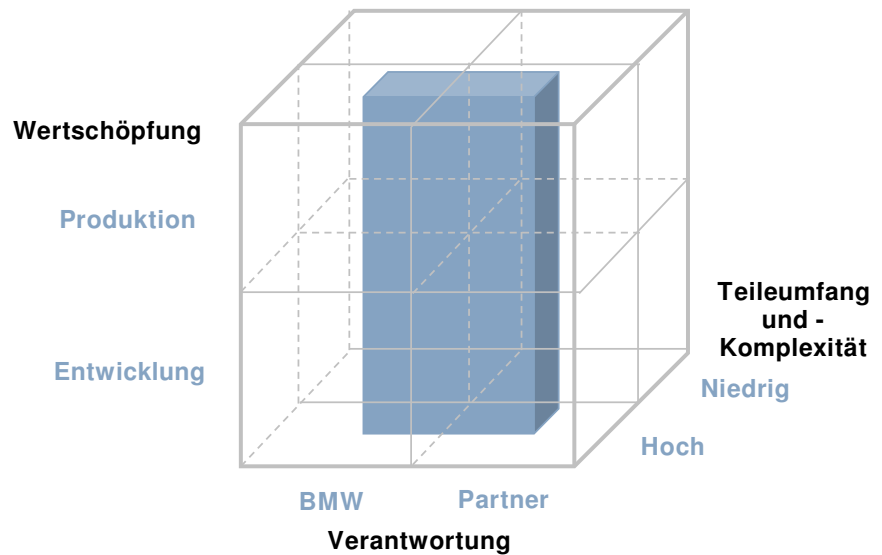
**Beispiel:
Magna Steyr Fzg.-technik**



2 Partnerschaft OEM

- Meistens bezogen auf komplexe Module (z.B. Motor)
- Gemeinsame Verantwortung für Entwicklung und Produktion

**Beispiel:
PSA (Prince)**



3 Systemintegrator

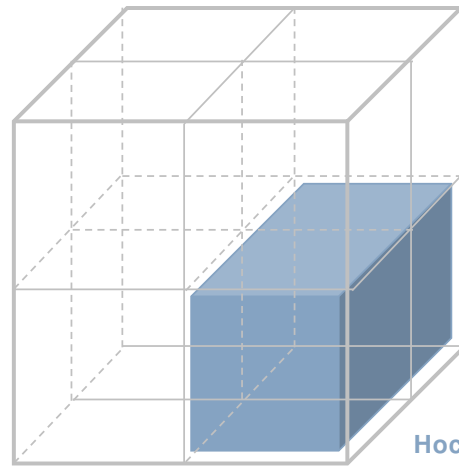
- Verantwortlich für die Entwicklung des Gesamtfahrzeuges
- Zielvorgaben und Konzept vom OEM
- Keine Produktion

Beispiel:
Ital Design Group

Wertschöpfung

Produktion

Entwicklung



Teileumfang und -Komplexität

Niedrig

Hoch

OEM Partner

Verantwortung

4 Systempartner

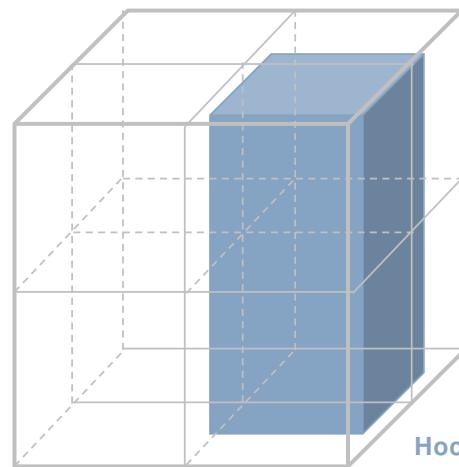
- Verantwortlich für die Entwicklung und Produktion eines komplexen Moduls / Systems
- Zielvorgaben vom OEM (z. B. 30 MvS bei Serienentwicklungspartner, 45 MvS für Konzeptpartner, 54 MvS bei Innovationspartner)

Beispiel:
Johnson Controls

Wertschöpfung

Produktion

Entwicklung



Teileumfang und -Komplexität

Niedrig

Hoch

OEM Partner

Verantwortung

5

**Lieferant
Standardteile**

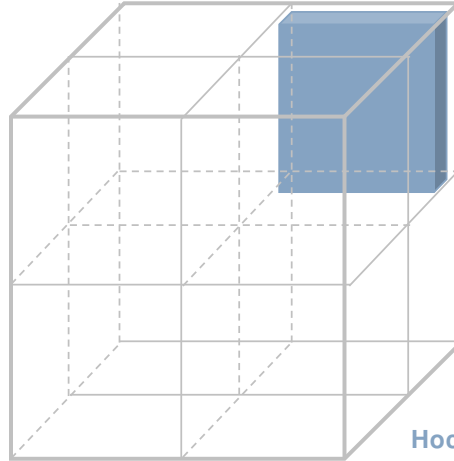
- Liefert Standardteile
- Keine OEM-spezifische Entwicklung
- Vorgaben nach Normen und Standards vom OEM

**Beispiel:
Würth**

Wertschöpfung

Produktion

Entwicklung



**Teileumfang
und -
Komplexität**

Niedrig

Hoch

OEM Partner

Verantwortung

6

**Entwicklungs-
dienstleister**

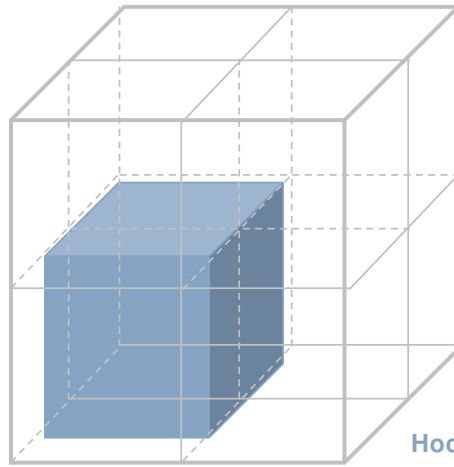
- Unterstützt bei Entwicklungstätigkeiten im Sinne einer verlängerten Werkbank
- Verantwortung für die Entwicklungsarbeit bei BMW

**Beispiel:
ESG**

Wertschöpfung

Produktion

Entwicklung



**Teileumfang
und -
Komplexität**

Niedrig

Hoch

OEM Partner

Verantwortung

9.2 Anhang B: Glossar

In diesem Glossar werden nur wesentliche Begriffe erläutert, die auch in dieser Arbeit Verwendung finden.

Ablauforganisation

Inhaltliche, zeitliche, räumliche und ressourcen-bezogene Darstellung der Arbeitsprozesse in einem Unternehmen.

Aufbauorganisation

Organisatorische Gliederung eines Unternehmens in Teilbereiche wie beispielsweise Divisionen, Abteilungen und Stellen sowie deren Beziehungen (Kommunikation, Aufgaben, Kompetenzen, Verantwortlichkeiten).

Autonomie

Unabhängigkeit eines Systems von anderen Systemen.

Dynamik

Die zeitliche Veränderung der Elemente und Beziehungen eines Systems (PROBST 1981, S. 149 f.).

Eigenschaft

Merkmal eines Produktes (z.B. der Durchmesser eines Rohrs) und dessen Ausprägung (z.B. $\varnothing = 20$ mm) (LINDEMANN 2005, S. 286).

Flexibilität

Die Möglichkeit zur Veränderung in vorgehaltenen Dimensionen und Szenarien (REINHART 2000A, S. 3).

Funktion

Die Lösungsneutrale Formulierung eines gewollten Zwecks eines Produkts (EHRENSPIEL 2003, S. 374).

Gewährleistung

Rechtsansprüche (z.B. Zahlungen) bei fehler- bzw. mangelhaften Produkten.

Globalisierung

Prozess der Ausdehnung von Unternehmen über Ländergrenzen und Regionen hinweg mit dem Ziel der Optimierung des globalen Marktanteils (GIERHARDT 2002, S. 13).

Innovation

Innovationen sind im Ergebnis qualitativ neuartige Produkte oder Verfahren, die sich gegenüber dem vorangehenden Zustand merklich – wie immer das zu bestimmen ist – unterscheiden. Die Neuartigkeit muss dabei wahrgenommen werden können. Das reine Hervorbringen der Idee genügt nicht: der Verkauf oder die Nutzung unterscheidet Innovation von Invention. (HAUSCHILDT 1997, S. 6).

Kernkompetenz

Die dauerhafte und transferierbare Ursache für den Wettbewerbsvorteil einer Unternehmung, die auf Ressourcen und Fähigkeiten basiert (HOMP 2000, S. 17).

Komplexität

Systemeigenschaft, die von den Systemelementen, deren Relationen sowie der Dynamik des Systems abhängt.

Konflikt

Auseinandersetzung zwischen mindestens zwei Personen oder Institutionen.

Kooperation

Eine freiwillige Zusammenarbeit zwischen zwei oder mehreren, rechtlich selbstständigen Unternehmen, die unter Inkaufnahme einer (partiellen) Beschränkung ihrer wirtschaftlichen Selbstständigkeit die Erreichung gemeinsamer wirtschaftlicher Ziele anstrengt (WOHLGEMUTH 2002, S. 14).

Kultur

Gesamtheit von Normen und Wertvorstellungen einer Gruppe von Personen.

Mechatronik

Interdisziplinäres Zusammenwirken von Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik.

Modularität

Die Schaffung eines komplexen Produkts oder Verfahrens aus kleinen, getrennt voneinander entwickelten Teilsystemen, die ein funktionierendes Ganzes ergeben (BALDWIN & CLARK (1998, S. 39).

Netzwerkfähigkeit

Eignung der internen Prozesse, Schnittstellen und der Mitarbeiter eines Unternehmens, um in einem Unternehmensnetzwerk zu arbeiten.

Netzwerkmanagement

Die netzwerkweite Gestaltung und Koordination aller zwischenbetrieblichen Abhängigkeitsbeziehungen in sachlicher, zeitlicher und sozialer Dimension, die zur Erreichung des gemeinsamen Netzwerkzwecks unterhalten werden.

OEM (Original Equipment Manufacturer)

Produzenten bzw. Hersteller von Produkten, die direkt unter einer eigenen Marke an den Endkunden vertrieben werden.

Produktlebenszyklus

Zeitraum von der strategischen Produktplanung bis zur Außerbetriebnahme und Beseitigung des Produkts (LINDEMANN 2005, S. 289).

Projekt

Ein komplexes, einmaliges Vorhaben mit festgelegtem Ziel, definierten Umfängen in Zeit und Ressourcen, welches geplant, umgesetzt und kontrolliert wird (LINDEMANN 2005, S. 289).

Property Rights (Verfügungsrechte)

Festlegung des Inhabers von Rechten an einem Gut sowie wie und in welchem Maße er über dieses Gut verfügen kann.

Qualität

Die Gesamtheit von Merkmalen und Ausprägungen einer Einheit bezüglich ihrer Eignung, festgelegte und vorausgesetzte Eigenschaften zu erfüllen (LINDEMANN 2005, S. 290).

Reaktionsfähigkeit

Potenzial, um jenseits vorgedachter Dimensionen und Korridore zu agieren (REINHART 2000A, S. 3).

Redundanz

Verschiedene Systemelemente (z.B. Ressourcen) sind in der Lage, die gleichen Aufgaben zu erfüllen.

Regelung

Ein Vorgang, bei dem fortlaufend eine Größe, die Regelgröße (die zu regelnde Größe) erfasst, mit einer anderen Größe, der Führungsgröße, verglichen und im Sinne einer Angleichung an die Führungsgröße beeinflusst wird (DIN 19226 1994).

Ressourcen

Mittel zur Bewältigung einer bestimmten Aufgabe oder Problemstellung (finanzielle Mittel, Produktionsmittel, Mitarbeiter, Energie etc.).

Selbstorganisation

Die Organisation eines Systems geht vom System selbst aus.

Simultaneous Engineering

Die zielgerichtete, interdisziplinäre Zusammen- und Parallelarbeit von Produkt-, Produktions- und Vertriebsentwicklung mithilfe eines straffen Projektmanagements, wobei der gesamte Produktlebenslauf betrachtet wird (EHRENSPIEL 2003, S. 202).

Stabilität

Die Wiederherstellung eines Gleichgewichtszustandes, der aufgrund einer Störung temporär verlassen wurde (WOLFF 2005, S 13).

Steuerung

Der Vorgang in einem System, bei dem eine oder mehrere Größen als Eingangsgrößen andere Größen als Ausgangsgrößen aufgrund der dem System eigentümlichen Gesetzmäßigkeiten beeinflussen (DIN 19226 1994).

Synchroplan

Im Meilenstein- bzw. Synchroplan werden die zeitlichen und inhaltlichen Abhängigkeiten einzelner Prozesse bzw. Arbeitsergebnisse aus den Prozessen dargestellt.

System

Eine Menge von Elementen (Teilsysteme), die Eigenschaften besitzen und durch Beziehungen miteinander verknüpft sind. Ein System wird von seiner Umgebung durch seine Systemgrenze abgegrenzt (EHRENSPIEL 2003, S. 15 f.).

Telematik

Synergetische Verknüpfung von Telekommunikation und Informatik.

Tier-n

Position eines Lieferanten in einer hierarchischen Lieferkette. Die Distanz zum OEM wird mit der Kennung n gekennzeichnet. So ist ein Tier-1-Lieferant eine Stufe unter dem OEM eingeordnet und ist damit Direktlieferant. Ein Tier-2-Lieferant befindet sich zwei Stufen unter dem OEM und ist somit Lieferant eines Tier-1-Lieferanten und so weiter.

Time-to-Market

Zeit von der ersten Produktidee oder Entwicklungsauftrag des Managements bis zur ersten Markteinführung.

Transaktionskosten

Kosten bei einem Gütertausch zwischen zwei Akteuren.

Triade

Markt in Nordamerika, Europa und Japan (traditionell die bedeutendsten Automobilmärkte).

Turbulenz

Verwirbelung.

Unternehmensnetzwerk

Eine auf die Realisierung von Wettbewerbsvorteilen zielende, polyzentrische, gleichwohl von einer oder mehreren Unternehmen strategisch geführte Organisationsform ökonomischer Aktivitäten zwischen Markt und Hierarchie, die sich durch komplex-reziproke, eher kooperative als kompetitive und relativ stabile Beziehungen zwischen rechtlich selbstständigen, wirtschaftlich jedoch zumeist abhängigen Unternehmen auszeichnet (SYDOW 1992, S. 79).

Varietät

Die Anzahl der unterscheidbaren Zustände eines Systems, bzw. die Anzahl der unterscheidbaren Elemente einer Menge (MALIK 2003, S. 186).

Vertrauen

Glauben an die Aufrichtigkeit des Handelns von Personen und Institutionen.

Wandlungsfähigkeit

Wandlungsfähigkeit setzt sich aus Flexibilität und Reaktionsfähigkeit zusammen (REINHART 2000A, S. 3).

Ziel

Gemeinsam vereinbarte Sollzustand, der durch aktives Handeln erstrebt oder vermieden wird (EILETZ 1999, S. 11).

Zielkonflikt

Die zunehmende Erfüllung eines Ziels führt zu einer zunehmende Nicht-Erfüllung eines anderen Ziels (EILETZ 1999, S. 13).

10. Dissertationsverzeichnis des Lehrstuhls für Produktentwicklung

Lehrstuhl für Produktentwicklung
Technische Universität München, Boltzmannstraße 15, 85748 Garching
Dissertationen betreut von

- Prof. Dr.-Ing. W. Rodenacker,
- Prof. Dr.-Ing. K. Ehrlenspiel und
- Prof. Dr.-Ing. U. Lindemann

- D1 COLLIN, H.:
Entwicklung eines Einwalzenkalenders nach einer systematischen Konstruktionsmethode. München: TU, Diss. 1969.
- D2 OTT, J.:
Untersuchungen und Vorrichtungen zum Offen-End-Spinnen.
München: TU, Diss. 1971.
- D3 STEINWACHS, H.:
Informationsgewinnung an bandförmigen Produkten für die Konstruktion der Produktmaschine.
München: TU, Diss. 1971.
- D4 SCHMETTOW, D.:
Entwicklung eines Rehabilitationsgerätes für Schwerstkörperbehinderte.
München: TU, Diss. 1972.
- D5 LUBITZSCH, W.:
Die Entwicklung eines Maschinensystems zur Verarbeitung von chemischen Endlosfasern.
München: TU, Diss. 1974.
- D6 SCHEITENBERGER, H.:
Entwurf und Optimierung eines Getriebesystems für einen Rotationsquerschneider mit allgemeingültigen Methoden.
München: TU, Diss. 1974.
- D7 BAUMGARTH, R.:
Die Vereinfachung von Geräten zur Konstanthaltung physikalischer Größen.
München: TU, Diss. 1976.
- D8 MAUDERER, E.:
Beitrag zum konstruktionsmethodischen Vorgehen durchgeführt am Beispiel eines Hochleistungsschalter-Antriebs.
München: TU, Diss. 1976.
- D9 SCHÄFER, J.:
Die Anwendung des methodischen Konstruierens auf verfahrenstechnische Aufgabenstellungen.
München: TU, Diss. 1977.
- D10 WEBER, J.:
Extruder mit Feststoffpumpe – Ein Beitrag zum Methodischen Konstruieren.
München: TU, Diss. 1978.

- D11 HEISIG, R.:
Längencodierer mit Hilfsbewegung.
München: TU, Diss. 1979.
- D12 KIEWERT, A.:
Systematische Erarbeitung von Hilfsmitteln zum kostenarmen Konstruieren.
München: TU, Diss. 1979.
- D13 LINDEMANN, U.:
Systemtechnische Betrachtung des Konstruktionsprozesses unter besonderer Berücksichtigung der Herstellkostenbeeinflussung beim Festlegen der Gestalt.
Düsseldorf: VDI-Verlag 1980. (Fortschritt-Berichte der VDI-Zeitschriften Reihe 1, Nr. 60).
Zugl. München: TU, Diss. 1980.
- D14 NJOYA, G.:
Untersuchungen zur Kinematik im Wälzlager bei synchron umlaufenden Innen- und Außenringen.
Hannover: Universität, Diss. 1980.
- D15 HENKEL, G.:
Theoretische und experimentelle Untersuchungen ebener konzentrisch gewellter Kreisringmembranen.
Hannover: Universität, Diss. 1980.
- D16 BALKEN, J.:
Systematische Entwicklung von Gleichlaufgelenken.
München: TU, Diss. 1981.
- D17 PETRA, H.:
Systematik, Erweiterung und Einschränkung von Lastausgleichslösungen für Standgetriebe mit zwei Leistungswegen – Ein Beitrag zum methodischen Konstruieren.
München: TU, Diss. 1981.
- D18 BAUMANN, G.:
Ein Kosteninformationssystem für die Gestaltungsphase im Betriebsmittelbau.
München: TU, Diss. 1982.
- D19 FISCHER, D.:
Kostenanalyse von Stirnzahnrädern. Erarbeitung und Vergleich von Hilfsmitteln zur Kostenfrüherkennung.
München: TU, Diss. 1983.
- D20 AUGUSTIN, W.:
Sicherheitstechnik und Konstruktionsmethodiken – Sicherheitsgerechtes Konstruieren.
Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz 1985. Zugl. München: TU, Diss. 1984.
- D21 RUTZ, A.:
Konstruieren als gedanklicher Prozess.
München: TU, Diss. 1985.
- D22 SAUERMANN, H. J.:
Eine Produktkostenplanung für Unternehmen des Maschinenbaues.
München: TU, Diss. 1986.
- D23 HAFNER, J.:
Entscheidungshilfen für das kostengünstige Konstruieren von Schweiß- und Gussgehäusen.
München: TU, Diss. 1987.
- D24 JOHN, T.:
Systematische Entwicklung von homokinetischen Wellenkupplungen.
München: TU, Diss. 1987.
- D25 FIGEL, K.:
Optimieren beim Konstruieren.
München: Hanser 1988. Zugl. München: TU, Diss. 1988 u. d. T.: Figel, K.: Integration automatisierter Optimierungsverfahren in den rechnerunterstützten Konstruktionsprozess.

Reihe Konstruktionstechnik München

- D26 TROPSCHUH, P. F.:
Rechnerunterstützung für das Projektieren mit Hilfe eines wissensbasierten Systems.
München: Hanser 1989. (Konstruktionstechnik München, Band 1). Zugl. München: TU, Diss. 1988 u. d. T.: Tropschuh, P. F.: Rechnerunterstützung für das Projektieren am Beispiel Schiffsgetriebe.
- D27 PICKEL, H.:
Kostenmodelle als Hilfsmittel zum Kostengünstigen Konstruieren.
München: Hanser 1989. (Konstruktionstechnik München, Band 2). Zugl. München: TU, Diss. 1988.
- D28 KITTSCHNEIDER, H.-J.:
Die Auswahl und Gestaltung von kostengünstigen Welle-Nabe-Verbindungen.
München: Hanser 1990. (Konstruktionstechnik München, Band 3). Zugl. München: TU, Diss. 1989.
- D29 HILLEBRAND, A.:
Ein Kosteninformationssystem für die Neukonstruktion mit der Möglichkeit zum Anschluss an ein CAD-System.
München: Hanser 1991. (Konstruktionstechnik München, Band 4). Zugl. München: TU, Diss. 1990.
- D30 DYLLA, N.:
Denk- und Handlungsabläufe beim Konstruieren.
München: Hanser 1991. (Konstruktionstechnik München, Band 5). Zugl. München: TU, Diss. 1990.
- D31 MÜLLER, R.
Datenbankgestützte Teilverwaltung und Wiederholteilsuche.
München: Hanser 1991. (Konstruktionstechnik München, Band 6). Zugl. München: TU, Diss. 1990.
- D32 NEESE, J.:
Methodik einer wissensbasierten Schadenanalyse am Beispiel Wälzlagerungen.
München: Hanser 1991. (Konstruktionstechnik München, Band 7). Zugl. München: TU, Diss. 1991.
- D33 SCHAAL, S.:
Integrierte Wissensverarbeitung mit CAD – Am Beispiel der konstruktionsbegleitenden Kalkulation.
München: Hanser 1992. (Konstruktionstechnik München, Band 8). Zugl. München: TU, Diss. 1991.
- D34 BRAUNSPERGER, M.:
Qualitätssicherung im Entwicklungsablauf – Konzept einer präventiven Qualitätssicherung für die Automobilindustrie.
München: Hanser 1993. (Konstruktionstechnik München, Band 9). Zugl. München: TU, Diss. 1992.
- D35 FEICHTER, E.:
Systematischer Entwicklungsprozess am Beispiel von elastischen Radialversatzkupplungen.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 10). Zugl. München: TU, Diss. 1992.
- D36 WEINBRENNER, V.:
Produktlogik als Hilfsmittel zum Automatisieren von Varianten- und Anpassungskonstruktionen.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 11). Zugl. München: TU, Diss. 1993.
- D37 WACH, J. J.:
Problemspezifische Hilfsmittel für die Integrierte Produktentwicklung.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 12). Zugl. München: TU, Diss. 1993.
- D38 LENK, E.:
Zur Problematik der technischen Bewertung.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 13). Zugl. München: TU, Diss. 1993.
- D39 STUFFER, R.:
Planung und Steuerung der Integrierten Produktentwicklung.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 14). Zugl. München: TU, Diss. 1993.

- D40 SCHIEBELER, R.:
Kostengünstig Konstruieren mit einer rechnergestützten Konstruktionsberatung.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 15). Zugl. München: TU, Diss. 1993.
- D41 BRUCKNER, J.:
Kostengünstige Wärmebehandlung durch Entscheidungsunterstützung in Konstruktion und Härterei.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 16). Zugl. München: TU, Diss. 1993.
- D42 WELLNIAK, R.:
Das Produktmodell im rechnerintegrierten Konstruktionsarbeitsplatz.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 17). Zugl. München: TU, Diss. 1994.
- D43 SCHLÜTER, A.:
Gestaltung von Schnappverbindungen für montagegerechte Produkte.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 18). Zugl. München: TU, Diss. 1994.
- D44 WOLFRAM, M.:
Feature-basiertes Konstruieren und Kalkulieren.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 19). Zugl. München: TU, Diss. 1994.
- D45 STOLZ, P.:
Aufbau technischer Informationssysteme in Konstruktion und Entwicklung am Beispiel eines elektronischen Zeichnungsarchives.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 20). Zugl. München: TU, Diss. 1994.
- D46 STOLL, G.:
Montagegerechte Produkte mit feature-basiertem CAD.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 21). Zugl. München: TU, Diss. 1994.
- D47 STEINER, J. M.:
Rechnergestütztes Kostensenken im praktischen Einsatz.
Aachen: Shaker 1996. (Konstruktionstechnik München, Band 22). Zugl. München: TU, Diss. 1995.
- D48 HUBER, T.:
Senken von Montagezeiten und -kosten im Getriebebau.
München: Hanser 1995. (Konstruktionstechnik München, Band 23). Zugl. München: TU, Diss. 1995.
- D49 DANNER, S.:
Ganzheitliches Anforderungsmanagement für marktorientierte Entwicklungsprozesse.
Aachen: Shaker 1996. (Konstruktionstechnik München, Band 24). Zugl. München: TU, Diss. 1996.
- D50 MERAT, P.:
Rechnergestützte Auftragsabwicklung an einem Praxisbeispiel.
Aachen: Shaker 1996. (Konstruktionstechnik München, Band 25). Zugl. München: TU, Diss. 1996 u. d. T.:
MERAT, P.: Rechnergestütztes Produktleitsystem
- D51 AMBROSY, S.:
Methoden und Werkzeuge für die integrierte Produktentwicklung.
Aachen: Shaker 1997. (Konstruktionstechnik München, Band 26). Zugl. München: TU, Diss. 1996.
- D52 GIAPOULIS, A.:
Modelle für effektive Konstruktionsprozesse.
Aachen: Shaker 1998. (Konstruktionstechnik München, Band 27). Zugl. München: TU, Diss. 1996.
- D53 STEINMEIER, E.:
Realisierung eines systemtechnischen Produktmodells – Einsatz in der Pkw-Entwicklung
Aachen: Shaker 1998. (Konstruktionstechnik München, Band 28). Zugl. München: TU, Diss. 1998.
- D54 KLEEDÖRFER, R.:
Prozess- und Änderungsmanagement der Integrierten Produktentwicklung.
Aachen: Shaker 1998. (Konstruktionstechnik München, Band 29). Zugl. München: TU, Diss. 1998.

- D55 GÜNTHER, J.:
Individuelle Einflüsse auf den Konstruktionsprozess.
Aachen: Shaker 1998. (Konstruktionstechnik München, Band 30). Zugl. München: TU, Diss. 1998.
- D56 BIERSACK, H.:
Methode für Kraffteinleitungsstellenkonstruktion in Blechstrukturen.
München: TU, Diss. 1998.
- D57 IRLINGER, R.:
Methoden und Werkzeuge zur nachvollziehbaren Dokumentation in der Produktentwicklung.
Aachen: Shaker 1998. (Konstruktionstechnik München, Band 31). Zugl. München: TU, Diss. 1999.
- D58 EILETZ, R.:
Zielkonfliktmanagement bei der Entwicklung komplexer Produkte – am Bsp. PKW-Entwicklung.
Aachen: Shaker 1999. (Konstruktionstechnik München, Band 32). Zugl. München: TU, Diss. 1999.
- D59 STÖSSER, R.:
Zielkostenmanagement in integrierten Produkterstellungsprozessen.
Aachen: Shaker 1999. (Konstruktionstechnik München, Band 33). Zugl. München: TU, Diss. 1999.
- D60 PHLEPS, U.:
Recyclinggerechte Produktdefinition – Methodische Unterstützung für Upgrading und Verwertung.
Aachen: Shaker 1999. (Konstruktionstechnik München, Band 34). Zugl. München: TU, Diss. 1999.
- D61 BERNARD, R.:
Early Evaluation of Product Properties within the Integrated Product Development.
Aachen: Shaker 1999. (Konstruktionstechnik München, Band 35). Zugl. München: TU, Diss. 1999.
- D62 ZANKER, W.:
Situative Anpassung und Neukombination von Entwicklungsmethoden.
Aachen: Shaker 1999. (Konstruktionstechnik München, Band 36). Zugl. München: TU, Diss. 1999.

Reihe Produktentwicklung München

- D63 ALLMANSBERGER, G.:
Erweiterung der Konstruktionsmethodik zur Unterstützung von Änderungsprozessen in der Produktentwicklung.
München: Dr. Hut 2001. (Produktentwicklung München, Band 37). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D64 ASSMANN, G.:
Gestaltung von Änderungsprozessen in der Produktentwicklung.
München: Utz 2000. (Produktentwicklung München, Band 38). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D65 BICHLMAIER, C.:
Methoden zur flexiblen Gestaltung von integrierten Entwicklungsprozessen.
München: Utz 2000. (Produktentwicklung München, Band 39). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D66 DEMERS, M. T.
Methoden zur dynamischen Planung und Steuerung von Produktentwicklungsprozessen.
München: Dr. Hut 2000. (Produktentwicklung München, Band 40). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D67 STETTER, R.:
Method Implementation in Integrated Product Development.
München: Dr. Hut 2000. (Produktentwicklung München, Band 41). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D68 VIERTLBÖCK, M.:
Modell der Methoden- und Hilfsmiteleinführung im Bereich der Produktentwicklung.
München: Dr. Hut 2000. (Produktentwicklung München, Band 42). Zugl. München: TU, Diss. 2000.

- D69 COLLIN, H.:
Management von Produkt-Informationen in kleinen und mittelständischen Unternehmen.
München: Dr. Hut 2001. (Produktentwicklung München, Band 43). Zugl. München: TU, Diss. 2001.
- D70 REISCHL, C.:
Simulation von Produktkosten in der Entwicklungsphase.
München: Dr. Hut 2001. (Produktentwicklung München, Band 44). Zugl. München: TU, Diss. 2001.
- D71 GAUL, H.-D.:
Verteilte Produktentwicklung - Perspektiven und Modell zur Optimierung.
München: Dr. Hut 2001. (Produktentwicklung München, Band 45). Zugl. München: TU, Diss. 2001.
- D72 GIERHARDT, H.:
Global verteilte Produktentwicklungsprojekte – Ein Vorgehensmodell auf der operativen Ebene.
München: Dr. Hut 2002. (Produktentwicklung München, Band 46). Zugl. München: TU, Diss. 2001.
- D73 SCHOEN, S.:
Gestaltung und Unterstützung von Community of Practice.
München: Utz 2000. (Produktentwicklung München, Band 47). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D74 BENDER, B.:
Zielorientiertes Kooperationsmanagement.
München: Dr. Hut 2001. (Produktentwicklung München, Band 48). Zugl. München: TU, Diss. 2001.
- D75 SCHWANKL, L.:
Analyse und Dokumentation in den frühen Phasen der Produktentwicklung.
München: Dr. Hut 2002. (Produktentwicklung München, Band 49). Zugl. München: TU, Diss. 2002.
- D76 WULF, J.:
Elementarmethoden zur Lösungssuche.
München: Dr. Hut 2002. (Produktentwicklung München, Band 50). Zugl. München: TU, Diss. 2002.
- D77 MÖRTL, M.:
Entwicklungsmanagement für langlebige, upgradinggerechte Produkte.
München: Dr. Hut 2002. (Produktentwicklung München, Band 51). Zugl. München: TU, Diss. 2002.
- D78 GERST, M.:
Strategische Produktentscheidungen in der integrierten Produktentwicklung.
München: Dr. Hut 2002. (Produktentwicklung München, Band 52). Zugl. München: TU, Diss. 2002.
- D79 AMFT, M.:
Phasenübergreifende bidirektionale Integration von Gestaltung und Berechnung.
München: Dr. Hut 2003. (Produktentwicklung München, Band 53). Zugl. München: TU, Diss. 2002.
- D80 FÖRSTER, M.:
Variantenmanagement nach Fusionen in Unternehmen des Anlagen- und Maschinenbaus.
München: TU, Diss. 2003.
- D81 GRAMANN, J.:
Problemmodelle und Bionik als Methode.
München: Dr. Hut 2004. (Produktentwicklung München, Band 55). Zugl. München: TU, Diss. 2004.
- D82 PULM, U.:
Eine systemtheoretische Betrachtung der Produktentwicklung.
München: Dr. Hut 2004. (Produktentwicklung München, Band 56). Zugl. München: TU, Diss. 2004.
- D83 HUTTERER, P.:
Reflexive Dialoge und Denkbausteine für die methodische Produktentwicklung.
München: Dr. Hut 2005. (Produktentwicklung München, Band 57). Zugl. München: TU, Diss. 2005.
- D84 FUCHS, D.:
Konstruktionsprinzipien für die Problemanalyse in der Produktentwicklung.
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 58). Zugl. München: TU, Diss. 2005.

- D85 PACHE, M.:
Sketching for Conceptual Design.
München: Dr. Hut 2005. (Produktentwicklung München, Band 59). Zugl. München: TU, Diss. 2005.
- D86 BRAUN, T.:
Methodische Unterstützung der strategischen Produktplanung in einem mittelständisch geprägten Umfeld.
München: Dr. Hut 2005. (Produktentwicklung München, Band 60). Zugl. München: TU, Diss. 2005.
- D87 JUNG, C.:
Anforderungsklä rung in interdisziplinärer Entwicklungsumgebung.
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 61). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D88 HEBLING, T.:
Einführung der Integrierten Produktpolitik in kleinen und mittelständischen Unternehmen.
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 62). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D89 STRICKER, H.:
Bionik in der Produktentwicklung unter der Berücksichtigung menschlichen Verhaltens.
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 63). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D90 NIBL, A.:
Modell zur Integration der Zielkostenverfolgung in den Produktentwicklungsprozess.
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 64). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D91 MÜLLER, F.:
Intuitive digitale Geometriemodellierung in frühen Entwicklungsphasen.
München: Dr. Hut 2007. (Produktentwicklung München, Band 65). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D92 ERDELL, E.:
Methodenanwendung in der Hochbauplanung – Ergebnisse einer Schwachstellenanalyse.
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 66). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D93 GAHR, A.:
Pfadkostenrechnung individualisierter Produkte.
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 67). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D94 RENNER, I.:
Methodische Unterstützung funktionsorientierter Baukastenentwicklung am Beispiel Automobil.
München: Dr. Hut 2007 (Reihe Produktentwicklung) Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D95 PONN, J.:
Situative Unterstützung der methodischen Konzeptentwicklung technischer Produkte.
München: Dr. Hut 2008 (Reihe Produktentwicklung) Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D96 HERFELD, U.:
Matrix-basierte Verknüpfung von Komponenten und Funktionen zur Integration von Konstruktion und numerischer Simulation.
München: Dr. Hut 2007. (Produktentwicklung München, Band 70). Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D97 SCHNEIDER, S.:
Model for the evaluation of engineering design methods.
TU München: 2007. (als Dissertation eingereicht)
- D98 FELGEN, L.:
Systemorientierte Qualitätssicherung für mechatronische Produkte.
München: Dr. Hut 2007 (Reihe Produktentwicklung) Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D99 GRIEB, J.:
Auswahl von Werkzeugen und Methoden für verteilte Produktentwicklungsprozesse.
München: TU, Diss. 2007.

D100 MAURER, M.:

Structural Awareness in Complex Product Design.

München: Dr. Hut 2007 (Reihe Produktentwicklung) Zugl. München: TU, Diss. 2007.

D101 BAUMBERGER, C.:

Methoden zur kundenspezifischen Produktdefinition bei individualisierten Produkten .

München: Dr. Hut 2008 (Reihe Produktentwicklung) Zugl. München: TU, Diss. 2007.