

Lehrstuhl für
Betriebswissenschaften und Montagetechnik
der Technischen Universität München

Gestaltung kurzfristiger und unternehmensübergreifender Engineering-Kooperationen

Florian von der Hagen

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

Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr.-Ing. U. Lindemann

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr.-Ing. G. Reinhart
2. Univ.-Prof. Dr.-Ing. J. Gausemeier,
Universität Gesamthochschule Paderborn

Die Dissertation wurde am 23.05.2002 bei der Technischen Universität München
eingereicht und durch die Fakultät für Maschinenwesen am 02.11.2002 angenommen.

Forschungsberichte

iwb

Band 172

Florian von der Hagen

***Gestaltung kurzfristiger und
unternehmensübergreifender
Engineering-Kooperationen***

herausgegeben von

Prof. Dr.-Ing. G. Reinhart

Prof. Dr.-Ing. M.F. Zäh

Herbert Utz Verlag

UTZ

Forschungsberichte iwb

Berichte aus dem Institut für Werkzeugmaschinen
und Betriebswissenschaften
der Technischen Universität München

herausgegeben von

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart, Dr.-Ing. M.F. Zäh
Technische Universität München
Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb)

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation
in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte
bibliografische Daten sind im Internet über
<http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch
begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des
Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der
Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege
und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben,
auch bei nur auszugsweiser Verwendung, vorbehalten.

Copyright © Herbert Utz Verlag GmbH 2003

ISBN 3-8316-0208-5

Printed in Germany

Herbert Utz Verlag GmbH, München
Tel.: 089/277791-00 - Fax: 089/277791-01

Geleitwort der Herausgeber

Die Produktionstechnik ist für die Weiterentwicklung unserer Industriegesellschaft von zentraler Bedeutung. Denn die Leistungsfähigkeit eines Industriebetriebes hängt entscheidend von den eingesetzten Produktionsmitteln, den angewandten Produktionsverfahren und der eingeführten Produktionsorganisation ab. Erst das optimale Zusammenspiel von Mensch, Organisation und Technik erlaubt es, alle Potentiale für den Unternehmenserfolg auszuschöpfen.

Um in dem Spannungsfeld Komplexität, Kosten, Zeit und Qualität bestehen zu können, müssen Produktionsstrukturen ständig neu überdacht und weiterentwickelt werden. Dabei ist es notwendig, die Komplexität von Produkten, Produktionsabläufen und -systemen einerseits zu verringern und andererseits besser zu beherrschen.

Ziel der Forschungsarbeiten des *iwb* ist die ständige Verbesserung von Produktentwicklungs- und Planungssystemen, von Herstellverfahren und Produktionsanlagen. Betriebsorganisation, Produktions- und Arbeitsstrukturen sowie Systeme zur Auftragsabwicklung werden unter besonderer Berücksichtigung mitarbeiterorientierter Anforderungen entwickelt. Die dabei notwendige Steigerung des Automatisierungsgrades darf jedoch nicht zu einer Verfestigung arbeitsteiliger Strukturen führen. Fragen der optimalen Einbindung des Menschen in den Produktentstehungsprozess spielen deshalb eine sehr wichtige Rolle.

Die im Rahmen dieser Buchreihe erscheinenden Bände stammen thematisch aus den Forschungsbereichen des *iwb*. Diese reichen von der Produktentwicklung über die Planung von Produktionssystemen hin zu den Bereichen Fertigung und Montage. Steuerung und Betrieb von Produktionssystemen, Qualitätssicherung, Verfügbarkeit und Autonomie sind Querschnittsthemen hierfür. In den *iwb*-Forschungsberichten werden neue Ergebnisse und Erkenntnisse aus der praxisnahen Forschung des *iwb* veröffentlicht. Diese Buchreihe soll dazu beitragen, den Wissenstransfer zwischen dem Hochschulbereich und dem Anwender in der Praxis zu verbessern.

Gunther Reinhart

Michael Zäh

Vorwort

Die vorliegende Dissertation entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (*iwb*) der Technischen Universität München.

Herrn Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart und Herrn Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh, den Leitern dieses Instituts, gilt mein Dank für die Schaffung und Pflege der hervorragenden Rahmenbedingungen am *iwb*, unter denen diese Arbeit entstand. Insbesondere möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart für die wohlwollende Förderung und großzügige Unterstützung meiner Arbeit bedanken.

Herrn Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier, dem Leiter der Fachgruppe Rechnerintegrierte Produktion des Heinz-Nixdorf-Instituts der Universität Paderborn, danke ich für die Übernahme des Korreferates und die aufmerksame Durchsicht der Arbeit.

Darüber hinaus gilt mein Dank all denjenigen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, sowie den Studentinnen und Studenten des *iwb*, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit unterstützt haben.

Besonders herzlich bedanken möchte ich mich auch bei meiner Partnerin Tanja, ohne deren Rat und ideelle Unterstützung diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

München, im November 2002

Florian v. der Hagen

Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Wandel im Umfeld der Produkt- und Produktionsplanung	1
1.2	Aufbau der Arbeit und Vorgehensweise.....	3
2	Ausgangssituation und Problemstellung	5
2.1	Veränderte Märkte für produzierende Unternehmen	5
2.1.1	Szenarien künftiger Marktentwicklungen – neue Herausforderungen und neue Erfolgsfaktoren.....	6
2.1.2	Konsequenzen für die bisherigen Entwicklungs- und Planungsprozesse..	10
2.2	Anforderungen aus Sicht der Unternehmen.....	12
2.2.1	Nachfrager von Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen	12
2.2.2	Anbieter von Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen	15
2.3	Zusammenfassung der resultierenden Anforderungen.....	18
3	Stand der Forschung und Technik	19
3.1	Begriffserklärung und Betrachtungsumfang	19
3.1.1	Definitionen relevanter Begriffe.....	19
3.1.2	Abgrenzung des Betrachtungsumfangs	21
3.2	Entwicklungs- und Planungsprozesse produzierender Unternehmen.....	23
3.2.1	Eigenschaften von Entwicklungs- und Planungsprozessen	23
3.2.2	Methoden und Werkzeuge der Entwicklung und Planung	30
3.2.2.1	Vorgehensweisen der Produktentwicklung und Produktionsplanung ..	30
3.2.2.2	Methoden und Werkzeuge zur Gestaltung von Entwicklungs- und Planungsprozessen	36
3.2.2.3	Methoden und Werkzeuge zur Durchführung von Entwicklungs- und Planungsprozessen	40

3.2.2.4	Werkzeuge des Daten- und Prozessmanagements in Planungs- und Entwicklungsprozessen	43
3.3	Kooperation in Entwicklung und Planung	46
3.3.1	Eigenschaften und Merkmale kooperativer Organisationsformen.....	47
3.3.2	Dienstleistungen als Basis unternehmensübergreifender Engineering-Kooperationen.....	52
3.3.2.1	Beschreibung und Abgrenzung des Dienstleistungsbegriffs	52
3.3.2.2	Systematisierung industrieller Dienstleistungen	55
3.3.3	Kooperative Entwicklungs- und Planungsprozesse	57
3.3.3.1	Unternehmensinterne Kooperationsprozesse in Entwicklung und Planung.....	57
3.3.3.2	Unternehmensübergreifende Entwicklungs- und Planungsoperationen	58
3.4	Qualitätsbegriff kooperativer Entwicklungs- und Planungsprozesse.....	65
3.4.1	Qualitätsmanagement durch Prozessmanagement	66
3.4.2	Qualitätsmanagement immaterieller Produkte.....	68
3.4.3	Qualitätsmanagement gemäss DIN EN ISO 9000-9004	68
3.4.4	Qualitätsbegriff der Dienstleistung	69
3.4.5	Zusammenfassung Qualitätsmanagement.....	69
3.5	Zusammenfassung des Standes der Forschung und Technik	71
	Handlungsbedarf, Zielsetzung und Aufgabenstellung der Arbeit.....	73
4.1	Flexibilität, Anpassbarkeit und Weiterentwicklung der Methode.....	74
4.2	Anforderung an die Prozesse kurzfristig gebildeter Engineering-Kooperationen	75
4.3	Kooperationsbildung für unternehmensübergreifende Entwicklungs- und Planungsprozesse	75
4.4	Einführung der Methode in Unternehmen.....	76

5	Methode zur kurzfristigen Bildung von Entwicklungs- und Planungs Kooperationen	77
5.1	Ansatz zur kurzfristigen Gestaltung unternehmensübergreifender Kooperationsbeziehungen.....	77
5.2	Strukturierte Anforderungsdefinition für Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen.....	80
5.2.1	Ausgangsproblem der inhaltlichen Eingrenzung von Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen.....	82
5.2.2	Modularisierungsprinzip von Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen	85
5.2.2.1	Modul einer kooperativen Entwicklungs- und Planungsdienstleistung	86
5.2.2.2	Klassifikation modularer Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen.. ..	94
5.2.2.3	Prozessbeherrschung durch modularisierte Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen.....	97
5.3	Generieren möglicher Kooperationslösungen durch Kompetenznetzwerke.....	99
5.4	Bewertung und Auswahl modularisierter Engineering-Dienstleistungen.....	104
5.4.1	Bewertung extern bezogener Ressourcen zur Erfüllung zeitlich begrenzter Marktpotenziale	104
5.4.2	Methode einer vektoriellen Bewertung modularisierter Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen.....	107
5.4.2.1	Ansatz zur Bewertung zu bildender Planungs- und Entwicklungskooperationen.....	107
5.4.2.2	Vektorielle Sichtweise modularer Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen.....	109
5.4.2.3	Bewertung konkreter modularisierter Dienstleistungen auf Basis einer vektoriellen Betrachtungsweise	113
5.4.3	Zusammenfassung der Bewertungsmethode	120
5.5	Kurzfristige Bildung von Entwicklungs- und Planungs Kooperationen auf Basis heterarchischer Kompetenznetzwerke	122

5.6	Zusammenfassung der Methode.....	124
6	Prototypische Umsetzung und Verifizierung der Methode	125
6.1	Aufbau, Arbeitsweise und Strukturierung des Kompetenznetzwerks Engineering-Net.de.....	125
6.1.1	Die Anfrageerstellung im Engineering-Net.de.....	128
6.1.2	Anfrageauswertung und Angebotserstellung im Engineering-Net.de.....	132
6.1.3	Unterstützung der Angebotsauswahl durch das Engineering-Net.de.....	134
6.1.4	Auftragserteilung für Entwicklungs- und Planungsk Kooperationen im Engineering-Net.de	135
6.2	Gestaltungsbeispiele von Kooperationsbeziehungen	136
6.2.1	Praxisbeispiel 1: Anfrage einer Dienstleistung für die Produktionsplanung	136
6.2.2	Praxisbeispiel 2: Anfrage einer Dienstleistung für die Konstruktion einer Prüfvorrichtung	138
6.2.3	Praxisbeispiel 3: Anfrage einer Dienstleistung zur Produktentwicklung	139
7	Bewertung der vorgestellten Methode.....	141
7.1	Überprüfung der Anforderungserfüllung	141
7.2	Bewertung von Aufwand und Nutzen der Methode.....	142
7.2.1	Betrachtung von Aufwand und Nutzen für den Dienstleistungsnachfrager	143
7.2.2	Aufwand und Nutzen für den Dienstleistungsanbieter	147
7.2.3	Aufwand und Nutzen für den Betreiber eines Kompetenznetzwerks	148
7.2.4	Zusammenfassung von Aufwand, Nutzen und Risiken für den Anwender der Methode	150
	Zusammenfassung und Ausblick	153
	Literatur	155

10 Anhang	175
10.1 Beschreibung möglicher Ein- und Ausgangsgrößen modularisierter Dienstleistungen.....	175
10.2 Klassifizierungs- und Beschreibungsmerkmale modularisierter Dienstleistungen	183
10.3 Anfrageformulare im Engineering-Net.de	187
10.4 Praxisbeispiele im Engineering-Net.de.....	194
10.5 Abbildungsverzeichnis.....	198

Verzeichnis der Abkürzungen und Akronyme

Abkürzung	Bedeutung
3D-CAD	Dreidimensionales Computer Aided Design
ANSI	American National Standards Institute
ANX	Automotive Network Exchange
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
CA-	Computer Aided
CAD	Computer Aided Design
CAP	Computer Aided Planning
CASE	Computer Aided Software Engineering
CE	Concurrent Engineering
CORBA	Common Object Request Broker Architecture
DIN	Deutsches Institut für Normung
DMU	Digital Mock-Up
E-CAD	Electrical Computer Aided Design
EDI	Electronic Data Interchange
EDIFACT	EDI for Administration, Commerce and Transport
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
ENX	European Network Exchange
ERP	Enterprise Ressource Planning
EWR	Europäischer Wirtschaftsraum
FEM	Finite Elemente Methode
GWB	Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen
HGB	Handelsgesetzbuch
HTML	Hypertext Markup Language
IDA	Institute for Defence Analysis
IGES	Initial Graphics Exchange Specification
ISO	International Standardisation Organization

Abkürzung	Bedeutung
IuK	Information und Kommunikation
MRP	Material Requirement Planning
NAFTA	North American Free Trade Association
ODETTE	Organization For Data Exchange By Teletransmission In Europe
PDM	Product Data Management
PLCM	Product Life Cycle Management
PPS	Produktionsplanung und -steuerung
ROI	Return on Investment
RP	Rapid Prototyping
RPD	Rapid Product Development
SADT	Structured Analysis and Design Technique
SE	Simultaneous Engineering
SSL	Secure Socket Layer
STEP	Standard for the Exchange of Product Data
VDA	Verband Deutscher Automobilhersteller
VDI	Verband Deutscher Ingenieure
VR	Virtual Reality
XML	Extended Markup Language

Verzeichnis der Formelzeichen

Abkürzung	Bedeutung
\vec{A}_{DI}	Abweichungsvektor eines Dienstleisters
f	Inhaltsfunktion einer Dienstleistung
F	Menge aller möglichen Inhaltsfunktionen f für Dienstleistungen
g	Aufwandfunktion einer Dienstleistung
G	Menge aller angefragten Inhaltsfunktionen f
i	konkrete Lösungsfunktion einer Dienstleistung
k	Merkmalsausprägung eines Kriteriums
K_{Rel}	Relative Kosten einer Kooperationslösung
K	Gesamtkosten einer Kooperationslösung
K_{Max}	Höchstwert der Gesamtkosten mehrerer Kooperationslösungen
k_o	Maximalwert einer Merkmalsausprägung k
k_u	Minimalwert einer Merkmalsausprägung k
t_v	Zeitvorgabe des Dienstleistungsnachfragers
m_z	Maßzahl eines Kriteriums
m_{zq}	Maßzahl für das Kriterium Qualität des Inhalts
m_{zs}	Maßzahl für das Kriterium Qualität der Schnittstelle
m_{zt}	Maßzahl für das Kriterium Zeit
q	Index für den Inhalt
r	Gewichtungsfaktor eines Abweichungsvektors
\vec{R}_{DI}	gewichteter Abweichungsvektor eines Dienstleisters
s	Index für die Qualität
t	Index für die Zeit
VA_{DI}	Kennzahl für die Vorgabeabweichung eines Dienstleisters
\vec{V}_{Anf}	Anforderungsvektor des Dienstleistungsnachfragers
\vec{V}_{Erf-DI}	Erfüllungsvektor eines Dienstleisters
w	Gewichtungsfaktor eines Erfüllungsbestandteils

1 Einleitung

1.1 Wandel im Umfeld der Produkt- und Produktionsplanung

Die tiefgreifenden Veränderungen, welche sich in den vergangenen Jahrzehnten in den Bereichen Gesellschaft, Politik, Naturwissenschaft und Technik ereigneten, spielten und spielen sich in immer kürzer werdenden Intervallen ab (REINHART 2000, S. 20FF). REINHART (2000) spricht hierbei von den Begriffen *Wandel* und *turbulentes Umfeld*. Die Vorhersagbarkeit der sich daraus ergebenden und sich gegenseitig beeinflussenden Konjunktur- und Innovationszyklen nimmt stetig ab. Daher bieten traditionelle Denkweisen und Instrumentarien des Managements produzierenden Unternehmen keine ausreichenden Grundlagen mehr, sich in einem stetig verschärfenden globalen Wettbewerb zu behaupten (UHLMANN 1998, S. 14FF; HIRSCHBERG 2000). Längst haben sich die meisten Märkte von einem angebotsorientierten Herstellermarkt hin zu einem kundenorientierten Markt entwickelt, der von individuellen und sich laufend ändernden Kundenanforderungen geprägt ist (WESTKÄMPER 1999A; GAUSEMEIER ET AL 2000; REINHART ET AL. 2002).

LINDEMANN ET AL. (2001) beschreiben die Initiierung von Innovationsschüben durch Technologiesprünge (*Technology Push*) und neue Marktanforderungen (*Market Pull*) in immer kürzeren Zeiträumen, die nur durch neue Vorgehensweisen der Entwicklung und Planung aufgefangen werden können. Hersteller von Produktionssystemen und produzierende Unternehmen müssen hierbei in immer engeren Zyklen auf Fortschritte von Mitbewerbern und neue Kundenanforderungen reagieren (vgl. Abbildung 1-1)



Abbildung 1-1: Reaktion auf Technologiesprünge und neue Marktanforderungen durch Produktion und Produkt (in Anlehnung an LINDEMANN ET AL. 2001)

Die bisher hauptsächlich verfolgte Strategie, derartige Veränderungen durch Flexibilität innerhalb des Unternehmens aufzufangen, weist nach REINHART (2000, S. 22) Grenzen auf. Sie kann den heutigen Anforderungen eines dynamischen und globalen Marktes somit nur noch bedingt gerecht werden.

WESTKÄMPER (1999B, S. 131) sieht bei produzierenden Unternehmen insbesondere die langfristige Investition in strukturelle Komponenten, wie Gebäude, Anlagen und Maschinen als flexibilitätsbegrenzende Faktoren der Produktion. Im Umfeld der Entwicklung und Planung gilt nach GAUSEMEIER ET AL. (2000 S. 139FF) Ähnliches für die zeit- und kapitalintensive Einführung neuer Werkzeuge und Methoden.

Unter diesen Gesichtspunkten gewinnt die Forderung von MILBERG (2000, S. 325FF) an Bedeutung, vorhandene Unternehmensressourcen und Randbedingungen der Bereiche Personal, Know-How, Werkzeuge und bestehende Anlagen nicht nur optimal zu gestalten und zu nutzen, sondern diese auch situativ um fehlende Ressourcen (Kapazitäten) und Kompetenzen (Fähigkeiten) zu erweitern. Speziell die der Produktion vorgelagerten Entwicklungs- und Planungsprozesse weisen die größten noch auszuschöpfenden Verbesserungspotenziale auf, da einer Optimierung der übrigen Bereiche bereits seit langer Zeit große Aufmerksamkeit gewidmet wurde (SCHÖTTNER 2000, S. 293FF; WUCHERER 2000, S. 249).

Zusätzlich zu den zuvor genannten Faktoren eines sich verschärfenden Kosten-, Zeit- und Qualitätswettbewerbs ist jedoch in den vergangenen Jahren auch die Komplexität der zu planenden Produkte und Produktionsanlagen deutlich angestiegen. KLOCKE (1998) nennt die ständige Weiterentwicklung bestehender Produkte und Produktionssysteme als Grundvoraussetzung, um in den dynamischen Märkten der Zukunft bestehen zu können. Hierbei wird die Nutzung neuartiger Technologien zur Realisierung bestehender oder neuer Produktfunktionen als zentraler Ansatz herausgestellt.

Insbesondere bei bisher vorwiegend mechanisch aufgebauten Produkten wird dies mittlerweile durch die Einbindung neuer Technologien aus der Elektrotechnik und Informationsverarbeitung realisiert, weshalb diese neue Produktkategorie auch als *mechatronisch* bezeichnet wird. REINHART U. BLESSING (1999) definieren diesen Begriff der *Mechatronik* als die "größtmögliche Integration von Mechanik, Elektrotechnik und Informationstechnik in einem Produkt" und beschreiben diese Produktkategorie als eine weitere Herausforderung an die Flexibilität und Wandlungsfähigkeit der Unternehmen.

Mit der stärkeren Gewichtung mechatronischer Produkte ist die Integration der beiden Bereiche Elektrotechnik und Informationsverarbeitung in die klassischen Prozesse der Entwicklung und Planung verbunden. Dies erhöht die Gesamtkomplexität und -turbulenz, da beide Bereiche einem – verglichen mit der reinen Mechanik – noch stärkeren Wandel unterliegen. Speziell die jüngste Entwicklung des Internet und der Mikroelektronik hat hier neue Potenziale eröffnet, die derzeit noch nicht ansatzweise erschlossen sind (SCHERNIKAU 2001; REINHART U. BLESSING 1999; KRÖHER 2001).

Produzierenden Unternehmen muss folglich die Fähigkeit gegeben werden, auf zeitlich begrenzte Marktpotenziale für komplexe Produkte reaktionsschnell und unter Einbeziehung externer Ressourcen und Kompetenzen reagieren zu können. Um die dafür geeigneten flexiblen Entwicklungs- und Planungsprozesse zu erhalten, sind eine Reihe tiefgreifender Veränderungen in deren Gestaltung erforderlich.

1.2 Aufbau der Arbeit und Vorgehensweise

Ausgehend von dem genannten Ziel, findet im Verlauf der Arbeit zunächst in Kapitel 2 eine detailliertere Analyse der zuvor beschriebenen Situation aus Sicht der betroffenen Unternehmen und der sich daraus ergebenden Anforderungen statt. An diese schließt sich in Kapitel 3 eine Betrachtung der derzeitigen Möglichkeiten des Standes der Forschung und Technik zur Bewältigung dieser Aufgabe an.

Aus den aufgezeigten Defiziten werden in Kapitel 4 der Handlungsbedarf, die Zielsetzung und die Aufgabenstellung der Arbeit abgeleitet.

Das Kapitel 5 erläutert das Konzept und die Methode einer Gestaltung flexibler und reaktionsfähiger Entwicklungsprozesse durch kurzfristig eingebundene externe Kompetenzen. Dabei wird einerseits auf die Planung und Gestaltung kooperativer Entwicklungsprozesse eingegangen, andererseits aber auch auf die Suche, Auswahl und Einbindung dafür geeigneter Kooperationspartner.

Kapitel 6 beinhaltet die praktische Umsetzung der erarbeiteten Methoden und Vorgehensweisen am Beispiel einer hierfür geschaffenen Plattform zur Anbahnung und Abwicklung kurzfristiger Entwicklungs- und Planungskoperationen. Diese werden anhand ausgewählter Projektbeispiele innerhalb der Kooperationsplattform exemplarisch erläutert.

Kapitel 7 bietet schließlich eine Abschätzung des konkreten Nutzens der entwickelten Methoden und Werkzeuge durch eine Gegenüberstellung der jeweiligen qualitativen und quantitativen Aufwendungen bzw. Erträge, die den Nutzern entstehen. Den Abschluss der Arbeit bildet Kapitel 8 mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick auf weiterführende Forschungsgebiete.

Die nachfolgende Abbildung 1-2 erläutert in grafischer Form die Struktur der Arbeit und den inhaltlichen Zusammenhang zwischen den einzelnen Kapiteln.

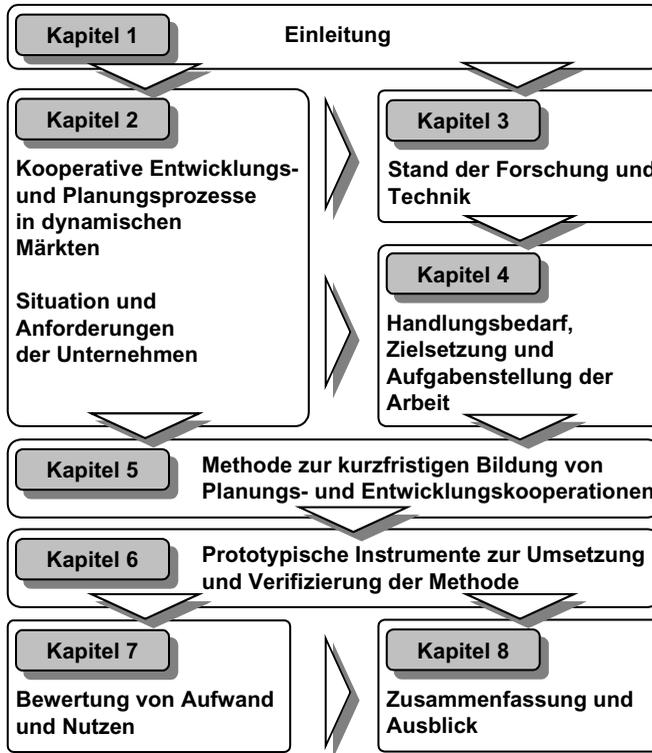


Abbildung 1-2: Zielsetzung und Gliederung der vorliegenden Arbeit

2 Ausgangssituation und Problemstellung

Um Strategien zur Bewältigung der Veränderungen im Umfeld produzierender Unternehmen ableiten zu können, ist eine genauere Betrachtung der hier vorzufindenden marktlichen, organisatorischen und technologischen Rahmenbedingungen erforderlich. Der folgende Abschnitt fasst diese Faktoren jeweils aus Sicht der Forschung und der betroffenen Unternehmen zusammen.

2.1 Veränderte Märkte für produzierende Unternehmen

Wie eingangs erläutert, wird die Situation der Unternehmen zu einem Großteil durch Veränderungen des Marktes und der verfügbaren Technologien bestimmt. Für die bisherige Entwicklung dieses Marktumfeldes produzierender Unternehmen lassen sich nach PICOT ET AL. (1996) eine Reihe von Faktoren festhalten, durch die es in seiner heutigen Form wesentlich geprägt wurde:

- Durch die Entstehung neuer Handelsräume (EWR, NAFTA etc.) fand eine zunehmende Internationalisierung der Markt- und Wettbewerbsbeziehungen statt.
- Neue Industrieländer, speziell aus dem asiatischen und osteuropäischen Wirtschaftsraum, sind in vorhandene Märkte eingetreten.
- Da die Kunden in der Regel nicht mehr bereit sind, organisatorisch bedingte Kooperationsprobleme, welche z.B. zu längeren Lieferzeiten führen, mit zu tragen, entstand eine zunehmende Handels- und Käufermacht.
- Der Umfang des Wissens hat in den vergangenen Jahren in allen Bereichen dramatisch zugenommen. Zugleich erhöhte sich der Grad seiner Diffusion.
- Hieraus etablierte sich bei Produkten und Prozessen eine umfangreiche Innovationsdynamik.
- Bedingt hierdurch ist die Komplexität der darauf basierenden Produkte und Dienstleistungen ebenfalls drastisch angestiegen.
- Als Resultat daraus entstand am Markt die Notwendigkeit einer technikbasierten Produktdifferenzierung gegenüber konkurrierenden Unternehmen.
- Markt- und Kundenanforderungen wurden immer schnelllebig, da sie sich im Wesentlichen am aktuellen Stand der Technik und des Wissens orientieren.

MILBERG (2000), REINHART (1999A) und WARNECKE (1999) beschreiben diese Veränderungen als Hauptgrund dafür, dass die Vorhersehbarkeit und Planbarkeit der allgemeinen Marktsituation in den vergangenen Jahrzehnten deutlich abnahm. Immer individuellere und kurzfristigere Kundenanforderungen führten zu zeitlich begrenzten Marktpotenzialen, die nur durch Wandlungsfähigkeit und Flexibilität noch genutzt werden können.

2.1.1 Szenarien künftiger Marktentwicklungen – neue Herausforderungen und neue Erfolgsfaktoren

Für das beschriebene dynamische Marktumfeld stellt HIRSCHBERG (2000) eine darauf abgestimmte Adaptionfähigkeit als geeignete Unternehmensstrategie zur Überwindung derartiger Grenzen vor. Die auf diese Weise gewonnene *Wandlungsfähigkeit* wird von REINHART ET AL. (1999) als Kombination aus der *Flexibilität* und der *Reaktionsfähigkeit* eines Unternehmens definiert. *Flexibilität* bezeichnet hierbei nach REINHART (2000, S. 22) die Fähigkeit, innerhalb bestehender oder bereits vorgeplanter Grenzen Veränderungen vornehmen zu können. Dagegen gibt die *Reaktionsfähigkeit* ein Maß für die Fähigkeit an, grundsätzlich neue Entwicklungen auch über fest vorgeplante Grenzen hinweg reflektieren zu können.

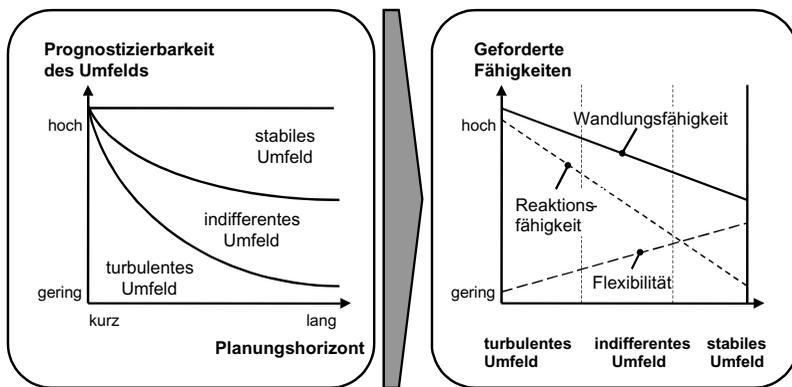


Abbildung 2-1: Erfolgsfaktor Wandlungsfähigkeit in turbulentem Umfeld (REINHART 2000, S. 39)

Anhand empirischer Untersuchungen erfolgreicher Unternehmen leitet REINHART (2000, S31FF) die Fähigkeit zur Kooperation, zu kreativem Gestalten neuer Lösungen, zu ständiger Veränderung bestehender Strukturen, zu einer transparenten Gestaltung von Wirkzusammenhängen und zum Management gemachter Erfahrungen als Schlüsselmerkmale wandlungsfähiger Unternehmen ab.

Sollen wandlungsfähige Strukturen in den Entwicklungs- und Planungsprozessen eines Unternehmens etabliert werden, so kommt speziell unter dem Aspekt der Mechatronik den zuvor genannten fünf Charakteristika wandlungsfähiger Unternehmen eine große Bedeutung zu. Die Zusammenführung der drei in sich verschieden strukturierten Bereiche Mechanik, Elektrotechnik und Informationsverarbeitung in Gesamtlösungen mit sich laufend ändernden Verteilungen auf die Einzelbereiche, stellt hierbei besondere

Anforderungen an die Schwerpunkte Kooperation, Kreativität, ständige Veränderung, Transparenz und Erfahrungsmanagement.

Um reaktionsschnell und über im Voraus geplante Szenarien hinaus auf Veränderungen im Umfeld reagieren zu können, müssen produzierende Unternehmen diese Fähigkeiten durch technische, organisatorische und personelle Veränderungen in allen Bereichen der Produkterstellung erreichen. Zu diesen Gebieten gehören neben dem Marketing, einer langfristigen Kundenbetreuung bei der Produktnutzung und der eigentlichen Produktion insbesondere auch die Entwicklung und Planung konkurrenzfähiger Produkte bzw. deren Produktionsmittel (REINHART ET AL 1999A, S. 31FF).

Eine alleinige Einstellung auf das derzeitige Umfeld stellt jedoch noch keine ausreichende Grundlage für eine wandlungsfähige Anpassung an ein dynamisches Umfeld dar. Vielmehr gilt es auch, bereits in der aktuellen Planung von Produkten und Produktionsprozessen die Entwicklung neuer bzw. die Verlagerung bekannter Erfolgsfaktoren am Markt zu berücksichtigen.

Für die Hersteller von Produktionssystemen stellen GAUSEMEIER ET AL. (2000, S. 139FF) für das Jahr 2010 eine Reihe möglicher Umfeldszenarien dar. Die hierin herausgestellten Tendenzen weisen als gemeinsame Kernaspekte noch komplexer werdende Produkte, kürzere Innovationszyklen, häufig wechselnde Kundenanforderungen und einen sich verschärfenden globalen Wettbewerb auf. Hieraus werden als erforderliche Kernstrategien, das Eingehen von Kooperationen und eine Konzentration der Unternehmen auf eigene Kernkompetenzen abgeleitet.

Diese wachsende Komplexität kundenindividueller Produkte, verbunden mit geringeren Lebenszyklen macht auch nach UHLMANN (2001) eine Konzentration der Unternehmen auf ihre angestammten Kernkompetenzen erforderlich. BULLINGER ET AL. (1999) stellen zusätzlich hierzu die Bildung von Kooperationen und das Outsourcen ganzer Teilbereiche als mögliche Anpassungsstrategien der Unternehmen heraus (vgl. Abbildung 2-2). Hierdurch können die vorhandenen Unternehmensressourcen besser konzentriert und dadurch gezielter und flexibler eingesetzt werden.

Zugleich erweitern nach BULLINGER (1999) viele Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau, die bisher einen eher geringen Dienstleistungsanteil aufwiesen, ihr Angebot zunehmend um neue Dienstleistungen. Insbesondere erkennen Unternehmen die Möglichkeit, mit Hilfe innovativer Dienstleistungen die eigene Wettbewerbsposition nicht nur zu sichern und auszubauen, sondern auch gänzlich neue Geschäftsfelder zu erschließen.

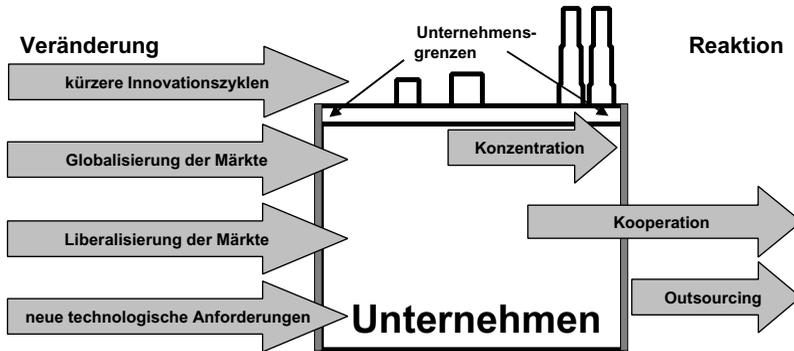


Abbildung 2-2: Strategien der Unternehmen zum erfolgreichen Agieren in dynamischen Märkten (in Anlehnung an BULLINGER ET AL. 1999)

Vor dem Hintergrund derartiger Anforderungen ist insbesondere auch das von UHLMANN (2001) beschriebene Spannungsfeld kleinerer und mittlerer Unternehmen zu berücksichtigen. Dieses ist bereits heute durch eine hohe Spezialisierung, eine stark regionale Ausrichtung, geringe Investitionskraft und eine starke operative Inanspruchnahme gekennzeichnet.

Nach KEMMNER U. GILLESSEN (1999) bedingen diese Strategien und Vorgehensweisen für Unternehmen jedoch zugleich auch eine Globalisierung ihrer Aktivitäten, da das Potenzial vorhandener regionaler Märkte alleine keine vollständige Konzentration auf die jeweiligen Kernkompetenzen mehr rechtfertigen kann. SCHÖTTNER (2000) sieht darüber hinaus speziell die globale Verteilung von Entwicklungs- und Planungsprozessen als bedeutend an, da durch das Einbeziehen von Planungspartnern in der Nähe internationaler Kunden merkliche Vorteile bei der Präsenz in lokalen Märkten geschaffen werden.

Eine effiziente Basis der von MILBERG (2000, S. 325FF) geforderten situativen Erweiterung fehlender Ressourcen und Kompetenzen stellt nach RUDORFER (2001) und BULLINGER ET AL. (1999, S. 83) die kundenorientierte, zeitgerechte und kostengünstige Bildung unternehmensübergreifender Kooperationen dar. Eine weitere Grundlage bilden dafür entsprechend flexibel gestaltete unternehmensinterne Prozesse (MURR 1999, GRUNWALD 2001).

Die generelle Bereitschaft, derartige Kooperationen zu bilden, erlaubt es Unternehmen, sich auf ihre Kernkompetenzen zu konzentrieren und hierdurch konkurrenzfähiger zu werden (REINHART U. GRUNWALD 1999). Hierfür ist jedoch die projektbezogene Auswahl geeigneter Partner eine Voraussetzung. Deren Kompetenzen sollten sich mit den eigenen Fähigkeiten zu einem kundengerechten Leistungsprofil ergänzen (GOLDMAN ET AL. 1994). Diese Kooperationen können dann nach MEHLER (1996, S. 117) als ein wesentliches Element zur Erweiterung der Fähigkeiten eines Unternehmens angesehen

werden, da hierdurch auf externe Ressourcen und Kompetenzen zugegriffen werden kann. SCHUH ET AL. (1998A) und REINHART (2000, S. 31) bezeichnen diese Fähigkeit zum Aufbau und zur Nutzung derartiger Kooperationen als *Kooperationskompetenz*, die ein wesentliches Merkmal wandlungsfähiger Unternehmen ist.

Hieraus lässt sich die besondere Bedeutung kurzfristig anpassbarer unternehmensübergreifender, kooperativer Prozesse der Entwicklung und Planung für die künftige Wandlungsfähigkeit von Unternehmen ableiten. Derzeit ist bei den Unternehmen jedoch lediglich eine Konzentration auf die unmittelbaren Kernkompetenzen und die diesen zugeordneten Kernprozesse, nicht aber auf den Aufbau der ebenfalls erforderlichen Kooperationskompetenz zu beobachten (KEMMNER U. GILLESSEN 1999, S. 26ff; KREIKEBAUM 1997; SCHUH 1998, S. 89; TANNER ET AL. 1998).

KREIKEBAUM (1997) beschreibt den Prozess der *strategischen Unternehmensplanung* als die Basis langfristiger Unternehmensziele. Dementsprechend können alle übrigen Ziele, welche nicht der Verfolgung längerfristiger Interessen dienen, als rein *operativ* angesehen werden. Sie laufen innerhalb eines durch die strategische Unternehmensplanung vorgegebenen Rahmens ab (vgl. Abbildung 2-3).



Abbildung 2-3: *Kombination eine Konzentration auf Kernkompetenzen mit der Einbeziehung externer Kompetenzen als Ergebnis einer strategischen Unternehmensplanung (in Anlehnung an KREIKEBAUM 1997 und SCHERNIKAU 2001)*

Abbildung 2-3 erläutert, wie eine solche strategische Unternehmensplanung gezielt für die Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen zur kurzfristigen Ergänzung eigener

Kernkompetenzen durch externe Ressourcen eingesetzt werden kann. Hierdurch können Unternehmen die langfristige Basis für wandlungsfähige Prozesse der Entwicklung und Planung schaffen. Auf dieser bauen dann kurzfristige Maßnahmen für die jeweilige Reaktion auf dynamische Marktveränderungen auf.

Vergleicht man die so entstehenden wandlungsfähigen Entwicklungs- und Planungsprozesse, in denen eigene Kompetenzen laufend durch extern bezogene ergänzt werden, mit einer starren und auf unternehmensinterne Kompetenzen beschränkten Wertschöpfungskette, so machen sich gravierende Unterschiede nicht direkt, sondern erst nach mehreren Entwicklungsstufen bemerkbar (vgl. Abbildung 2-4). Dies ist insbesondere dadurch zu begründen, dass auch starr aufgebaute Prozessketten eine gewisse Flexibilität innerhalb ihrer Elemente aufweisen. Hierdurch können sie in bestimmten Grenzen noch an neue Gegebenheiten angepasst werden (MURR 1999).

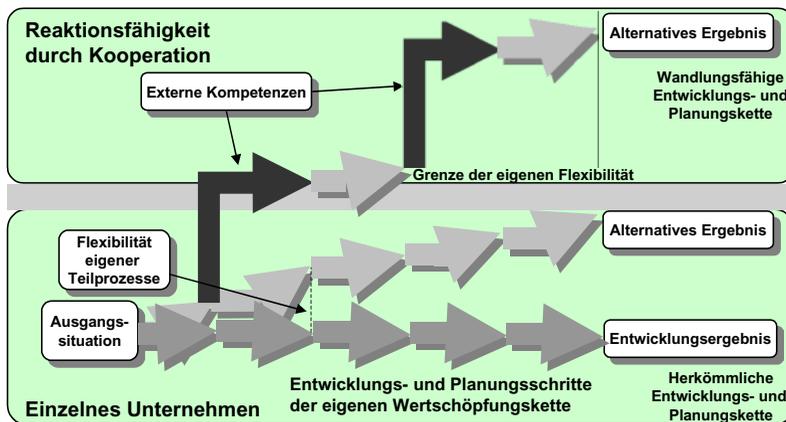


Abbildung 2-4: Vergleich wandlungsfähiger und herkömmlicher Entwicklungs- und Planungsketten

2.1.2 Konsequenzen für die bisherigen Entwicklungs- und Planungsprozesse

Auf Grund der im vorangegangenen Abschnitt dargestellten Situation wird es für produzierende Unternehmen künftig erforderlich sein, zur Entwicklung und Planung kundenindividueller Produkte kurzfristig über bestimmte Kompetenzen zu verfügen. Obgleich diese im eigenen Haus nicht vorhanden sind, kann eine Investition in diese Technologien wirtschaftlich nicht sinnvoll sein. Externe Kompetenzen können daher in Zukunft nicht mehr alleine auf Basis langfristiger Kooperationen bezogen werden, sondern

müssen kurzfristig gefunden und in die eigenen Prozesse integriert werden (REINHART U. V. DER HAGEN 2001A).

Bisherige Entwicklungs- und Planungsprozesse sind hierzu allerdings nur begrenzt in der Lage, da sie weder auf kurzfristige Veränderungen, noch auf die Integration extern bezogener Kompetenzen hin ausgelegt sind (GRUNWALD 2001). SCHÖTTNER (2000) fasst diese charakteristische Situation wie folgt zusammen:

"Immer wieder gehen Aufträge verloren, weil interne Verfahren und Abläufe zu schwerfällig gestaltet und zu unbeweglich implementiert sind. Die Reaktionszeit auf spezifische Kundenwünsche ist zu lang. Die Kosten für deren Realisierung sind zu hoch. Der Mitbewerber macht das Rennen."

Die mangelhafte und zeitintensive Einbindung externer Planungskompetenzen kann somit langfristig zur Bedrohung all jener Unternehmen werden, die dies in ihren Prozessen nicht durch entsprechende organisatorische Maßnahmen vorgesehen haben. Ein durch eine solche Einbindung agiler planender Konkurrent kann so auch ohne direkten technologischen Vorsprung schneller auf Neuentwicklungen und Veränderungen am Markt reagieren. Erreicht er zusätzlich zu den reinen Zeit- und Kostenvorteilen durch die Kooperation noch einen technologischen Innovationsvorsprung, so kann die Marktposition seiner Mitbewerber nachhaltig beeinträchtigt werden (SCHERNIKAU 2001, S. 43FF).

Kurzfristige Entwicklungs- und Planungs Kooperationen stellen daher künftig ein weiteres wichtiges Element wandlungsfähiger Unternehmensstrategien im Umfeld eines dynamischen Marktes dar. Bei der externen Vergabe von Entwicklungs- und Planungsaufgaben kommt dem Ziel der Kurzfristigkeit auch unter dem Aspekt eines möglichst frühzeitigen *Return-on-Investment* (ROI) der zur Kooperationsbildung erbrachten Aufwendungen Bedeutung zu. Je kürzer eine so gestaltete Vorlaufphase ausfällt, desto früher kann der angestrebte ROI erreicht werden (SCHÖTTNER 2000, S. 2).

Großunternehmen begegnen dieser Problematik oft durch Rahmenverträge mit überregionalen, personalstarken Entwicklungs- und Planungsdienstleistern. Innerhalb dieser laufenden Verträge können binnen weniger Tage Kompetenzen und Ressourcen abgerufen und in eigene Prozesse integriert werden (vgl. z.B. FISCHER 2000; KASCHMIEDER 2000). Für die Mehrheit derjenigen Unternehmen, die in dynamischen Märkten operieren, stellt dies jedoch auf Grund der hohen Investitionskosten und der geringen Auftragsvolumina keine Alternative dar. In diesem Bereich besteht somit Bedarf, auch bei kleineren und mittleren Unternehmen die Wandlungsfähigkeit im Umfeld der Entwicklung und Planung zu erhöhen.

2.2 Anforderungen aus Sicht der Unternehmen

Um einen Eindruck von der konkreten Sicht dieser, an kooperativen Entwicklungs- und Planungsprozessen beteiligten Unternehmen auf die beschriebene Situation zu erhalten, wurden eine Reihe produzierender Unternehmen (als Nachfrager von Kompetenzen und Ressourcen) und Entwicklungs- und Planungsdienstleister (als Anbieter von Kompetenzen und Ressourcen) exemplarisch hierzu befragt.

Durch diese Untersuchung konnte eine Informationsgrundlage über die prinzipiellen Vorgehensweisen der Unternehmen bei der Bildung von Entwicklungs- und Planungs Kooperationen geschaffen werden. Diese schließt auch rechtliche Maßnahmen der Absicherung sowie die dabei zum Einsatz kommende Methoden und Werkzeuge unternehmensübergreifender Kommunikation ein. Diese Angaben der von dynamischen Märkten und Wandel betroffenen Unternehmen hinsichtlich der Nutzung kurzfristig gebildeter Entwicklungs- und Planungs Kooperationen ermöglichen es, die konkreten Potenziale und Risiken dieser Form der Zusammenarbeit besser einzuschätzen.

2.2.1 Nachfrager von Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen

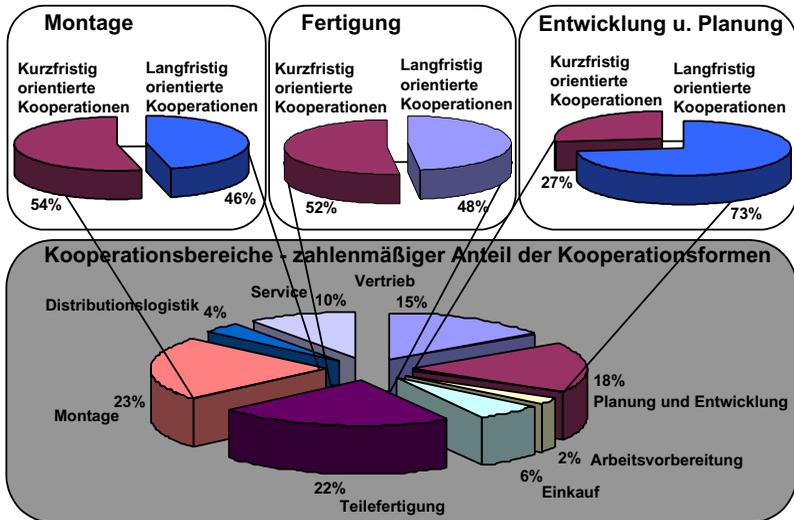
Das Potenzial kurzfristig gebildeter Entwicklungs- und Planungs Kooperationen leitet sich aus der Nutzung zeitlich befristeter Marktpotenziale, bzw. aus fehlenden Kompetenzen und Kapazitäten ab (vgl. WILDEMANN 2000; PICOT ET AL. 1996; SCHLIFFENBACHER 2000; RUDORFER 2001). Diese durch den Markt gebildete Nachfrage wird durch produzierende Unternehmen in Form einer Externvergabe an Entwicklungs- und Planungsdienstleister weiter gegeben. Deshalb können die Nachfrager derartiger Leistungen als der treibende Faktor hinter der kurzfristigen Bildung von Entwicklungs- und Planungs Kooperationen angesehen werden.

Im Rahmen der “Vordringlichen Aktion“ (VA) *Kooperatives Produktengineering* wurde eine Befragung unter 76 kleinen und mittleren produzierenden Unternehmen durchgeführt (GAUSEMEIER ET AL. 2000, S. 105ff). Das Datenmaterial dieser Befragung lässt jedoch über den durch GAUSEMEIER ET AL. behandelten Aspekt der kooperativen Entwicklung und Planung hinaus auch Aussagen über den Bereich kurzfristiger Kooperationen zu, die im Folgenden zusammengefasst werden sollen.

Bereits heute liegen etwa ein Fünftel aller von den befragten Unternehmen eingegangenen Kooperationen im Entwicklungs- und Planungsbereich. Somit kommt diesem Bereich - an dritter Stelle nach den Produktionsbereichen Teilefertigung und Montage, aber noch vor dem Vertrieb - eine große Bedeutung zu (vgl. Abbildung 2-5).

Von diesen Entwicklungs- und Planungs Kooperationen werden derzeit noch 73% unter *strategischen* Aspekten und mit einem längeren zeitlichen Vorlauf gebildet. Der Anteil rein kurzfristig und unterhalb dieser Zeit gebildeter Entwicklungs- und Planungs Kooperationen zur Erfüllung unmittelbarer *operativer* Ziele beträgt dagegen lediglich 27%. Vergleicht man dies mit dem Feld der Kooperationen aus dem Bereich Montage

und Fertigung, so zeigt sich, dass hier mit 54% bzw. 52% aller Kooperationen häufiger kurzfristig kooperiert wird. Dies ist nach GAUSEMEIER ET AL. (2000) auf die geringeren Risiken und eine bessere Planbarkeit zurück zu führen. Es zeigt sich, dass der Entwicklungs- und Planungsbereich unter dem Aspekt einer erforderlichen Wandlungsfähigkeit noch deutliche Defizite aufweist.



Zahl der befragten Unternehmen = 76

Abbildung 2-5: Bereiche und Dauer der Einbindung externer Kompetenzen und Ressourcen in produzierenden Unternehmen (Basierend auf GAUSEMEIER ET AL. 2000)

Für die durchschnittlichen Umfänge und Kosten von Entwicklungs- und Produktionsprozessen einer Werkzeugmaschine (vgl. hierzu auch Abbildung 3-6) bedeutet dies, dass beispielsweise bei einem Entwicklungsumfang von 10 Mio. € ein Volumen von 2 Mio. € im Rahmen kurzfristiger Kooperationen extern vergeben wird. Geht man von der von LOTTER (1992) genannten Faustformel einer Kostenfestlegung in der Entwicklung und Planung von 75% bei einer Verursachung von 12% aller Herstellkosten aus¹, so sind externe Dienstleister bei der Entwicklung einer Werkzeugmaschine bereits heute durchschnittlich für Produktgesamtkosten in Höhe von ca. 12,5 Mio. € verantwortlich.

Die Gründe für das Eingehen einer Kooperation, sind derzeit eine Konzentration auf eigene Kernkompetenzen, der Ausgleich kurzfristiger Kapazitätsengpässe und fehlende Kompetenzen bzw. Ressourcen. Der bereits in Abschnitt 2.1.2 beschriebene Abschluss

¹ Vgl. hierzu auch Abbildung 3-7 und Kapitel 3.2.2.1

von Rahmenverträgen mit kurzfristigen Lieferabrufen für Entwicklungs- und Planungsleistungen wurde durch die befragten kleinen und mittleren Unternehmen nicht genutzt (vgl. Abbildung 2-6).

Die derzeit führende Position von Fertigungs- und Montagekooperationen im produzierenden Sektor ist unmittelbar aus der Sicht der befragten Unternehmen auf Chancen und Risiken der Externvergabe bestimmter Bereiche erklärbar. Eine Externvergabe der Produktion bietet momentan, wie in der folgenden Abbildung 2-6 gezeigt, das beste Verhältnis aus Chancen und Risiken, da hier bei hoher Kostenverursachung kaum noch Kosten festgelegt werden (vgl. LOTTER 1992).

Kooperationen im Konstruktions- und Entwicklungssektor stellen dagegen – neben Service und Vertrieb - ein weit höheres Risiko für die befragten Unternehmen dar. Sie bergen jedoch auch im Hinblick auf die Anforderungen eines künftigen Marktumfeldes die höchsten Potenziale aller Kooperationsfelder in sich.

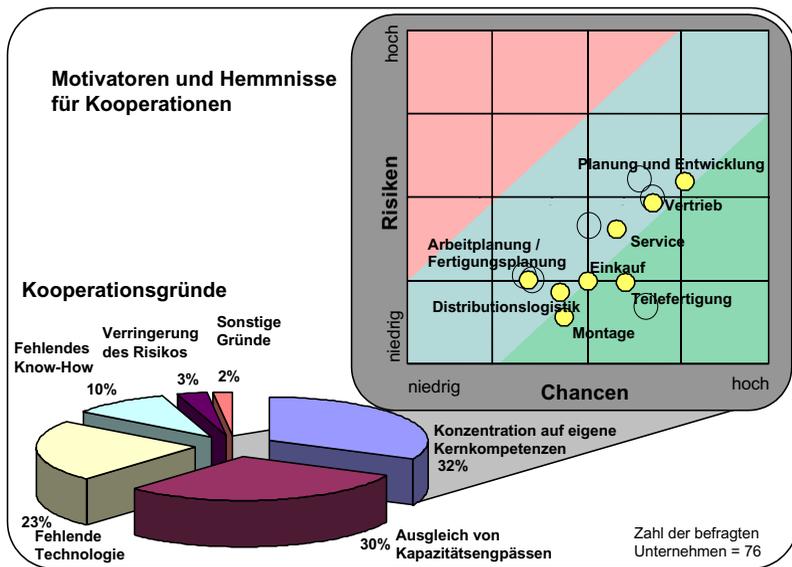


Abbildung 2-6: Gründe, Chancen und Risiken unternehmensübergreifender Kooperationen aus Sicht produzierender Unternehmen (in Anlehnung an GAUSEMEIER 2000, S. 120)

GAUSEMEIER ET AL. (2000, S. 29FF) weisen nach, dass speziell für diese Bereiche einer kurzfristigen Kooperationsbildung im Entwicklungs- und Planungsbereich derzeit geeignete Gestaltungs- und Planungswerkzeuge zur risikomindernden Planung und Beherrschung dieser Kooperationsprozesse fehlen. Die durch GAUSEMEIER ET AL. (2000) durchgeführte Untersuchung produzierender Unternehmen soll im folgenden

Abschnitt um die Sichtweise der Anbieter von Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen auf den Bereich der kurzfristigen Kooperationsbildung erweitert werden.

2.2.2 Anbieter von Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen

Analog zu den befragten produzierenden Unternehmen wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit 15 Entwicklungs- und Planungsdienstleister hinsichtlich ihrer Erfahrungen und Anforderungen an kurzfristig gebildete Kooperationen befragt.

Kooperationen im Entwicklungs- und Planungsbereich werden oftmals auch zwischen Anbietern von Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen gebildet, um gemeinsam einen Kundenauftrag erfüllen zu können. Dabei tritt in der Regel nur einer der beiden Kooperationspartner gegenüber dem Kunden als Ansprechpartner auf. Aus dieser Situation heraus können diese Unternehmen sowohl als Anbieter als auch als Nachfrager von Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen gesehen werden.

Nach Aussage der befragten Unternehmen lassen sich diese "klassischen" Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen in der Regel in die Bereiche *Aufgabenklärung*, *Entwerfen*, *Bewerten* und *Umsetzen* unterteilen. Typische Inhalte solcher Kooperationen sind einerseits reine Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen, wie Konstruktion, Berechnung oder Simulation, andererseits jedoch auch unterstützende Tätigkeiten. Hierzu können beispielsweise Datenkonvertierungen oder Personalleasing gehören.

Unter dem Aspekt der Kooperationsbildung wurden Aufträge vorwiegend zum Ausgleich von Kapazitätsengpässen und auf Grund einer Konzentration auf Kernkompetenzen und Know-How-Mangels erteilt. Im Gegensatz zu den Nachfragern von Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen sahen dabei jedoch 70% der befragten Dienstleister nur geringe Risiken einer kurzfristigen Bildung von Entwicklungs- und Planungs-kooperationen. 30% führten partielle Risiken, wie beispielsweise eine ungewollte Unterstützung eines Konkurrenten bzw. eines Know-how-Abflusses zum Kunden an. 85% der befragten Dienstleister hatten bereits positive Erfahrungen mit kurzfristig gebildeten Kooperationen. Mehr als zwei Drittel dieser Kooperationen werden derzeit im Rahmen der Kooperationsformen² *Auftragsvergabe*, *Joint-Venture* und in *Unternehmensnetzwerken* geschlossen. Das im vorangehenden Abschnitt beschriebene Abrufen bereits lange vorab durch Rahmenverträge vereinbarter Dienstleistungen wird hierbei nicht als kurzfristige Kooperationsbildung gesehen.

Die Dauer der Kooperationsbildung lag mehrheitlich bei ein bis vier Wochen – in der Regel für komplexere Aufgabenstellungen. 38% der Kooperationen wurden – vorwiegend für einfache, klar abgegrenzte Aufgabenstellungen - zwischen drei und sieben Arbeitstagen gebildet. Unterhalb von drei Tagen kam keine Kooperationsbildung zu Stande (vgl. Abbildung 2-7). Der Mittelwert für die Dauer der Kooperationsbildung lag

² Vgl. zu diesen Begriffen auch Kapitel 3.3.1

bei 12 Arbeitstagen. Alle befragten Unternehmen sahen eine Verkürzung der Vorlaufzeit einer Kooperation als vorteilhaft an, wenn hierdurch keine Nachteile für die eigentliche Projektabwicklung zu erwarten sind.

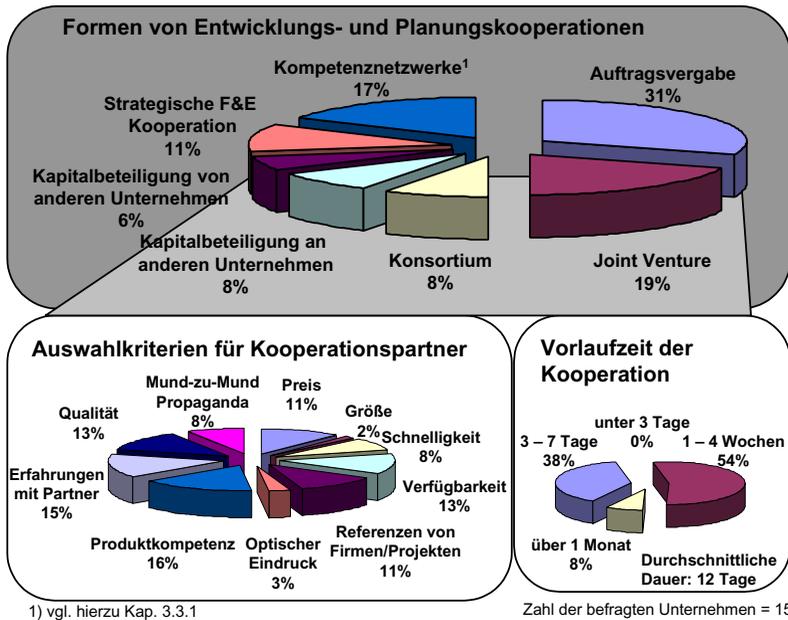


Abbildung 2-7: Formen, Auswahlkriterien und Vorlaufzeiten für Entwicklungs- und Planungs Kooperationen (Quelle: Befragung von 15 Dienstleistern)

Für die betrachteten Dienstleister sind – wie in Abbildung 2-7 dargestellt - bei der Auswahl von Kooperationspartnern bereits vorhandene Erfahrungen mit dem Anbieter und dessen Produktkompetenz, also die Fähigkeit zur Leistungserbringung primäre Bewertungskriterien. Somit haben für Anbieter von Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen Referenzen gegenüber dem Kooperationspartner große Bedeutung. Über sie wird ein Vertrauensverhältnis aufgebaut und eine prinzipielle Einschätzung über die Fähigkeiten und Qualifikationen des Partners möglich.

Ebenso wichtig wurden für die bisherigen Formen der Kooperationsbildung persönlicher Kontakt bzw. persönliche Bekanntschaft der einzelnen Partner, Kunden und Auftraggeber angesehen (vgl. Abbildung 2-7). Aus diesen Gründen werden bislang in der Regel an unbekannte Partner vorwiegend kleinere Entwicklungsaufträge vergeben, bis ein ausreichendes Vertrauensverhältnis gegeben ist. Für größere Projekte arbeiten Nachfrager von Entwicklungs- und Planungskompetenzen bevorzugt mit bereits bewährten

Partnern zusammen, wollen aber nicht von diesem abhängig werden und vergeben daher auch gelegentliche Alternativaufträge an neue Kooperationspartner.

Speziell unter dem Aspekt einer schnellen Reaktion auf dynamische Marktveränderungen ist die Zusammenarbeit mit bewährten Kooperationspartnern nicht immer möglich. Diese können gegebenenfalls kurzfristig keine Kapazitäten anbieten, oder es müssen grundsätzlich andere Kompetenzen integriert werden. Bei der Auswahl bisher unbekannter Kooperationspartner für kurzfristig gebildete Entwicklungs- und Planungs-kooperationen kommt somit vor allem der Darstellung der jeweiligen Kompetenzen eine große Bedeutung zu.

Für kurzfristig zu bildende Kooperationen liegen oft keine ausreichenden Erfahrungen mit einem möglichen Kooperationspartner vor. Daher werden von den befragten Unternehmen hier primär die Flexibilität des Kooperationspartners bezüglich der Anpassung an die jeweilige Aufgabenstellung, die klare Beschreibung der zu erbringenden Erfüllungsbestandteile der Entwicklungs- und Planungsaufgabe und eine exakte Festlegung aller organisatorisch-technologischen Schnittstellen der Auftragsabwicklung als Hauptkriterien einer erfolgreichen Kooperation angesehen (vgl. Abbildung 2-8).



Zahl der befragten Unternehmen = 15

Abbildung 2-8: Kriterien für erfolgreiche Entwicklungs- und Planungsoperationen (Quelle: Befragung von 15 Dienstleistern)

Eine geringere Bedeutung wurde hierbei beispielsweise einer detaillierten Vorgabe des Ablaufs und flachen Hierarchien des Kooperationspartners beigemessen, da der Einfluss dieser Faktoren sich nicht über die Unternehmensgrenzen eines Kooperationspartners hinaus bemerkbar macht. Bei der Frage der rechtlichen Absicherung im Rahmen kurzfristig gebildeter Kooperationen bestehen bei den Anbietern von Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen nur geringe Bedenken. Hierfür werden mit herkömmlichen

Formen der Kooperation identische Rahmenverträge, Geheimhaltungsvereinbarungen und juristische Rahmenbedingungen gelten bzw. genutzt. In allen befragten Unternehmen waren hierfür bereits die erforderlichen Voraussetzungen vorhanden.

Für die Anbieter von Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen lässt sich aus der dargestellten Befragung ableiten, dass diese kurzfristig gebildeten Kooperationen ebenfalls eine hohe Bedeutung beimessen. Sofern diese die beschriebenen Voraussetzungen erfüllen, werden ihre Risiken als beherrschbar angesehen. Bei der Anbahnung und Abwicklung kurzfristiger Entwicklungs- und Planungs Kooperationen ist hierbei noch anzumerken, dass die befragten Unternehmen derzeit vorwiegend auf bereits gesammelte Erfahrungen zurückgreifen. Sie verfügen jedoch nicht über die durch GAUSEMEIER ET AL. (2000) als bedeutend angesehenen methodischen Herangehensweisen bzw. geeignete Werkzeuge zur Lösung neuartiger Kooperationsaufgaben.

2.3 Zusammenfassung der resultierenden Anforderungen

Aus der in Kapitel 2.1 erläuterten Ausgangssituation und der in Kapitel 2.2 dargestellten Sichtweise der betroffenen Unternehmen resultieren Anforderungen an kurzfristig zu bildende Entwicklungs- und Planungs Kooperationen. Sie können wie folgt zusammengefasst werden:

- Für einen raschen Ausgleich fehlender Ressourcen und Kompetenzen durch Einbindung externer Kooperationspartner sind wandlungsfähige Entwicklungs- und Planungsprozesse erforderlich. Dies setzt eine hohe Flexibilität beider Partner bei der Kooperationsbildung und –abwicklung voraus.
- Kurzfristig gebildete Kooperationen müssen künftig nicht nur in der Produktion und Montage, sondern auch im Bereich Entwicklung und Planung erfolgen.
- Für eine Nutzung der Potenziale kurzfristig gebildeter Entwicklungs- und Planungs Kooperationen ist eine Reduzierung der Risiken notwendig. Dies kann durch eine präzise Abstimmung der Aufgabenstellung des Nachfragers mit den Kompetenzen des Anbieters und eine Festlegung aller organisatorischen und technologischen Schnittstellen zwischen den Kooperationspartnern erfolgen.
- Bei kurzfristig gebildeten Entwicklungs- und Planungs Kooperationen ist besonders die Vorlaufzeit bis zum Kooperationsbeginn zu verkürzen.
- Es fehlen derzeit methodische Vorgehensweisen und geeignete Werkzeuge zur Bildung kurzfristiger Entwicklungs- und Planungs Kooperationen.

Das folgende Kapitel stellt – basierend auf diesen Anforderungen – den derzeitigen Stand der Forschung und Technik in den für kurzfristige Entwicklungs- und Planungs Kooperation relevanten Bereichen dar. Hierbei soll insbesondere dargestellt werden, in wie weit die beschriebenen Anforderungen bereits durch existierende Lösungen abgedeckt werden können und wo noch Defizite bestehen.

3 Stand der Forschung und Technik

In diesem Kapitel werden neben einer vorangehenden **Definition relevanter Begriffe** und einer **Festlegung des Betrachtungsumfangs** zunächst die allgemeinen Zusammenhänge und Abläufe von **Entwicklungs- und Planungsprozessen** erläutert. Darauf aufbauend werden diejenigen Methoden und Werkzeuge zur Gestaltung und Abwicklung derartiger Prozesse behandelt, auf denen diese Arbeit aufbaut.

Sollen fehlende Ressourcen, Kapazitäten und Kompetenzen der Entwicklung und Planung durch extern bezogene Elemente ergänzt werden, so kann dies im Rahmen verschiedener Arten der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit erfolgen. Diese werden in diesem Kapitel unter dem Oberbegriff der **Kooperation** gemeinsam betrachtet. Aus Sicht der Erbringung derartiger kooperativer Entwicklungs- und Planungstätigkeiten ist auch eine eingehende Beleuchtung des Themenbereichs der **Dienstleistungen** erforderlich. Neben diesen allgemeinen Grundlagen werden abschließend die speziellen Potenziale und Defizite derzeitiger Entwicklungs- und Planungsoperationen aufgezeigt und daraus der Handlungsbedarf dieser Arbeit hergeleitet. Den Abschluss des Kapitels bildet eine Betrachtung des **Qualitätsbegriffs** für kooperative Entwicklungs- und Planungsprozesse.

3.1 Begriffserklärung und Betrachtungsumfang

3.1.1 Definitionen relevanter Begriffe

Als **Methode** wird nach BROCKHAUS (2000) ein auf Regeln basierendes Verfahren bezeichnet, welches nach Gegenstand und Ziel planmäßig und folgerichtig ist. Das Wort selbst stammt von "méthodos" (griechisch für "Weg zu etwas hin") ab.

Der Begriff **Prozess** leitet sich aus "procedere" (lateinisch für "vorwärts Schreiten") ab und wird nach DIN 19222 als "Gesamtheit von aufeinander einwirkenden Vorgängen in einem System" definiert, durch die "Materie, Energie oder Information umgeformt, transportiert oder gespeichert wird". GAITANIDES ET AL. (1994, S. 166) beschreiben in diesem Zusammenhang alle betrieblichen Abläufe, die zu einer Leistungserstellung und -vermarktung eines Produkts oder einer Dienstleistung vollzogen werden, als **Geschäftsprozesse**.

Organisation bezeichnet den Prozess zur Entwicklung der erforderlichen Ordnung aller betrieblichen Tätigkeiten. Er umfasst jedoch mit der Gesamtheit aller formalen Regelungen der Arbeitsteilung und der Koordination auch das Ergebnis dieses Prozesses (KIESER U. KUBICEK 1983).

Nach BROCKHAUS (2000) kann unter einem **Modul** sowohl eine Bauteilgruppe verstanden werden, die eine funktionale Einheit bildet und als solche komplett austauschbar ist, als auch mehrere Einzelkomponenten, die in einem System eine funktionale Einheit bilden.

Nach WIENDAHL (1997) werden die Begriffe **Entwicklung** und **Konstruktion** häufig als Synonyme gebraucht, obgleich erst die Erweiterung der Konstruktion um die Bereiche Versuchswesen, Musterbau, Berechnung und um die Stabsfunktionen Normung, Zeichnungswesen, Patentwesen und Vorentwicklung daraus eine Entwicklung machen. Diese Entwicklungstätigkeit lässt sich nach PAHL U. BEITZ (1997) auch als “Tätigkeit, bei der ausgehend von der Aufgabenstellung bzw. Produktdefinition die geometrisch stofflichen Merkmale eines technischen Produkts mit allen seinen lebenslaufbezogenen Eigenschaften festgelegt werden“ sehen.

Ein **Produkt** ist nach BACKHAUS (1995) das grundsätzliche Ergebnis und Ziel unternehmerischer Tätigkeit. Produkte können hierbei Sachgüter oder Dienstleistungen sein.

Nach BIRKHOFER (2000, S. 7.5) beschreibt den Begriff der **Produktentwicklung** eine aus den Phasen Produktplanung, Aufgabenklärung, Produktkonstruktion und Produktausarbeitung gebildete Prozesskette, die der “ganzheitliche Planung eines vielfältigen Einflüssen unterliegenden Produkts“ dient.

Für den Begriff der **Planung** existieren in der Literatur eine Vielzahl von Beschreibungen und Definitionen (vgl. AGGTELEKY 1980; WIENDAHL 1997; MURR 1999). Im Folgenden soll darunter nach GAUSEMEIER ET AL. (1996) die “vorausschauende Vorwegnahme zukünftiger Ereignisse und Abläufe“ verstanden werden.

Unter **Produktion** können dementsprechend nach BACKHAUS (1995) die Prozesse gesehen werden, welche zur Herstellung eines Produkts beitragen.

Produktionsplanung beschreibt demnach alle Entwicklungs- und Planungsprozesse, welche den Ablauf und die Mittel der Herstellung des Produkts festlegen, gestalten und sicherstellen (VDI 1983).

Die oben genannten Prozesse laufen nach FELDMANN (1996) stets parallel ab. Die beiden im Rahmen dieser Arbeit verwendeten Begriffe **Entwicklung** und **Planung** sind daher vorwiegend unter dem Aspekt einer gemeinsamen Produktentwicklung und Produktionsplanung zu sehen.

TEUBNER (1999, S. 88) beschreibt den Begriff **Engineering** als “ingenieur- und planmäßiges Arbeiten, das (...) durch die Anwendung wissenschaftlich fundierter Methoden und darauf aufbauender Werkzeuge charakterisiert ist“. Diese Beschreibung wird in der Literatur häufig auch als ein generelles Synonym für Tätigkeiten der Entwicklung und Planung verwendet (MURR 1999; GAUSEMEIER ET AL. 2000; KRAUSE ET AL. 2001; REINHART ET AL. 2002). Im Rahmen der Arbeit soll diese Sichtweise ebenfalls übernommen werden.

Rechnergestützte Methoden der Modellierung und Simulation von Produkt und Produktion können in Anlehnung an ABRAMOVICI ET AL. (1998) ebenfalls mit dem Begriff “**CA-Methoden**“ (Computer Aided) abgekürzt werden.

Den Begriff der **Dienstleistung** definiert BEREKOVEN (1974, S. 29) als “im engsten Sinne der Bedarfsdeckung Dritter dienende materielle und/oder geistige Prozesse, deren Vollzug und Nutzung einen (zeitlich und räumlich) synchronen Kontakt zwischen Leistungsgeber und Leistungsnehmer (bzw. dessen Verfügungsobjekt) technisch bedingen und von der Bedarfsdeckung her erfordern“.

Kooperation lässt sich definieren als “Zusammenarbeit verschiedener (Wirtschafts-) Partner, von denen jeder einen bestimmten Aufgabenbereich übernimmt“ (DUDEN FREMDWÖRTERBUCH 1990). Der Begriff **unternehmensübergreifend** bezeichnet entsprechend einen “zwischen voneinander wirtschaftlich, organisatorisch und juristisch getrennten Unternehmen ablaufenden Prozess“. Eine nähere Betrachtung unterschiedlicher Kooperationsformen findet in Abschnitt 3.3.1 statt. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll der Begriff **kurzfristige Kooperation** in Anlehnung an RUDORFER (2001, S. 8) als Zusammenarbeit gesehen werden, die auf eine aktuelle und nur kurzzeitig bestehende Marktchance bezogen ist. Diese Kurzfristigkeit bezieht sich unter dem Aspekt einer schnellen Reaktion auf Marktanforderungen dabei auch auf die Vorlaufzeit der Kooperationsbildung.

3.1.2 Abgrenzung des Betrachtungsumfangs

Das Themenfeld der kurzfristigen Gestaltung von Entwicklungs- und Planungs-kooperationen lässt sich durch die betriebswissenschaftliche und technologische Sicht auf die Eigenschaften kooperativer Entwicklungs- und Planungsprozesse und die Methoden und Werkzeuge für deren Anwendung beschreiben.

Der Stand der Forschung und der Technik dieses Umfelds wird in den folgenden Abschnitten 3.2 bis 3.4 näher beleuchtet. Hierbei werden zunächst Eigenschaften, Methoden und Werkzeuge derzeitiger Entwicklungs- und Planungsprozesse produzierender Unternehmen betrachtet. Unter Berücksichtigung der hieraus resultierenden Besonderheiten wird dann der Aspekt der Kooperation – insbesondere der kurzfristigen Kooperation – aus der Perspektive der Organisationsmethoden, verfügbarer Werkzeuge und der rechtlichen und betriebswirtschaftlichen Rahmenbedingungen beleuchtet.

Der Faktor der Qualität spielt in den Überlegungen produzierender Unternehmen eine zentrale Rolle. Dies gilt besonders für die unternehmensübergreifende Zusammenarbeit mit Kooperationspartnern. Im Bereich der Entwicklung und Planung gilt es hierbei, diesen Qualitätsbegriff unter dem Aspekt der Erbringung einer immateriellen Dienstleistung zu handhaben. Daher wird auch diesem Themenfeld im Rahmen der vorliegenden Arbeit Aufmerksamkeit gewidmet.

Die folgende Abbildung 3-1 fasst den Umfang und die Zusammenhänge der Betrachtungen dieser Arbeit grafisch zusammen.



Abbildung 3-1: Betrachtetes Umfeld des Standes der Forschung und der Technik

Ausgehend von den in Kapitel 2 dargestellten Anforderungen soll der Fokus dieser Arbeit auf einer Methode zur wandlungsfähigen Gestaltung von Entwicklungs- und Planungsprozessen durch die Bildung kurzfristiger Engineering-Kooperationen liegen.

Der Schwerpunkt der Betrachtungen wird im Rahmen dieser Arbeit exemplarisch auf den Bereich der Entwicklung und Planung von Produktionssystemen gelegt, da hier durch den in Abschnitt 1.1 beschriebenen Aspekt der Mechatronik einerseits eine überdurchschnittliche Konzentration sehr unterschiedlicher Einzelkompetenzen erforderlich ist (REINHART U. BLESSING 1999), andererseits aber sowohl die Sichtweisen der Produktentwicklung, als auch die der Produktionsplanung gemeinsam zum Tragen kommen (REINHART U. V. DER HAGEN 2001B; REINHART ET AL. 2002). Entwicklungs- und Planungsprozesse dieser Produktkategorie unterliegen somit besonders starken Einflüssen durch ein sich dynamisch änderndes Marktumfeld. Diese können mit herkömmlichen Methoden und Werkzeugen jedoch nur unzureichend beherrscht werden (vgl. GAUSEMEIER 2000; UHLAND 2001).

3.2 Entwicklungs- und Planungsprozesse produzierender Unternehmen

Aus den in Kapitel 2 dargestellten Rahmenbedingungen und Anforderungen der Unternehmen an künftige Entwicklungs- und Planungsprozesse ergibt sich die Notwendigkeit einer Optimierung dieser Prozesse durch die kurzfristige Einbindung externer Ressourcen und Kompetenzen. Dies soll daher im Fokus der vorliegenden Arbeit stehen. Der folgende Abschnitt gibt einen Überblick über Eigenschaften, Methoden und Werkzeuge derzeit in produzierenden Unternehmen eingesetzter Prozesse der Produktentwicklung und Produktionsplanung.

3.2.1 Eigenschaften von Entwicklungs- und Planungsprozessen

Neben der traditionell mit dem Begriff *Konstruktion und Entwicklung* beschriebenen Produktentwicklung (vgl. EHRENSPIEL 1995; PAHL U. BEITZ 1997) findet sich in der Literatur für die Festlegung des Produktionsprozesses und der dafür erforderlichen Produktionsmittel der Begriff der *Arbeitsplanung*. Diese legt alle relevanten Bearbeitungs- und Montageschritte und die erforderlichen Betriebsmittel als Eingangsinformationen der nachfolgenden Produktionsbereiche Arbeitssteuerung, Fertigung und Montage fest. Damit kann die Arbeitsplanung als Bindeglied zwischen der Konstruktion und der Produktion gesehen werden (vgl. z.B. EVERSHEIM 1989 und EVERSHEIM U. SCHUH 1996).

Nach GAUSEMEIER ET AL. (2000, S. 20FF) lassen sich die Planungsprozesse in einem Unternehmen in die drei Ebenen der *strategischen Geschäftsfeldplanung*, *Produktentwicklung* und *Prozessentwicklung* unterteilen. Die aus der *Produktionsprozess-* und der *Produktionssystemplanung* bestehende Festlegung des Herstellprozesses ist hierbei unter dem Begriff *Prozessentwicklung* vereint. Die Ebenen lassen sich in dem, in der folgenden Abbildung 3-2 gezeigten, **Referenzmodell des Kooperativen Produktengineerings** zusammenfassen.

Innerhalb dieser drei Ebenen werden in ihrer Zielstellung vergleichbare Aktivitäten in sechs Phasen untergliedert. Der Planungsprozess beginnt auf der Ebene der Geschäftsfeldplanung mit einer Potenzialanalyse zur *strategischen Früherkennung und Analyse* und führt über die planerische Platzierung geeigneter Marktleistungen in eine Phase der *Zielfindung*. In der sich anschließenden *Strategieentwicklung* wird auf den drei Ebenen eine Vorgehensweise zur Ausschöpfung der identifizierten Erfolgspotenziale und Ziele definiert.

Die daraus resultierenden Strategien sind auf einander abgestimmt und dienen der Einleitung der *Konzeptionsphase*, aus der konkrete Vorgaben für die Produkt- und Prozessentwicklung resultieren. Im weiteren Entwicklungsverlauf übernimmt die strategische Geschäftsfeldplanung zudem die Aufgabe einer marktgerechten Koordinierung von Produktentwicklung und Produktionsplanung. Die eigentliche Konkretisierung

sowohl der Marktleistung als auch der Erstellungsprozesse in gestalterischer Hinsicht erfolgt in der *Entwurfsphase*. Insbesondere in diesem Abschnitt des Planungsprozesses fließen die aus den früheren Prozessphasen abgeleiteten Anforderungen in Form entsprechender Gestaltungsrichtlinien ein. Den Abschluss markiert die *Detaillierung* des Herstellungs-konzepts hin zu endgültigen Produktionsabläufen auf der Ebene der Prozessentwicklung.

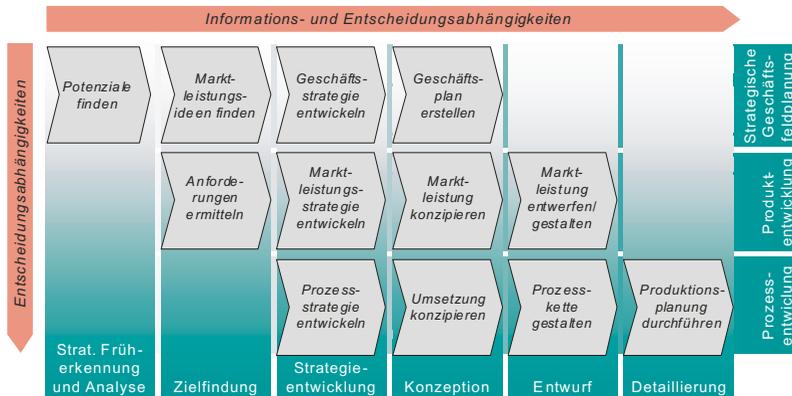


Abbildung 3-2: Referenzmodell des Kooperativen Produktengineerings (GAUSEMEIER ET AL. 2000, S. 20)

Zwischen der Produktentwicklung und der Planung der zugehörigen Produktionsprozesse gibt es enge Verbindungen, da letztendlich sowohl die festgelegten Eigenschaften als auch die Qualität und Kosten der Herstellung über den Erfolg oder Misserfolg eines Produkts entscheiden. Folglich sind Engineering-Prozesse keine aneinander gereihten Einzelschritte, sondern weisen eine Vielzahl gegenseitiger Abhängigkeiten und Verknüpfungen auf (MILBERG U. KOEPFER 1990; SAERTZ 1993, S. 15FF; ROGGATZ 1998, S. 15). Dies trägt zu ausgeprägten Abhängigkeiten zwischen allen Bereichen der Entwicklung und Planung bei. Aus diesem Grund beschreiben EVERSHEIM U. LAUFENBERG (1995, S. 32) Entwicklungsprojekte als zunehmend unsicher, komplex und dynamisch. Eine Optimierung der hieran beteiligten Prozesse schließt daher stets auch Maßnahmen zur Beherrschung der drei in Abschnitt 2.1 beschriebenen Faktoren Unsicherheit, Komplexität und Dynamik ein.

Nach LINDEMANN U. REICHWALD (1998, S. 30FF) schreitet der Erkenntnisstand im Prozess der Produktionsplanung jedoch langsamer voran als der Produktentwicklungsprozess und hinkt diesem in seinem Reifegrad stets hinterher. Ziel der Produktionsplanung ist es daher, möglichst frühzeitig eine Abstimmung mit der Produktentwicklung zu erzielen und auf Basis dieser Informationen zu einem abgesicherten Produktions-

prozess zu gelangen, anstelle lediglich auf neu hinzu gekommene Produktaspekte zu reagieren (REINHART 1996, S. 7ff).

Um die Abläufe der Entwicklung und Planung wissenschaftlich behandeln zu können, bedarf es zunächst geeigneter Methoden zu deren strukturierter Darstellung. GAUSEMEIER ET AL (2000, S. 42ff) nennen hierfür sogenannte *Spezifikationstechniken* als geeignete Beschreibungsmittel zur Abbildung der Eigenschaften von Produkten und Prozessen. Für eine prozessorientierte Spezifikation von Entwicklungs- und Planungsprozessen stellt sich nach GAUSEMEIER ET AL (2000, S. 46), GRABOWSKI ET AL. (1993) und MERTINS ET AL. (1994) die **Modellierungsmethode SADT** (Structured Analysis and Design Technique) als besonders geeignete Methode dar, da sie eine ausreichend abstrahierte Prozessbetrachtung aus Daten- und Aktivitätensicht erlaubt. SADT sieht jeden einzelnen Prozessschritt als einen sogenannten *Prozessbaustein* (Activity) an, der hinsichtlich seiner Ressourcen, Kontroll-, Ein- und Ausgangsinformationen beschrieben werden kann dar (vgl. Abbildung 3-3).

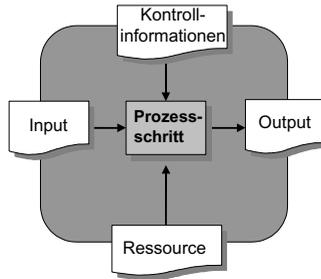


Abbildung 3-3: Beschreibung eines Prozessschritts durch die SADT-Modellierungsmethode (in Anlehnung an MERTINS ET AL. 1994)

Durch SADT soll im Folgenden ein durch EISENHARDT U. TABRIZI (1995) und SCHÖTTNER (2000) beschriebener Zusammenhang von Entwicklungs- und Planungsprozessen illustriert werden.

Prozesse der Produktentwicklung und Produktionsplanung lassen sich demnach in vorhersehbare *determinierte* Abfolgen bekannter Schritte ohne Kontrolle aller Einzelergebnisse und eine *responsive Interaktion* in unbekanntem, sich laufend veränderndem, Umfeld unterteilen (vgl. Abbildung 3-4 und Abbildung 3-5).

Das Prinzip der *responsiven Interaktion* besagt dabei, dass in vielen einzelnen Iterationsschritten durch dicht gesetzte Meilensteine und häufiges Testen der jeweils nächste Prozessschritt erst auf Grund der zuvor gemachten Erfahrungen erfolgt.

Aus Sicht von HUANG U. MAK (1999, S. 1813ff) und BOUDOUH (1999, S. 333ff) weisen eine Vielzahl derzeitiger Entwicklungs- und Planungsprozesse jedoch nur noch eine

sehr begrenzte Determinierung auf, da sie im Vornhinein nicht mehr planbar und zunehmend über Abteilungs- und Unternehmensgrenzen hinweg verteilt sind.

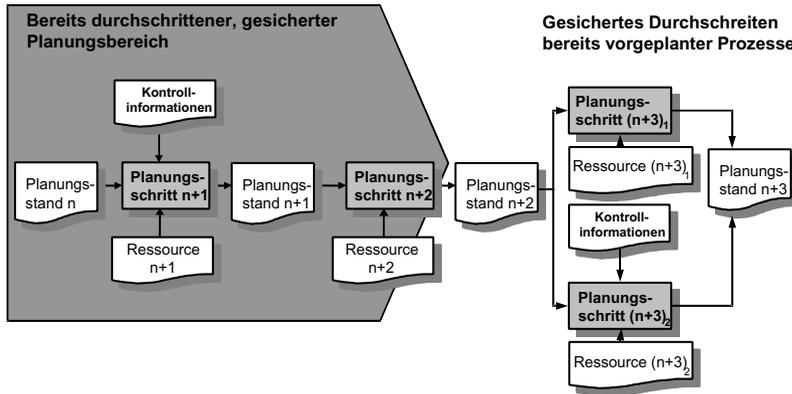


Abbildung 3-4: *Statisch-determinierte Vorgehensweise bei Entwicklungs- und Planungsprozessen (in Anlehnung an EISENHARDT U. TABRIZI 1995 und SCHÖTTNER 2000)*

SCHÖTTNER (2000, S. 3ff) übernimmt diese Sichtweise mit anderen Bezeichnungen und unterteilt Entwicklungs- und Planungsprozesse in die beiden Kategorien einmalig erfolgreicher, bereits vorgeplanter *statischer* Prozesse und *dynamisch-iterativer* Prozessschritte (vgl. Abbildung 3-5). Zu ersteren gehören beispielsweise die Prüfung und Freigabe, zu letzteren Spezifikation, Entwurf, Berechnung und Simulation.

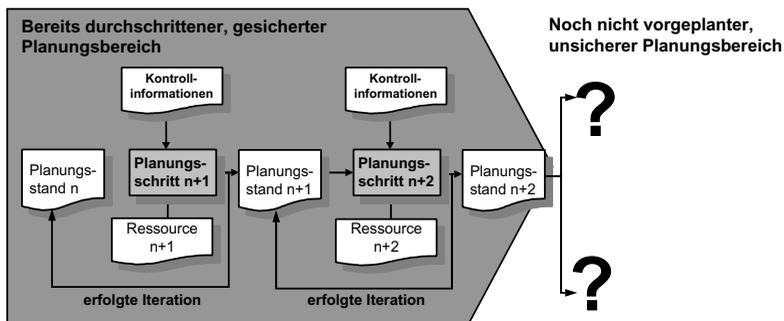


Abbildung 3-5: *Dynamisch-iterative Vorgehensweise bei Entwicklungs- und Planungsprozessen (in Anlehnung an EISENHARDT U. TABRIZI 1995 und SCHÖTTNER 2000)*

Da keine der Bezeichnungsformen für sich alleine den Sachverhalt sich wiederholender, nicht vorhersehbarer Planungsschritte einerseits und fest vorgeplanter Schritte andererseits ausreichend wiedergibt, sollen im Weiteren als Mischform die Begriffe **statisch-determiniert** und **dynamisch-iterativ** zur Beschreibung dieser Prozesse verwendet werden.

Parallel geschaltete Entwicklungsprozesse können nach EISENHARDT U. TABRIZI (1995) unabhängig vom gegenseitigen Vorankommen durchlaufen werden. Ist ein Planungsprozess jedoch Ausgangspunkt mehrerer nachfolgender Schritte zugleich, so ist seine Erfüllung essenziell für das Fortlaufen aller Entwicklungsaktivitäten. Diesem sogenannten *kritischen Pfad* kommt daher speziell bei der Verursachung von Änderungs- und Entwicklungskosten und somit auch bei der Reduzierung der *“Time-to-Market“* eine große Bedeutung zu.

Überträgt man dies auf die Fragestellung der Vergabe einzelner Teilaufgaben der Entwicklung und Planung an externe Kompetenzträger, so zeigen sich insbesondere bei dynamisch-iterativen Prozessen Schwierigkeiten. Inhalte und Umfang derartiger Kooperationen sind nach GEIGER (1999, S. 778FF) bereits vorab zu vereinbaren. Sind darüber hinaus bei dynamisch-iterativen Prozessen nachfolgende Prozessschritte noch offen und die Anzahl der erforderlichen Iterationen noch unbekannt, so erschwert dies massiv die im Vorfeld der Zusammenarbeit erforderlichen Kooperationsvereinbarungen (PERIGOT U. PAPOUSTIS 2001).

Ein alleiniger Aufbau einer Wertschöpfungskette der Entwicklung und Planung aus determinierten Teilprozessen ist nach WEBER (1998, S. 35FF) nicht möglich, da auch nach Beginn des Prozesses noch mit neuen Erkenntnissen bzw. Anforderungen zu rechnen ist. Je komplexer der Planungsprozess ist, desto umfangreicher sind auch die zu berücksichtigenden Iterationsschritte. Die Komplexität und der Kostenaufwand der in der Entwicklung und Planung ablaufenden Prozesse hängen dabei stark von den jeweils betrachteten Produkten bzw. Produktionssystemen ab (vgl. Abbildung 3-6).

Beispielprodukte	Tintenstrahl- drucker	Auto- mobil	Werkzeug- maschine	Produktions- anlage	Verkehrs- flugzeug
Merkmal v. Entwicklungs-/ Planungsprozessen					
Anzahl unterschiedlicher Bauteile	200	10.000	15.000	50.000	100.000
Anteil elektrotechn. Komponenten	75%	33%	35%	40%	45%
Anzahl unabhängiger Softwaremodule	6	60	50	500	250
An der Entwicklung beteiligte Personen	200 Pers.	2500 Pers.	100 Pers.	500 Pers.	25.000 Pers.
Aufgabenanteil externer Entwicklungspartner	50%	63%	20%	50%	58%
Entwicklungsdauer	1,5 Jahre	3,5 Jahre	2 Jahre	4 Jahre	6 Jahre
Produktlebensdauer	3 Jahre	6 Jahre	20 Jahre	10 Jahre	30 Jahre
Entwicklungskosten	50 Mio. €	1 Mrd. €	10 Mio. €	100 Mio. €	12 Mrd. €
Produktionsinvestition	25 Mio. €	600 Mio. €	20 Mio. €	150 Mio. €	10 Mrd. €
Verkaufspreis	365 €	30.000 €	400.000 €	75 Mio. €	250 Mio. €
Stückzahl pro Jahr	1,5 Mio.	100.000	25	5	50

Abbildung 3-6: *Komplexität von Entwicklungsprojekten am Beispiel mechanischer Produkte und Produktionssysteme (in Anlehnung an GRUNWALD 2001 und ULRICH U. EPPINGER 1995)*

EHRENSPIEL (1995) und LOTTER (1992) heben bei Entwicklungs- und Planungsprozessen eine mit zunehmendem Entwicklungsfortschritt stark abnehmende Beeinflussbarkeit der Produkteigenschaften hervor. Während die Entwicklung und Planung selbst nur verhältnismäßig geringe Kosten verursacht, werden hier bereits 75% der Gesamtkosten eines Produkts fixiert. Nach der durch LOTTER (1992) beschriebenen "Rule-of-Ten"-Faustformel verzehnfachen sich die Kosten einer Änderung für eine Produkteigenschaft etwa mit jedem Entwicklungsschritt. Die Konsequenz hieraus ist, dass in späteren Phasen von Entwicklungs- und Planungsprozessen innerhalb kurzer Zeit hohe Kostenanteile festgelegt werden, bzw. hohe Änderungskosten entstehen. Hieraus ergibt sich speziell für diese Phase die Notwendigkeit, Erkenntnisse über die Produkteigenschaften in sehr kurzer Zeit zu erlangen und neue Produkteigenschaften ebenso schnell festlegen zu können (vgl. Abbildung 3-7).

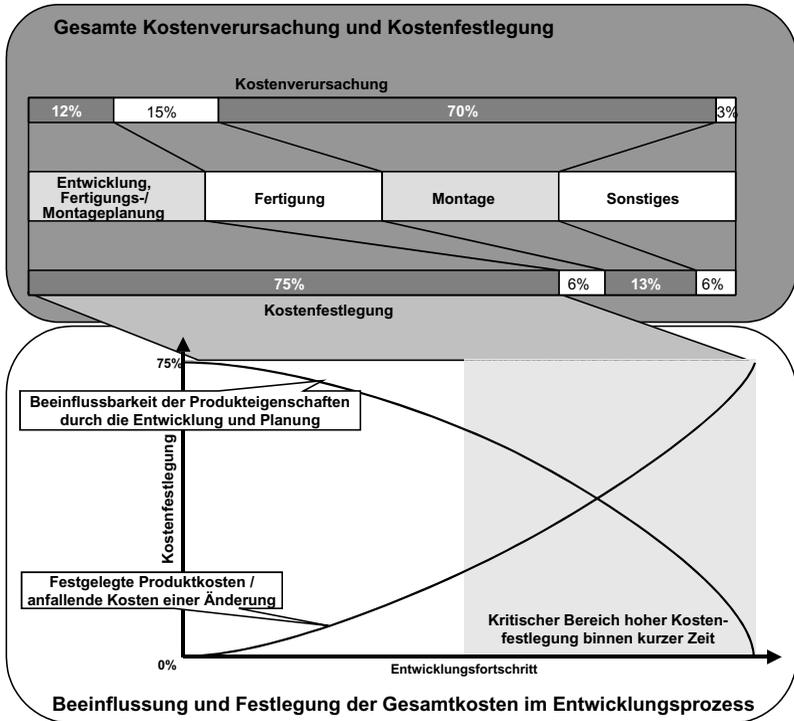


Abbildung 3-7: *Kostenverursachung und Kostenfestlegung der Entwicklung und Planung bei der Nutzung zeitlich begrenzter Marktpotenziale (in Anlehnung an REINHART ET AL. 1996B und LOTTER 1992)*

Sollen hierfür externe Kompetenzen oder Ressourcen im Rahmen von Kooperationen eingebunden werden, so kommt neben der eigentlichen Dauer der Kooperation auch dem Zeitraum zwischen dem Erkennen des Kooperationsbedarfs und dem tatsächlichen Beginn der Kooperation eine essenzielle Bedeutung zu. Geht man von den in Kapitel 2.2 dargestellten Ergebnissen einer Befragung von 91 produzierenden Unternehmen und Dienstleistern im Umfeld der Produktionssysteme aus, so dauert die Bildung von Entwicklungs- und Planungs Kooperationen derzeit im Durchschnitt zwölf Arbeitstage (vgl. hierzu auch Abbildung 2-7). Bezogen auf eine durchschnittliche Entwicklungsdauer von ca. zwei Jahren und einen Anteil extern vergebener Entwicklungsaufträge von ca. 20% (vgl. Abbildung 3-6) ergibt sich somit ein hohes Potenzial für die Verkürzung der Vorlaufzeit von Entwicklungs- und Planungs Kooperationen.

Fazit: Die Entwicklungs- und Planungsprozesse produzierender Unternehmen legen auf strategischer und operativer Ebene alle relevanten Aspekte von Produkt und Pro-

duktionsprozess fest. Ihnen kommt somit bei der Festlegung der Faktoren *Kosten*, *Qualität* und *Zeit* eine zentrale Rolle für den Unternehmenserfolg zu.

Je konkreter diese Prozesse determiniert werden können, umso geeigneter sind sie für eine Externvergabe. Die zunehmende Komplexität von Produkten und Produktionsprozesse und ein steigender Anteil extern verlagert Prozessbereiche verringern jedoch den Grad der Determinierung zusehends. Um kurzfristig Kooperationen in der Entwicklung und Planung realisieren zu können, sind geeignete Methoden und Werkzeuge erforderlich, dynamisch-iterative Entwicklungs- und Planungsprozesse im Sinne einer unternehmensübergreifenden Kooperation zu beherrschen.

3.2.2 Methoden und Werkzeuge der Entwicklung und Planung

Das Zusammenspiel der Prozesse der Produktentwicklung mit denen der Produktionsplanung und deren Optimierung steht im Mittelpunkt zahlreicher Betrachtungen in der Literatur (vgl. z.B. LINDEMANN U. REICHWALD 1998; EHRENSPIEL 1995; SAERTZ 1993; EVERSHEIM 1995A; MURR 1999; DÖLLNER 1997; GRUNWALD 2001).

In den folgenden Abschnitten soll beschrieben werden, welche Methoden und Werkzeuge bereits heute zur Verfügung stehen, um unternehmensübergreifende und kooperative Entwicklungs- und Planungsprozesse handhaben zu können.

3.2.2.1 Vorgehensweisen der Produktentwicklung und Produktionsplanung

Durch den Einsatz methodischer Vorgehensweisen und entsprechender Entwicklungswerkzeuge konnten Effizienz, Flexibilität und Reaktionsfähigkeit von Produktentwicklungsprozessen in den vergangenen Jahrzehnten kontinuierlich gesteigert werden (EHRENSPIEL 1995; GAUSEMEIER ET AL. 2000).

Ausgangspunkt dieser Bestrebungen war das Ziel einer wissenschaftlichen Behandlung des **Konstruktionsvorgehens** (vgl. z.B. ROTH 1982; HUBKA 1984, EHRENSPIEL 1995, PAHL U. BEITZ 1997). Die VDI RICHTLINIEN 2221 bis 2223 (VDI RICHTLINIE 2221-2223) fassen diese Ansätze auf Basis der vier Phasen *Aufgabenklärung*, *Konzipieren*, *Entwerfen* und *Ausarbeiten* zusammen, die in der folgenden **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** grafisch erläutert sind. Während VDI 2221 die generelle Vorgehensweise beschreibt, ergänzt VDI 2222 Blatt 1 hierzu noch das *Methodische Entwickeln von Lösungsprinzipien* und VDI 2223 das *Methodische Gestalten*. EHRENSPIEL (1995) ergänzt diese Schritte zusätzlich um den Aspekt der systematischen Lösungsbewertung und –auswahl zu einen *Vorgehenszyklus zum methodischen Konstruieren* (vgl. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

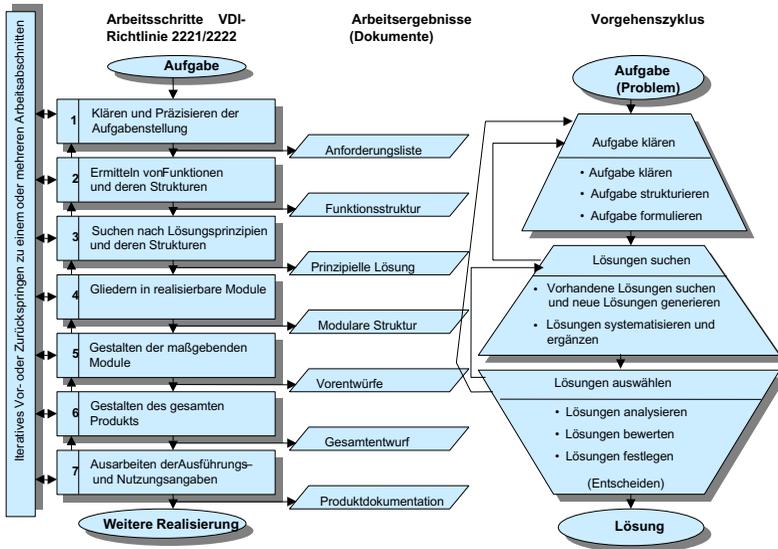


Abbildung 3-8: Arbeitsschritte der VDI-Richtlinien 2221&2222 und Vorgehenszyklus des Konstruierens (EHRENSPIEL 1995)

Die Vorgehensweise der Produktentwicklung wird nach COLLIN (2001, S. 16ff) dahingehend angewandt, ein Produkt jeweils mit den bestmöglichen Eigenschaften für seinen sogenannten *Lebenszyklus* zu versehen. Nach EHRENSPIEL (1995) und WESTKÄMPER (1999A) durchläuft jedes Produkt die verschiedenen Lebensphasen der Planung, der Konstruktion, der Produktion, der Nutzung und des Recycling. In diesen Phasen erfolgt eine unterschiedlich große Wertschöpfung. Sie beschreiben den sogenannten **Product-Life-Cycle** eines Produkts (vgl. Abbildung 3-9).

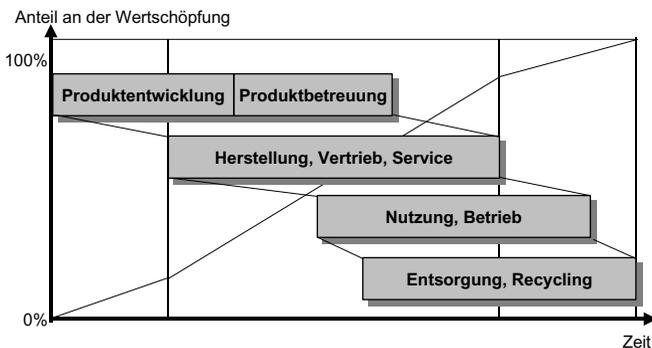


Abbildung 3-9: Phasen des Product-Life-Cycle (nach WESTKÄMPER 1999A)

Der Begriff des **Produktlebenszyklus** wird in der Literatur ebenfalls verwendet (VGL. GAUSEMEIER ET AL. 2000; WILDEMANN 1987; HAMMER 1991). Er beschreibt jedoch nicht die eigentlichen Phasen, die ein konkret produziertes Produkt durchläuft, sondern den generellen wirtschaftlichen Zyklus, welchen Produkte eines Typs aus Sicht des Unternehmens durchlaufen (Einführungsphase mit geringen Absatzzahlen, Wachstums- und Reifephasen mit steigenden Absatzzahlen, Sättigungsphasen mit hohen Absatzzahlen und Rezessionsphasen mit fallenden Verkaufszahlen).

EHRENSPIEL (1995) stellt die Entwicklungs- und Planungsprozesse innerhalb eines Unternehmens als einen kontinuierlichen Vor- und Rückfluss von Informationen dar. Diese fließen von allen am Produktlebenszyklus beteiligten Seiten in die Entwicklung und Planung zurück. Die Beeinflussbarkeit der jeweiligen Produkt- und Produktionseigenschaften innerhalb dieser Prozesse nimmt nach EHRENSPIEL (1995) jedoch deutlich schneller ab, als deren tatsächliche Merkmale erkannt werden können. Daher findet zwischen Entwicklungsprozessen vergleichbarer Produkte (z.B. bei Variantenkonstruktionen) jeweils ein Informationsrückfluss statt, der dieses Defizit teilweise auszugleichen hilft (vgl. Abbildung 3-10).

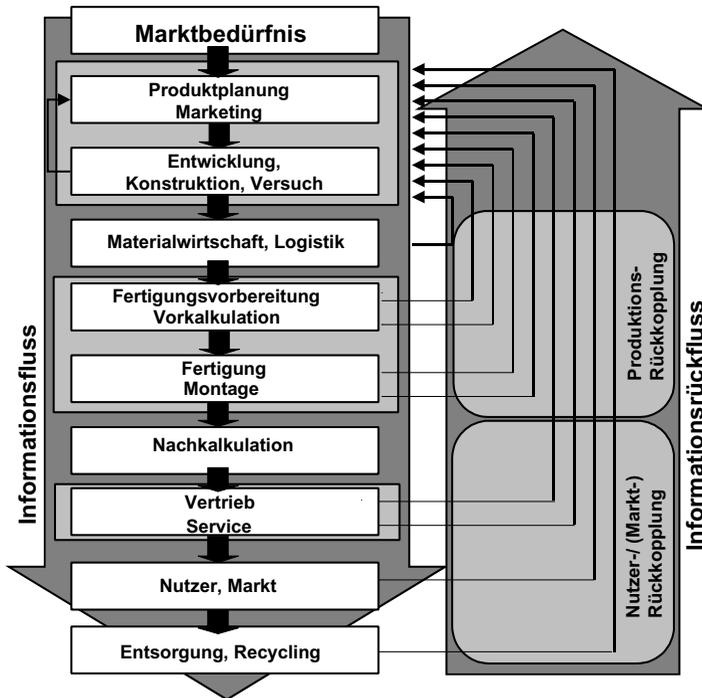


Abbildung 3-10: Informationsflüsse in der Produktentwicklung und Produktionsplanung (nach EHRENSPIEL 1995)

Produktionsanlagen und deren Gestaltung, Festlegung und Absicherung werden in der Literatur vielfach beschrieben (vgl. z.B. HEIMBERG U. FREY 1997; LOTTER 1992; REINHART ET AL. 1996A; STEINWASSER 1996; EVERSHEIM U. SCHUH 1996).

Die Planung des Produktionsprozesses umfasst nach STEINWASSER (1996, S. 15-16) folgende Schritte:

- Eine herstellprozess- und technologieorientierte Produktanalyse
- Die Strukturierung und Bestimmung der Prozessreihenfolge
- Die Auswahl und Festlegung der Ressourcen
- Die Zuordnung der Ergebnisse der Produktanalyse zu den Ressourcen
- Die Bestimmung der Abläufe und deren Steuer- und Regelstrukturen

Für diese Aufgabenstellung stellen MAUDERER U. BILLING (1999) ein auf das zu fertigende Produkt hin orientiertes Informationsmodell und eine Vorgehensweise für die Entwicklung und Planung von Produktionsanlagen dar, das – in Anlehnung an die Vorgehensweise nach VDI 2221 und 2222 im wesentlichen die 3 Schritte *Anforderungen des Kunden festlegen, funktionelle Anforderungen klären* und *Festlegung, Evaluierung und Verbesserung der Anlage* umfasst. Diese werden iterativ mehrfach durchlaufen, wobei als erster Schritt das Produktspektrum, welches zu fertigen ist, in Teilefamilien unterteilt wird.

Die einzelnen Planungsschritte werden hierbei durch zusätzliche Informationen, wie beispielsweise das Produktionsprogramm des späteren Anlagenbetreibers sowie Randbedingungen über die einzusetzenden Fertigungstechnologien und die Anlagenumgebung mit deren Schnittstellen unterstützt. Im zweiten Planungsschritt wird je Teilefamilie eine Standard-Bearbeitungskette definiert und mit dem Produktionsprogramm abgestimmt. Daraus sind die funktionalen Spezifikationen der Anlage abzuleiten. Im dritten Planungsschritt werden für die Bearbeitungsfolgen, die an den Teilen ausgeführt werden müssen, die Komponenten bestimmt und die Materialflusskapazitäten festgelegt.

Darauf aufbauend wird das Layout des Produktionssystems aus den einzelnen Komponenten zusammengestellt und bewertet. Zur Optimierung hinsichtlich der Parameter Zeit und Kosten werden die drei Planungsschritte iterativ mehrfach durchlaufen. Dieses Planungsmodell eignet sich somit primär für die Herstellung von Produkten mit weitgehend festgelegten Eigenschaften.

BLEY U. FOX (1994, S. 231) stellen dagegen ein Vorgehensmodell zur Entwicklung und Planung von Produktionsprozessen und -systemen vor, das im Gegensatz zu MAUDERER U. BILLING (1999) eine prozess- und systemorientierte Sichtweise zur System- und Strukturplanung beinhaltet (vgl. Abbildung 3-11).

Diese nimmt Abstimmungen im Planungsprozess einerseits durch Änderungen am Produkt und andererseits durch Änderungen des logistischen und steuerungstechnischen Umfelds vor. Innerhalb dieser Planungsmethode, die deutlich produktorientierter ist, werden die zu festzulegenden Produktionsbereiche in einem 5-Ebenen-Modell den jeweiligen Planungsaktivitäten zugeordnet (vgl. Abbildung 3-11). Diese werden in einem Top-Down-Ansatz durchschritten.

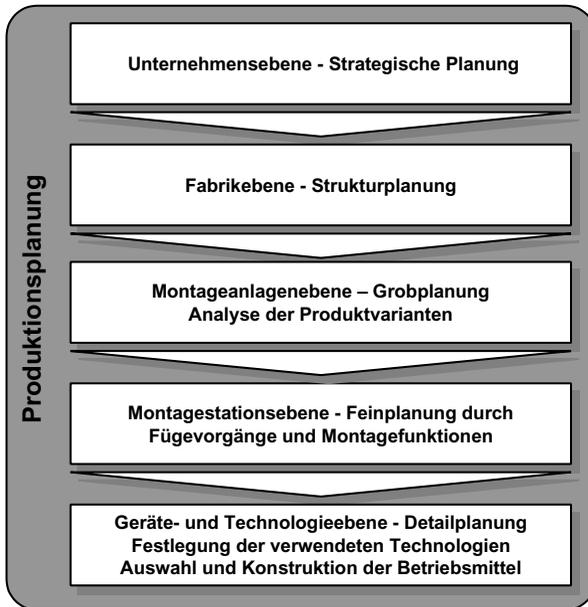


Abbildung 3-11: 5-Ebenen-Modell der Produktionsplanung nach BLEY (1994, S. 231)

Eine solche ebenenspezifische Betrachtung offenbart nach GAUSEMEIER ET AL. (2000, S. 20FF) - analog zu FELDMANN (1996) - vergleichbare Grundmuster im Durchlauf von Prozessen der Produktentwicklung und der Produktionsplanung. Informations- und Entscheidungsabhängigkeiten zwischen den Ebenen führen hier zu unterschiedlichen Startpunkten und somit zu einer stellenweise sequenziellen Prozessfolge.

Auf der Basis einer ähnlichen Betrachtungsweise beschreiben BLEY U. WUTKE (1997) eine Kopplung von Produkt- und Prozessmodellen für eine logistikkonforme Produktionsplanung. In diesem Ansatz umfasst der Produktionsprozess den gesamten Produktlebenszyklus, in dem eine hinreichend abstrakte Formulierung des Lebenszyklus die Lösung der wesentlichen Fragestellungen der Logistikplanung unterstützt. Hierzu gehören beispielsweise Transportkapazitäten, Puffer- und Lagerdimensionierung, Behälterzahl, Durchlaufzeit und Engpässe.

Die Produktion kann nach FELDMANN (1996) aus Sicht der Entwicklungsabteilung eines Unternehmens wiederum als ein eigenes – u.U. sehr komplexes - Produkt gesehen werden, das letztendlich das zuvor definierte Produkt in der vorgesehenen Stückzahl, Qualität und zu den geplanten Kosten fertigt.

Daher lassen sich speziell bei der Entwicklung und Planung von Produktionssystemen viele Aspekte der Produktentwicklung anwenden. Auf Grund dieser Parallelitäten können zwischen der Produktentwicklung und der Produktionsplanung eine Reihe von Verknüpfungen definiert werden, die FELDMANN (1996) am Beispiel einer Integration der Montageplanung in die Produktentwicklung in Abbildung 3-12 illustriert.

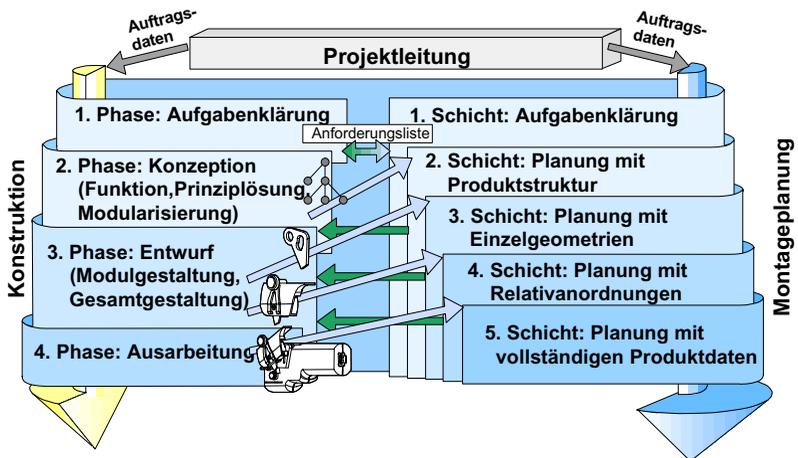


Abbildung 3-12: Verzahnung der Produktentwicklung und Produktionsplanung am Beispiel der Montageplanung (FELDMANN 1996)

LINDEMANN U. KLEEDÖRFER (1997) und REINHART ET AL. (1997) erweitern diese Sichtweise um das Konzept einer *integrierten Produktentwicklung*, welche sich durch eine Integration von Strategien und Methoden, Werkzeugen, Vorgehenszyklen der Planung, Projekt- und Kostenmanagement, Prozessen und dem Aspekt Mensch und Organisation zusammensetzt.

Fazit: Innerhalb der Produktentwicklung und der Produktionsplanung kommen in ihrer Struktur vergleichbare methodische Vorgehensweisen parallel zum Einsatz, welche untereinander eine Vielzahl von Abhängigkeiten und Verknüpfungen aufweisen. Bei der Bildung von Kooperationen ist hier besonders auf die Kompatibilität dieser Methoden auch über Unternehmensgrenzen hinweg zu achten. Bereits in der Aufbauphase einer solchen Zusammenarbeit ist in diesen Bereichen daher die spätere Abwicklung des kooperativen Entwicklungsprozesses auf Basis verschiedener, miteinander gekoppelter Vorgehensweisen, zu berücksichtigen.

3.2.2.2 Methoden und Werkzeuge zur Gestaltung von Entwicklungs- und Planungsprozessen

In der Literatur finden sich eine Reihe von Ansätzen zur Optimierung des Zusammenspiels von Produktentwicklung und Produktionsplanung, von denen im Folgenden einige vorgestellt werden sollen.

Mit dem Ziel einer generellen Verkürzung der Entwicklungs- und Produktionszeiten (Time-to-Product bzw. Time-to-Market) wurde bereits 1971 von W. J. Abernathy das Konzept des **Simultaneous Engineering** (SE) beschrieben. Es beinhaltet eine Parallelisierung und zeitgleiche Abarbeitung der Entwicklungsprozesse von Produkt und Herstellung (SWEENEY 1992). Im vergangenen Jahrzehnt wurde dieser Gedanke von verschiedenen Seiten weiter ausgebaut und hauptsächlich bei der Integration der frühen Entwicklungsphasen Konstruktion, Fertigungsplanung und Montageplanung implementiert, wodurch sich insgesamt eine Verkürzung der Entwicklungszeiten erzielen ließ (BULLINGER U. WARSCHAT 1995; EVERSHEIM ET AL. 1995B; REINHART ET AL. 1998).

Eine Weiterentwicklung dieser Bestrebung zur Beschleunigung von Prozessen ist das sogenannte **Concurrent Engineering**, das als Strategie zur Parallelisierung, Standardisierung und Integration von Prozessen beschrieben wird (RANKY 1994; BULLINGER ET AL. 1996). Dieser Begriff wurde nach PENNELL ET AL. (1989, S. 88FF) 1986 durch das American Institute for Defence Analysis (IDA) eingeführt. Gegenüber dem Simultaneous Engineering liegen die Unterschiede des Concurrent Engineering vor allem in der softwaretechnischen Unterstützung von Entwicklungsprozessen. Diese werden ganz oder teilweise als deterministische Geschäftsprozesse abgebildet und über rechnergestützte Informationssysteme nach vordefinierten Schemata durchlaufen.

Aufbauend auf den beiden genannten Ansätzen entstanden in den vergangenen Jahren eine Reihe weiterer verwandter Vorgehensweisen, wie beispielsweise das **Rapid Produkt Development (RPD)** (BULLINGER ET AL. 1996), eine generelle **Parallelisierung der Marktbearbeitung, Produktentwicklung und der Prozessentwicklung** (ULRICH U. EPPINGER 1995; WHEELWRIGHT U. CLARK 1995; GÖPFERT 1998) und das bereits in Abschnitt 3.2.1 beschriebene **Kooperativen Produktengineering** (GAUSEMEIER ET AL. 2000).

Im Rahmen des Sonderforschungsbereichs (SFB) 361 wurde ein vierstufiger Ansatz einer Planungsmethodik für eine **integrierte Konstruktion und Arbeitsplanung** erarbeitet (EVERSHEIM 1998, S. 364FF). Kern der Methode ist eine nicht determinierte Feinplanung noch während der Prozessdurchführung. Die Grundlage hierfür stellt ein abstraktes Referenzmodell als Strukturgerüst planerischer Aktivitäten dar, aus dem durch eine objekt- und aktivitätenorientierte Planung ein Prozessmodell für parallele und integrierte Abläufe entsteht.

Ein von DÖLLNER (1997) beschriebener **Maßnahmenkatalog zur Verkürzung der Produktentwicklungszeit** beinhaltet Ablauf- und aufbauorganisatorische Maßnahmen

zur Optimierung der frühen Konzeptphase in der Planung durch den Einsatz virtueller Prototypen und einer temporären räumlichen Integration der beteiligten Entwickler. Hierdurch wird eine frühzeitige Abstimmung der jeweiligen Planungsaktivitäten erreicht, durch die der Änderungsaufwand bei Konflikten deutlich verringert werden kann.

Im Mittelpunkt der **modellgestützten Geschäftsprozessgestaltung** in der Produktentwicklung (GOLDSTEIN 1999) steht ein neunstufiges Vorgehensmodell zur systematischen Optimierung und kontinuierlichen Weiterverbesserung von Entwicklungsprozessen. Dieses lehnt sich an den allgemeinen Problemlösungszyklus aus dem *Systems Engineering* an (vgl. EHRENSPIEL 1995). Das genannte Vorgehensmodell setzt sich zusammen aus den einzelnen Schritten *Prozesszieldefinition*, *Prozessidentifikation* und *-abgrenzung*, *Prozesserfassung*, *Prozessabbildung*, *Prozessanalyse* und *-bewertung*, *Prozessgestaltung*, *Entwicklung einer Migrationsstrategie*, sowie der anschließenden *Prozessumsetzung* und *-steuerung*.

FISCHER U. WEBER (1996) behandeln eine **Vorgehensweise zum Management von Entwicklungsprojekten**, die durch die Definition projektspezifischer und phasenbezogener Indikatoren und deren Verknüpfung zu einem Zielerwartungswert Aussagen und Gegensteuerungsmaßnahmen für die Koordinierung und Optimierung komplexer Entwicklungsvorhaben erlaubt.

Aufbauend auf den beiden zuvor genannten Ansätzen stellt MURR (1999) **generische Lösungsbausteine** vor, die ein effektives und effizientes, aber dennoch reaktionsfähiges Management von integrierten Entwicklungs- und Planungsprozessen erlauben.

Das Hauptkennzeichen dieser **Prozessbausteine** ist die Modularisierung von Geschäftsprozessen, die den integrierten Entwicklungs- und Planungsprozess in ausführbare und kontrollierbare Einheiten unterteilt. Diese Bausteine beinhalten Handlungsvorschriften für eine Entwicklungs- und Planungsaufgabe und können flexibel miteinander vernetzt werden.

Ein solcher Prozessbaustein besteht nach GRUNWALD (2001, S. 73FF) aus einer Beschreibung des dargestellten Vorgangs an sich, des erforderlichen Eingangszustandes und des jeweils durch den Prozess generierbaren Ausgangszustandes. Dadurch, dass die Schnittstellen zwischen den einzelnen Bausteinen nur bis zum jeweils erforderlichen Detaillierungsgrad im Voraus festgelegt werden, kann eine weitgehend produkt- und projektneutrale Definition und Vernetzung der Entwicklungs- und Planungsaktivitäten erreicht werden. Eine Anpassung auf die jeweils erforderliche Aufgabenstellung hin kann dann situationsabhängig erfolgen (vgl. Abbildung 3-13).

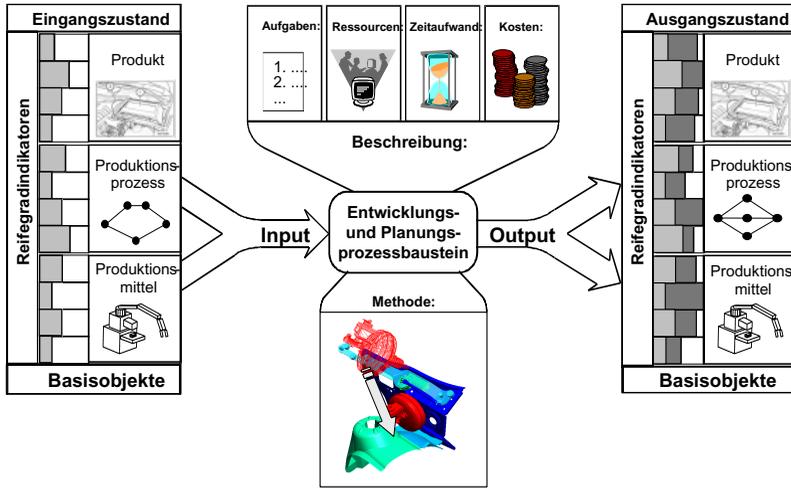


Abbildung 3-13: *Geschäftsprozessbaustein zur flexiblen Gestaltung und Optimierung von Entwicklungs- und Planungsprozessen (MURR 1999, S. 49)*

GRUNWALD (2001) erweitert diese Methode um den Aspekt von **Prozess-, Kompetenz- und Methodenbaukästen**. Durch diese können Geschäftsprozesse der Produktentwicklung und der Montageplanung innerhalb eines Unternehmens flexibel und individuell zu einem optimierten Gesamtprozess kombiniert werden.

Hierbei werden unter dem Begriff des *Prozessbausteins* abgeschlossene Einheiten von Tätigkeiten definiert, welche der Erzielung eines bestimmten Zwischenergebnisses dienen.

Diese Elemente beziehen sich auf mindestens eines der drei behandelten Gestaltungsobjekte Produkt, Montagevorgang und Anlage. Sie enthalten darüber hinaus eine charakteristische Klassifizierung, Eingangs- und Ausgangsinformationen, erforderliche Kompetenzen zur Bearbeitung, einsetzbare Methoden und Werkzeuge, Zeit, Kosten und Bearbeiter.

Der Einsatzbereich eines Prozessbausteins wird nach GRUNWALD (2001, S. 78ff) durch seine Eingangs- und Ausgangsinformationen und seinen Typ charakterisiert. Es kann zwischen vier Bausteintypen unterschieden werden:

- *Synthesebausteine*: Zweck der Synthese ist es, aus der Zielformulierung Lösungsvarianten in einem geeigneten Konkretisierungsniveau zu erzeugen.

- *Analysebausteine*: Zweck der Analyse ist es, zu prüfen, ob die generierten Daten den gestellten Anforderungen entsprechen bzw. ob sie Schwachstellen aufweisen.
- *Bewertungsbausteine*: Der Zweck der Bewertung besteht darin, taugliche Varianten einander systematisch gegenüberzustellen, um die am besten geeigneten auszuwählen.
- *Auswahl-/ Entscheidungsbausteine*: Zweck der Auswahl ist es, die Zahl der Lösungsvarianten zu reduzieren, indem weiter zu verfolgende Varianten bestimmt werden.

Um durch die Verwendung von Prozessbausteinen einen Prozess erfolgreich zu beenden, ist zu klären, mit welchen Bausteinen das jeweils nächste Zwischenziel erreicht werden kann. Dies kann im Sinne einer sogenannten *Vorwärtsplanung* durch inhaltliche Bewertung der bisher erreichten Ergebnisse erfolgen. Es ist aber ebenso möglich, die Bausteine im Sinne einer *Rückwärtsplanung* direkt vom Ziel weg zum Beginn hin zu ergänzen, bis alle fehlenden Eingangsinformationen von den Bausteinen erzeugt werden. GRUNWALD (2001, S. 83FF) beschreibt zur Vernetzung der Prozessbausteine zwei Strukturierungsmethoden:

- Eine *Strukturierung entlang der Grundstruktur eines Entwicklungsprozesses* besteht aus einer Abfolge von Analyse-, Synthese-, Bewertungs- und Auswahlritten. Da hier Rücksprünge vorkommen, sind mehrere Abfolgen der Einzelschritte möglich.
- Eine *Strukturierung durch die Betrachtung der Bausteinschnittstellen*. Hierfür ist der Abgleich der Eingangs- und Ausgangsinformationen die treibende Kraft. Hierbei sollten die Prozessbausteine die Eingangsinformationen, die zur Abarbeitung des Bausteins notwendig sind, bereits vorgeben. Idealerweise werden diese Informationen von anderen Bausteinen als Ausgangsinformationen angeboten, so dass die einzelnen Bausteine darüber vernetzt werden können.

Mit zunehmender Komplexität eines Entwicklungsprozesses steigt auch der Aufwand, diesen durch generische Bausteine abzubilden. Da eine solche vollständige Abbildung eines Entwicklungs- und Planungsprozesses unter Umständen einen erheblichen Planungsvorlauf bedingt, eignet sich diese Methode nur bedingt für eine kurzfristige Gestaltung unternehmensübergreifender Kooperationsprojekte. Das Hauptdefizit ist hierbei in den relativ starr vorgegebenen Schnittstellen zwischen den einzelnen Bausteinen zu sehen, die beim Aufbau einer neuen, unternehmensübergreifenden Verbindung, jeweils komplett abzustimmen sind.

PROBST (1987) stellt das **Prinzip selbstorganisierender Systeme** als Methode zur Beherrschung von Dynamik und Komplexität von Organisationsprozessen vor. Hierbei werden vier Voraussetzungen selbstorganisierender Systeme definiert:

- *Eigenkomplexität* - Strukturierung der Aufgabe durch Reduktion der Lösungsmöglichkeiten.

- *Selbstreferenz* – jedes Element eines Systems kann sowohl auf Veränderungen in der Systemumgebung als auch auf veränderte innere Zustände reagieren.
- *Redundanz* – Funktionen, Fähigkeiten und Systemelemente sind mehrfach vorhanden
- *Autonomie* – alle Systeme sind abgeschlossen und verfügen über eigene Handlungsspielräume

Dieses Gestaltungsprinzip erlaubt die Handhabung komplexer Prozesse der Entwicklung und Planung ohne umfangreichen Planungsvorlauf. Es ist jedoch für die Gestaltung unternehmensübergreifender Entwicklungs- und Planungsprozesse noch weiter zu detaillieren.

Fazit: Für die Gestaltung und Beherrschung komplexer Entwicklungs- und Planungsprozesse finden sich in der Literatur eine Reihe geeigneter Ansätze. So erlauben beispielsweise Methoden, wie das Simultaneous Engineering (SWEENEY 1992), Prozessbausteine (MURR 1999) und Prozessbaukästen (GRUNWALD 2001) eine Unterteilung komplexer Prozesse in beherrschbare und parallel bearbeitbare Einzelbestandteile. Diese weisen jedoch entweder hinsichtlich eines kurzfristigen Einsatzes oder ihrer Eignung bezüglich unternehmensübergreifender Prozesse Defizite auf (vgl. hierzu auch Abbildung 3-28).

3.2.2.3 Methoden und Werkzeuge zur Durchführung von Entwicklungs- und Planungsprozessen

Entwicklungs- und Planungstätigkeiten lassen sich nach WIENDAHL (1997) in die Hauptbereiche Konstruktion, Versuchswesen, Musterbau und Berechnung unterteilen. Den Bereichen Versuchswesen, Musterbau und Berechnung kommt dabei die Aufgabe der Absicherung der in der Konstruktion festgelegten Merkmale und Eigenschaften zu (EHRLENSPIEL 1995). Wie bereits in Kapitel 3.2.2.1 beschrieben, kommt der Eigenschaftsfrüherkennung eine zentrale Rolle bei der Reduzierung der Entwicklungszeiten, der Kostensenkung und der Qualitätsverbesserung zu. Wesentliche Aussagen über die künftigen Merkmale in der Entwicklung befindlicher Produkte oder Produktionsanlagen werden daher anhand von Ersatzmodellen bereits während der Planungsphase abgeleitet.

Diese Modelle können in reale, *physische*, und *rechnungsgestützte* Modelle, sogenannte **virtuelle Prototypen** unterteilt werden. In Bezug auf die Eigenschaftsfrüherkennung bietet die Nutzung virtueller Prototypen gegenüber ihren physischen Gegenständen speziell in den frühen Phasen der Produktentwicklung deutliche Vorteile, da sie dort bereits ohne lange Herstellzeiten Rückschlüsse auf spätere Merkmale zulassen (FLIESS U. JAIN 1995, S. 21ff).

Der Begriff *Digital Mock-Up (DMU)* wird ebenfalls oft im Zusammenhang mit virtuellen Prototypen verwendet. Er bezeichnet jedoch nach BALASUBRAMANIAN U.

KATZENBACH (1996) lediglich die Zusammenfassung virtueller Produktdaten zu einem virtuellen Prototypen, nicht aber darauf angewandte Untersuchungsverfahren.

Eine Zwischenstellung nehmen die Verfahren des sogenannten **Rapid Prototyping (RP)** ein. Dabei werden auf Basis schichtgebender Verfahren körperliche Modelle aus den 3D-CAD-Daten der Produktentwicklung hergestellt. Das Vorhandensein dieser rechnerinternen Modelle ist dabei sowohl für das Rapid Prototyping als auch für das Virtual Prototyping eine Voraussetzung (V. DER HAGEN 1998).

Die Eigenschaftsfrüherkennung an virtuellen Prototypen stellt eine essenzielle Grundlage für Zeit- und Kosteneinsparungen sowie für Qualitätsverbesserungen in der Produktentwicklung dar (KRAUSE ET AL. 2001; GAUSEMEIER ET AL. 2000; MILBERG U. KOEPFER 1990; ABRAMOVICI ET AL. 1998; REINHART UND V. DER HAGEN 2001A).

Auf Grund der beschriebenen vergleichbaren Prozessabläufe der Produktentwicklung und der Produktionsplanung lässt sich das Konzept der Virtuellen Prototypen auf beide Bereiche anwenden. In diesem Zusammenhang kann von den Elementen **Virtuelles Produkt** und **Virtuelle Produktion** gesprochen werden (SPUR 2000; V. DER HAGEN 1999). Analog zu diesen Begriffen und zum Prozess der *Produktentstehung* beschreibt SPUR (2000) hierbei auch den Prozess der *Produktionsentstehung* (vgl. Abbildung 3-14).

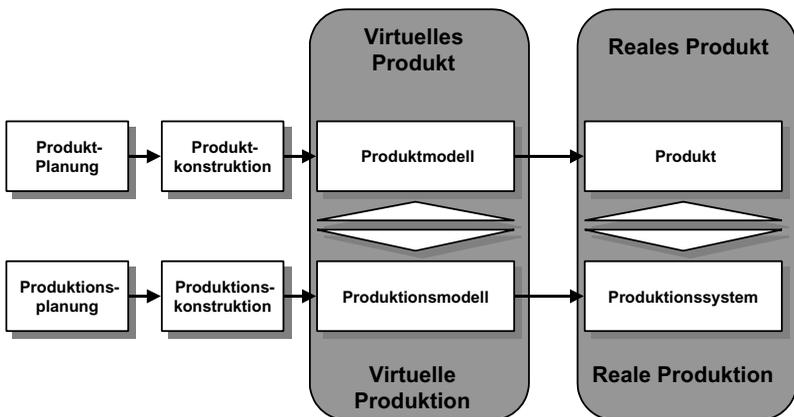


Abbildung 3-14: Virtuelle Prototypen in der Produkt- und Produktionsentstehung (nach SPUR 2000, S. 2)

Um am virtuellen Ersatzmodell die wesentlichen Merkmale von Produkten und Produktionsprozessen mit ausreichender Genauigkeit ermitteln zu können, werden diese durch den Einsatz rechnergestützter Simulations- und Berechnungsverfahren untersucht (SCHÖTTNER 2000, GAUSEMEIER ET AL. 2000; KRAUSE ET AL. 2001; NOBELIUS 1999). Man kann hierbei zwischen Systemen der Modellgenerierung und solchen der Modellevaluierung unterscheiden (GAUSEMEIER ET AL. 2000, S. 29FF).

Unter dem Gesichtspunkt der mechatronischen Entwicklungsprozesse ist zu berücksichtigen, dass ein virtuelles Ersatzmodell nicht ausschließlich aus einer geometrischen Beschreibung in Form von 3D-CAD-Daten besteht, sondern auch abstraktere Informationen, wie beispielsweise elektrische Schaltpläne und Software-Codes der Steuerungsprogrammierung enthalten kann (V. DER HAGEN 2000).

Entscheidend für den Einsatz virtueller Prototypen und rechnergestützter Simulationsverfahren zur Absicherung der Produktionsplanung und Produktentwicklung ist jeweils die Auswahl des optimalen Simulationsverfahrens und der Aufbau eines geeigneten virtuellen Prototyps auf Basis der jeweils aktuellen Planungsdaten (GAUSEMEIER ET AL. 2000; S. 29FF, KRAUSE ET AL. 2001; KARNER 1999, S. 87FF).

Dies gewinnt unter dem Aspekt kooperativer, unternehmensübergreifender Prozesse bei der Entwicklung mechatronischer Produkte eine besondere Bedeutung, da das erforderliche Zusammenspiel unterschiedlicher Unternehmens- und Kompetenzbereiche stets auch ein organisatorisches und datentechnisches Zusammenspiel verschiedener Methoden und Werkzeuge darstellt.

KRAUSE ET AL. (2001) stellen im Rahmen eines nationalen Verbundprojekts **Integrierte Virtuelle Produktentstehung (iViP)** eine Methode zur integrierten Gestaltung und Durchführung von Produktentwicklungs- und Produktionsplanungsprozessen auf Basis virtueller Prototypen vor. Kern der Vorgehensweise ist hierbei eine eigene Systemarchitektur auf Basis des Standards CORBA (Common Object Request Broker Architecture). Diese verbindet alle beteiligten Seiten der Entwicklung und Planung auf einer einheitlichen Plattform und erlaubt so ein schnelles und effizientes Abwickeln von Prozessschritten innerhalb eines Unternehmens und über seine Grenzen hinaus.

Das hohe Maß an Integration aller Entwicklungswerkzeuge setzt jedoch einen entsprechenden Implementierungsaufwand voraus und verhindert dadurch zugleich die kurzfristige Einbindung externer Entwicklungspartner, welche nicht über die entsprechende Systemarchitektur verfügen.

Die Basis der rechnerunterstützten Produktentwicklung stellen rechnererzeugte Dokumente dar, die das Produkt in seinen Eigenschaften beschreiben. Auf diesen Daten aufbauend lassen sich virtuelle Produktmodelle (DMU) als *digitale Produktreferenz (digital Master)* aufbauen, die dann je nach der zu ermittelnden Eigenschaft durch geeignete rechnerbasierte Simulationswerkzeuge untersucht werden (NOBELIUS 1999).

In der mechatronischen Produktentwicklung kommt insbesondere den Daten der 3D-CAD-, E-CAD- und CASE-Systeme große Bedeutung zu, da sie maßgeblich für die vollständige Produktbeschreibung aus Sicht der Bereiche Mechanik, Elektrotechnik und Informationsverarbeitung sind (SCHÖTTNER 2000, S. 29FF; SCHERNIKAU 2001).

Unter dem Begriff **CAP (Computer Aided Planning)** können nach SCHÖTTNER (2000, S. 15) alle Systeme gesehen werden, die für Aufgaben der Arbeitsplanung in der Produktionsplanung eingesetzt werden.

BIGGIORGERO ET AL. (2001) behandeln eine **Methode zur Bewertung von CA-Prozessketten** auf Basis virtueller Prototypen. Kernstück dieser Vorgehensweise ist eine Betrachtung einzelner CA-Werkzeuge als modulare Elemente, welche sich hinsichtlich ihrer Merkmale zu den Gesamteigenschaften einer Prozesskette für die virtuelle Produktentwicklung ergänzen. Diese Methode unterstützt Unternehmen in der Planung von Entwicklungsprozessen und ist nach BIGGIORGERO ET AL. (2001) auch auf die Einbindung externer Kompetenzen anwendbar. Sie dient dabei allerdings nicht direkt der Planung und Gestaltung unternehmensübergreifender Kooperationen, sondern stellt ein Hilfsmittel zur Abstimmung der CA-Prozessketten innerhalb gebildeter Kooperationen dar.

Fazit: Die Nutzung virtueller Prototypen durch CA-Werkzeuge stellt mittlerweile einen wesentlichen Bestandteil der Produktentwicklung und Produktionsplanung dar. Diese Prototypen können durch ihre digitale Form schnell innerhalb eines Unternehmens und über dessen Grenzen hinaus ausgetauscht werden. Hinsichtlich der in Kapitel 2.3 zusammengefassten Anforderungen an geeignete technologische und organisatorische Schnittstellen kommt daher einer optimalen Verkettung der beteiligten Entwicklungswerkzeuge große Bedeutung zu. Der folgende Abschnitt betrachtet diesen Bereich daher gesondert.

3.2.2.4 Werkzeuge des Daten- und Prozessmanagements in Planungs- und Entwicklungsprozessen

Das Wissen über die Inhalte und Zusammenhänge der Abläufe in Produktentwicklung und Produktionsplanung stellt nach WESTKÄMPER 2000 die Basis aller Planungsaktivitäten in einem Unternehmen dar. PROBST ET AL. (1997) beschreiben diesen Umstand als das Wissen bzw. das Wissensmanagement innerhalb eines Unternehmens. Diese Wissensbasis setzt sich aus verschiedenen Ebenen zusammen. Alphanumerische Zeichen als kleinstes Element bilden die Grundlage von Daten, aus denen sich wiederum komplexe Informationen generieren lassen. Nur durch deren Organisation und Strukturierung kann die Effizienz eines Unternehmens gewährleistet werden.

Die hierfür erforderlichen Informationen werden jedoch in einer Reihe dezentral strukturierter Systeme generiert und müssen daher zunächst in zentrale Systeme übertragen und dort verwaltet werden. Besondere Bedeutung in der Produktentwicklung kommt im Zusammenhang mit CA-Werkzeugen der Verwaltung von Produktdaten und den Prozessabläufen der Produktentwicklung durch **Produktdaten-Management (PDM)-Systeme** zu. Diese auch mit dem Begriff **Product-Life-Cycle-Management (PLCM)** belegten Systeme stellen nach SCHÖTTNER (2000, S. 27^{FF}) das Bindeglied zwischen den einzelnen Prozessen der Produktentwicklung dar.

Ein PDM-System dient der strukturierten Speicherung von Produktdaten und der Koordinierung der Abläufe, in denen diese Daten erstellt und verändert werden. Darin

abgebildete Entwicklungs- und Planungsprozesse unterteilen sich in eine Reihe von Einzelaufgaben, wie beispielsweise die Konstruktion eines Bauteils nach bestimmten Vorgaben. Die im Rahmen des Entwicklungsprozesses anfallenden Aufgaben werden im PDM-System als Teilprozess geplant. Anschließend werden dem Bearbeiter der Aufgabe die dazu erforderlichen Daten zur Verfügung gestellt. Nach Abschluss des Teilprozesses werden diese wieder im PDM-System abgelegt und für die folgenden Schritte freigegeben. Der Zugriff auf bestimmte Daten und der zeitliche Rahmen wird dabei durch das PDM-System koordiniert.

Die folgende Abbildung 3-15 stellt die wichtigsten dieser CA-Methoden und ihre Kopplung über ein PDM-System schematisch dar.

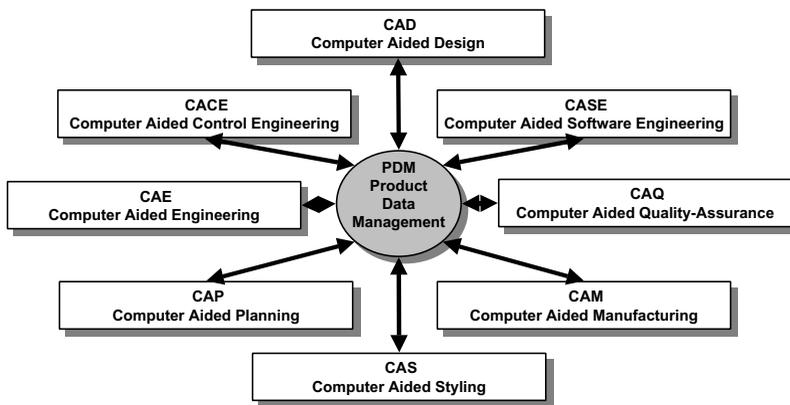


Abbildung 3-15: *Kopplung verschiedener CA-Methoden (in Anlehnung an SCHÖTTNER 2000)*

Im Gegensatz zu den Produktdaten werden produktionsrelevante Daten vorwiegend nicht in PDM-, sondern in **PPS (Produktionsplanungs- und -steuerungs)-Systemen** verwaltet. Diese auch als **Enterprise Resource Planning (ERP)** oder **Material Requirement Planning (MRP)** bekannten Systeme werden nach SCHÖTTNER (2000, S. 6ff) vorwiegend zur Planung und Unterstützung prozessorientierter Vorgänge bei der Herstellung bereits fertig entwickelter Produkte eingesetzt. Sie finden aber auch in den Bereichen Finanzwesen, Controlling und der Personalwirtschaft Anwendung. Ausgehend von einem konkreten Fertigungsauftrag legen PPS-Systeme alle relevanten Produktionsschritte hinsichtlich ihrer Ressourcen und Abläufe fest und leiten die jeweils erforderlichen Daten und Dokumente an die jeweilige Abteilung weiter. Mittlerweile erweiterten jedoch auch PDM- und konstruktionsnahe Planungssysteme ihre Fähigkeiten in Richtung der Produktionsabläufe (vgl. z.B. LINNEN 2000).

BULLINGER ET AL. (1999) beschreiben die gemeinsame Verwaltung von Produkt- und Produktionsdaten durch PDM- bzw. PPS-Systeme als das datentechnische Rückgrat produzierender Unternehmen. Die folgende Abbildung 3-16 stellt das Zusammenspiel und die Aufgaben dieser Systeme schematisch dar.

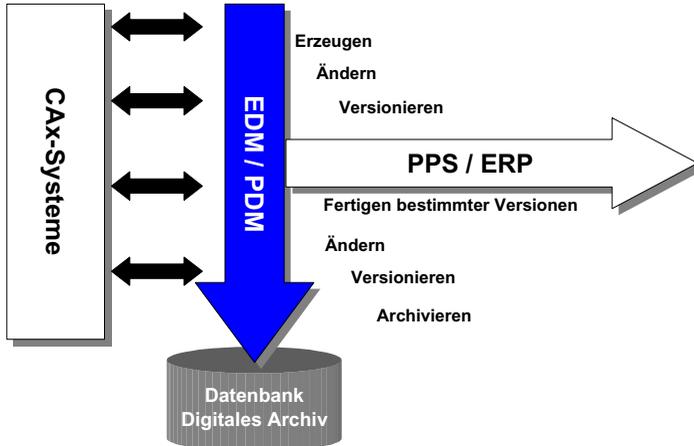


Abbildung 3-16: Datenverwaltung der Produkt- und Produktionsdaten durch PDM- und PPS-Systeme (BULLINGER ET AL. 1999)

Bislang erfolgt in den Unternehmen jedoch eine weitgehende Trennung von Produkt- und Prozessdaten (SCHÖTTNER 2000, S. 26FF). SCHEER ET AL. (2000, S. 19) fordern hierbei eine durchgängige elektronische Unterstützung von Geschäftsprozessen, um diese flexibel und effizient gestalten zu können.

BRANDNER (2000) beschreibt unter diesem Aspekt das **Konzept eines integrierten Produktdaten- und Prozessmanagements für virtuelle Fabriken**³. Hierbei wird – analog zu BULLINGER ET AL. (1999) - von einer zentralen Verwaltung der Produkt- und Prozessdaten ausgegangen, die durch ein gemeinsames Softwarewerkzeug für die Datenverwaltung für alle beteiligten Unternehmen ermöglicht wird. Dies erlaubt eine schnellere und effizientere Projektabwicklung, in die zudem das dezentral verteilte Know-how aller Projektmitarbeiter frühzeitig eingebracht werden kann.

Fazit: Die Prozesse der Produktentwicklung und der Produktionsplanung finden durch die Nutzung virtueller Planungsmodelle eine umfassende Unterstützung. Während die Gestaltung und Bewertung der Eigenschaften von Produkt und Produktion weitgehend über CA-Werkzeuge erfolgt, stellen PDM- und PPS-Systeme die Plattform bereit, auf

³ vgl. zum Begriff der Virtuellen Fabriken auch Kapitel 3.3.1.

der alle wesentlichen Abläufe und Inhalte der Entwicklung und Planung in produzierenden Unternehmen ablaufen. Hinsichtlich kurzfristig gebildeter Entwicklungs- und Planungs Kooperationen kommt daher insbesondere der geeigneten Kopplung dieser Werkzeuge eine große Bedeutung zu.

3.3 Kooperation in Entwicklung und Planung

Die Übertragung der in Abschnitt 3.1 genannten Definition des Begriffs *Kooperation* als “Zusammenarbeit verschiedener (Wirtschafts-) Partner, von denen jeder einen bestimmten Aufgabenbereich übernimmt“ (DUDEN FREMDWÖRTERBUCH 1990), auf Unternehmenskooperationen bedeutet nach LUGER (1991) die “Zusammenarbeit zweier oder mehrerer Unternehmen zur Erreichung individueller oder gemeinsamer Ziele“.

Eine Kooperation von Unternehmen stellt somit den Mittelweg zwischen einem völligen Alleingang und einem ganzheitlichen Zusammenschluss mehrerer Partner dar. Merkmale solcher Verbindungen sind nach ITTNER (2000):

- Die Unternehmen behalten ihre rechtliche und vordergründig auch ihre wirtschaftliche Selbstständigkeit.
- Die Kooperation ist freiwillig, kündbar und in der Regel auch befristet.
- Eine Kooperation erstreckt sich gewöhnlich auf die gemeinsame Erfüllung von betrieblichen Funktionen oder Teilaufgaben. Sie ist also zweckorientiert.
- Alle beteiligten Unternehmen sollen einen Nutzen (z.B. in Form von Synergieeffekten) erzielen.

Kooperationen können, neben einer Differenzierung nach dem Grad der Verflechtung beziehungsweise Autonomie, auch nach den betroffenen Wertschöpfungsstufen der beteiligten Unternehmen klassifiziert werden (HEINEN 1991; SCHLIFFENBACHER 2000):

- Unter *horizontaler Kooperation* versteht man die Zusammenarbeit von Unternehmen, die sich auf der gleichen Wertschöpfungsstufe befinden (z.B. zwei Automobilhersteller, die ein gemeinsames Produkt entwickeln und produzieren).
- Bei der *vertikalen Kooperation* verbinden sich Unternehmen mit aufeinanderfolgenden Wertschöpfungsstufen miteinander (z.B. zwischen einem Automobilhersteller und einem Automobilzulieferer).
- Als Mischformen kann die *diagonale Kooperation* gesehen werden. Diese entsteht häufig durch Zusammenschlüsse von Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen und Wertschöpfungsstufen (z.B. zwischen einem Automobilhersteller und einem Zulieferer der Luft- und Raumfahrtindustrie).

Während die betriebswirtschaftliche Literatur hierbei rechtliche und wirtschaftliche Unabhängigkeit der beteiligten Institutionen als wichtiges Merkmal herausstellt (HEINEN 1991; DATHE 1998; HIRSCHMANN 1998), ist in der technischen Literatur auch bei

Formen der innerbetrieblichen Zusammenarbeit von Kooperation die Rede (vgl. z.B. GAUSEMEIER ET AL. 2000; KRAUSE ET AL. 2001).

Der Begriff *Kooperation* bezieht sich folglich nicht notwendigerweise ausschließlich auf einen Zusammenschluss von Unternehmen, sondern kann auch auf Formen der Zusammenarbeit innerhalb eines Unternehmens angewandt werden. Die folgenden Abschnitte fassen die wesentlichen Merkmale von Kooperationen zusammen.

3.3.1 Eigenschaften und Merkmale kooperativer Organisationsformen

Das Spektrum von Kooperationsbeziehungen lässt sich nach den Gesichtspunkten der *rein marktlichen Transaktion* und der *strategischen Konzentration* (HIRSCHMANN 1998), der *Autonomie und Abhängigkeit* (ROTERRING 1993) und der *kooperierenden Wertschöpfungsstufen* (HEINEN 1991; PICOT ET AL. 1996) unterteilen.

In der Literatur wird ein breites Spektrum von Kooperationsbeziehungen - von rein marktlichen Beziehungen auf der einen und strategischen Konzentrationen auf der anderen Seite - mit dem Begriff *Unternehmenskooperationen* belegt. Die im Rahmen dieser Arbeit behandelten Entwicklungs- und Planungsoperationen bewegen sich innerhalb dieses Spektrums, weshalb auch hier der Begriff *Kooperation* angewandt werden kann.

Bezüglich möglicher Kooperationsformen finden sich in der Literatur eine Reihe von Beschreibungen (vgl. HEINEN 1991; CORSTEN 1994; MÜTHLEIN 1995; DATHE 1998; MEHLER 1999; SCHLIFFENBACHER 2000), von denen auf die wichtigsten im Weiteren kurz eingegangen werden soll.

Zu den **klassischen Kooperationsformen** zählt die rein marktlich gebildete Austauschbeziehung der *Auftragsvergabe*, die durch Kauf-, Werk-, Werkliefer- oder Dienstvertrag juristisch geregelt ist (BGB 1999 §§ 433FF, §§ 611FF, §§ 631FF; HGB 1999 §§ 343FF, §§ 373FF). Ebenfalls in diese Gruppe gehören demokratisch organisierte *Interessenverbände* (DATHE 1998), frei gebildete *Kartelle* (MÜTHLEIN 1995; GWB §§1FF), vertraglich organisierte *Konsortien* (HEINEN 1991; CORSTEN 1994), rechtlich selbstständigen *Gemeinschaftsunternehmen (Joint Venture)* (DATHE 1998; SCHRÄDER 1996), *Konzerne* (HEINEN 1991) und *Fusionen* (DATHE 1998; HEINEN 1991).

PICOT ET AL. (1996) bezeichnen die klassischen Kooperationsformen in ihrer Natur eher als reaktive Instrumente, die nur auf Grund konkret vorliegender Aufgabenstellungen zum Einsatz kommen. Um Unternehmen jedoch über rein bilaterale Beziehungen hinaus in die Lage zu versetzen, proaktiv künftigen Herausforderungen des Marktes zu begegnen, wurden von verschiedenen Seiten neue Kooperationsformen entwickelt, die unter dem Begriff **Unternehmensnetzwerke** zusammengefasst werden können (KLINK 1998; MEHLER 1999; SCHLIFFENBACHER 2000). **Kompetenznetzwerke** stellen eine

Sonderform der Unternehmensnetzwerke dar, in denen nur Unternehmen vergleichbarer Kompetenzen zusammengefasst sind (vgl. SCHLIFFENBACHER 2000; RUDORFER 2001).

SCHLIFFENBACHER (2000, S. 37ff) stellt einen Zusammenschluss von Unternehmen auf Basis dynamischer, hierarchieloser Kompetenznetzwerke als besonders geeignet für kurzfristige Kooperationen heraus. Diese weisen eine kurze Projektdauer, eine symmetrische Machtverteilung, die dezentrale Projektkoordination, eine schwache eigene Netzwerkidentität, eine hohe Wandlungs- und Anpassungsfähigkeit, den umfassenden Einsatz von IuK-Technik und die Unterstützung der Kooperationsbildung durch Rechnerwerkzeuge auf. Innerhalb dieser *heterarchischen* (hierarchielosen) Kompetenznetzwerke lassen sich unternehmensübergreifende Wertschöpfungsketten (MILLARG 1998, S. 43) konfigurieren, die lediglich für die Erfüllung eines bestimmten Auftrags genutzt werden (vgl. Abbildung 3-17).

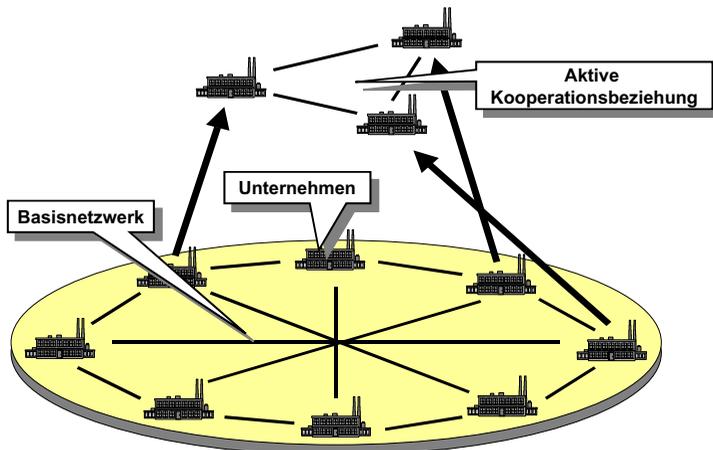


Abbildung 3-17: Basisstruktur von Unternehmensnetzwerken zur Bildung von Kooperationsbeziehungen (SCHLIFFENBACHER 2000)

Diese Unternehmensnetzwerke bieten von Anfang an das Potenzial für die Kooperation mit mehreren Partnern zugleich und beinhalten sowohl auf langfristige Stabilität abzielende statische Gestaltungsprinzipien als auch dynamische Elemente, die eine schnelle Aktions- und Reaktionsfähigkeit gewährleisten (KLINK 1998).

SCHLIFFENBACHER (2000, S. 24) definiert den Begriff der Unternehmensnetzwerke als "unternehmensübergreifende Organisationsform zur Durchführung wirtschaftlicher Aktivitäten, die sowohl durch kooperative als auch durch kompetitive Austauschbeziehungen zwischen rechtlich selbstständigen, wirtschaftlich jedoch abhängigen Unternehmen gekennzeichnet ist". In ihrer Grundfunktionsweise bilden sich in Unter-

nehmensnetzwerken aus einem bestehenden *Beziehungsgeflecht* der beteiligten Partner (dem sogenannten *Basisnetzwerk*) heraus laufend **aktive Kooperationsbeziehungen** zur Zusammenarbeit in einem konkreten Projekt (SCHLIFFENBACHER 2000).

Innerhalb von Unternehmensnetzwerken können sich nach BULTJE U. VAN WILK (1999) und KONRADT (1999) sogenannte **Virtuelle Unternehmen** herausbilden. Diese unterscheiden sich von Netzwerken vor Allem durch eine Spezialisierung der Partner auf ihre Kernkompetenzen mit dem Ziel einer unternehmensübergreifenden Optimierung der Wertschöpfungskette, durch den umfassenden Einsatz moderner IuK-Technologien zwischen diesen Unternehmen und durch das einheitliche Auftreten des virtuellen Unternehmens nach außen (vgl. Abbildung 3-18).

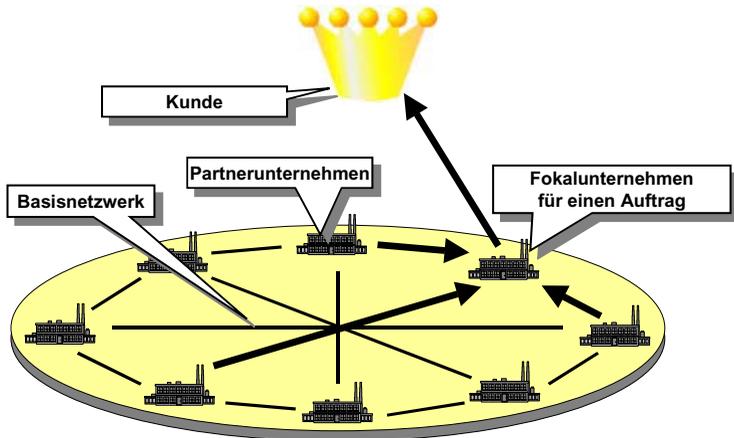


Abbildung 3-18: Struktur eines virtuellen Unternehmens auf der Basis dynamischer, hierarchieloser Netzwerke (SCHLIFFENBACHER 2000)

In der Literatur finden sich verschiedene Sichtweisen und Beschreibungsformen für Virtuelle Unternehmen (DANGELMAIER 1997; WESTKÄMPER 1999A; SCHOLZ 1996; MILES U. SNOW 1984; MOSHOWITZ 1986; DAVIDOW U. MALONE 1992).

Im Rahmen dieser Arbeit soll die von FÜHRER U. ASHKANASY (1998), MEHLER (1999) und SCHLIFFENBACHER (2000) verwendete folgende Definition gelten:

“Ein virtuelles Unternehmen ist eine temporäre Netzwerkorganisation, die sich aus unabhängigen Unternehmen, Institutionen oder spezialisierten Einzelpersonen zusammensetzt. Es bildet sich spontan, um eine mögliche Marktchance zu nutzen. Die Partner bringen ihre Kernkompetenzen ins Netzwerk ein, um so das bestmögliche Ergebnis zu erreichen. Das virtuelle Unternehmen nutzt moderne IuK-Technik in allen Phasen der Leistungserstellung. Gegenüber Außenstehenden erscheint es als eine

einzigste organisatorische Einheit. Eine virtuelle Fabrik ist ein virtuelles Unternehmen, dessen Geschäftszweck die Erstellung materieller Güter ist.“

Im Gegensatz zu anderen möglichen Ausprägungsformen virtueller Unternehmen, wie beispielsweise Brokernetzwerken, gibt es in dynamischen, hierarchielosen Netzwerken keine starke Zentralinstanz, die Aufbau und Auftragsabwicklung derartiger Kooperationen koordiniert (vgl. Abbildung 3-18). Vielmehr bilden sich innerhalb des Netzwerks individuelle virtuelle Unternehmen heraus, deren projektbezogene Leitung jeder Partner im Netzwerk übernehmen kann. Unternehmen, die einen Auftrag akquiriert haben, übernehmen die aufbauorganisatorische Konfiguration und Kooperationspartnerauswahl des virtuellen Unternehmens (SCHLIFFENBACHER 2000). Als typische Beispiele für dynamische, hierarchielose Netzwerke zur Bildung virtueller Unternehmen können die Kompetenznetzwerke *RP-Net.de*, *Produktionsnetz.de* und *Engineering-Net.de* gesehen werden (REINHART U. SCHLIFFENBACHER 1997; RUDORFER 2001; REINHART U. V. DER HAGEN 2001A).

RUDORFER (2001, S. 19FF) beschreibt das Konzept **mehrdimensionaler Kompetenznetzwerke**, die sich aus mehreren herkömmlichen Kompetenznetzwerken mit jeweils scharf abgegrenzten Kompetenzfeldern (sog. eindimensionale Kompetenznetzwerke) zusammensetzen. Innerhalb dieser mehrdimensionalen Netzwerke existieren zwei Grundvarianten zum Aufbau von Wertschöpfungsketten (vgl. Abbildung 3-19).

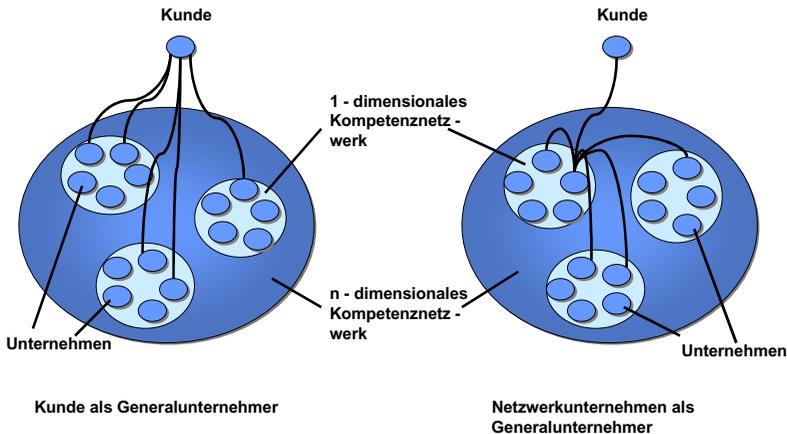


Abbildung 3-19: Varianten der Generalunternehmerschaft in mehrdimensionalen Netzwerken (RUDORFER 2001, S. 19)

Einerseits kann ein Kunde direkt als *Generalunternehmer* auftreten und die Kompetenzen der auftragspezifisch am besten geeigneten Unternehmen zu einer Wertschöpfungskette konfigurieren. Die andere Möglichkeit ist, die Rolle der Generalunter-

nehmerschaft direkt einem Unternehmen innerhalb des Netzwerks zu übertragen und diesem gegenüber lediglich als Kunde aufzutreten.

Innerhalb heterarchischer Kompetenznetzwerke findet nach SCHLIFFENBACHER (2000, S. 68ff) eine permanente Konfiguration neuer Wertschöpfungsketten statt. Hierbei kann unterschieden werden zwischen:

- einer **hierarchischen Konfiguration**, bei der die Planungsinstanz für jeden Teilprozess eine Ressource auswählt, zu der bereits im Vorfeld eine Kooperationsbeziehung (z.B. Rahmenvertrag) bestand.
- einer einfachen **marktlichen Konfiguration**, bei der die planende Instanz durchzuführende Teilaufgaben nicht direkt bestimmten Kompetenzeinheiten zuweist, sondern zur Ressourcenallokation marktliche Mechanismen nutzt. Hierbei werden sowohl organisatorisch-wirtschaftliche als auch technisch-qualitative Bedingungen einer Kooperation festgelegt, die durch den Leistungserbringer ohne Verhandlungsspielraum zu erfüllen sind. Die Auswahl der Leistungserbringer erfolgt über einen typischen Anfrage-Angebotsprozess.
- einer **evolutionären marktlichen Konfiguration**, bei welcher der Nachfrager von Leistungen den Leistungserbringern anfangs lediglich ausreichende Informationen für eine Prüfung von deren prinzipiellen Machbarkeit liefert. Innerhalb eines vorgesehenen Freiraums hinsichtlich der konkreten Ausgestaltung der Wertschöpfungskette bleiben z.B. Kosten- oder Zeiteile der jeweiligen Leistungserbringer variabel. Diese können dann auf unvollständige Anfragen in Form von ebenfalls unvollständigen Angeboten reagieren. In einem anschließenden Verhandlungsprozess werden dann Aufgabenstellungen bzw. Angebote hin zu detaillierten Vereinbarungen konkretisiert.
- einer **multilateralen marktlichen Konfiguration** bei welcher der Nachfrager von Leistungen zu Beginn nur globale Zielgrößen und grobe Spezifikationen an eine Gruppe potenzieller Leistungserbringer stellt, die sich mittels gruppeninterner Verhandlungsprozesse abstimmen und so die aus Sicht der Gruppe optimalen Leistungserbringer wählen. Vereinbarungen sind somit Ergebnis eines evolutionären Abstimmungsprozesses zwischen dem Nachfrager und den Anbietern von Leistungen, sowie der Leistungserbringer untereinander.

Für eine weitgehend automatisierte Konfiguration unternehmensübergreifender Kooperationen beschreiben WESTKÄMPER ET AL. (1997) Beispiele für **agentenbasierte Marktplätze**. Hierbei übernehmen intelligente Softwarewerkzeuge in Form elektronischer Agenten selbstständig Aufgaben geschäftlicher Transaktionen für ihren Nutzer. Zu diesen Aufgaben gehören beispielsweise das Verhandeln, Kaufen, Verkaufen und Bezahlen. Diese Software-Agenten verfolgen dabei zuvor festgelegte Verhaltensmuster, die sie mit Informationen über die individuellen Ziele des jeweiligen Benutzers zu konkreten Handlungen in elektronischen Marktplätzen umsetzen (BIGUS U. BIGUS 1998).

Dabei bieten sie insbesondere Vorteile bei der lokalen Optimierung der Auswahl einzelner Elemente von Kooperationen, die jedoch einen niedrigen Komplexitätsgrad aufweisen sollten (MARTIAL 1993; STIEFBOLD 1998).

SCHLIFFENBACHER (2000, S. 46ff) führt in diesem Zusammenhang jedoch an, dass Agentensysteme auf Grund einer fehlenden Nutzung von Erkenntnissen aus früheren Kooperationsbeziehungen und einer fehlenden Betrachtung der Wertschöpfungskette als Ganzes keine kontinuierlichen Verbesserungen an existierenden Wertschöpfungsketten und -prozessen erwarten lassen.

Im Verhältnis zu den durch sie festgelegten Kosten verursachen Entwicklungs- und Planungsprozesse lediglich einen Bruchteil der Gesamtkosten eines Produkts (EHRLENSPIEL 1995). Somit liegt das Hauptgewicht bei der Konfiguration von Wertschöpfungsketten in der Entwicklung und Planung primär auf optimierten Prozessen und nicht auf einer größtmöglichen Kosteneinsparung. Agentenbasierte Konfigurationsmechanismen bieten daher keine Vorteile in kurzfristigen Engineering-Kooperationen.

Fazit: Für Methoden zur kurzfristigen Bildung und Abwicklung kooperativer Prozesse existiert eine Reihe möglicher Forschungsansätze. So können unter anderem im Rahmen von Unternehmensnetzwerken (vgl. z.B. WESTKÄMPER ET AL. 1997; SCHLIFFENBACHER 2000; RUDORFER 2001) innerhalb kurzer Zeit Kooperationen zur Erfüllung kundenindividueller Anforderungen gebildet und abgewickelt werden. Hierbei können ohne Zutun des Kunden auf Basis marktlicher Mechanismen eigene Wertschöpfungsketten entstehen, die von verschiedenen Kompetenzanbietern gemeinsam gebildet werden. Diese Kooperationsformen sind derzeit jedoch primär auf Aspekte der Produktion, nicht jedoch auf Entwicklungs- und Planungsprozesse hin ausgerichtet und können die in Kapitel 2.3 zusammengefassten Anforderungen aus diesem Bereich nur unvollständig erfüllen (vgl. hierzu auch Abbildung 3-28).

3.3.2 Dienstleistungen als Basis unternehmensübergreifender Engineering-Kooperationen

Extern bezogene Kompetenzen der Entwicklung und Planung können nach TEUBNER (1999, S. 87ff) als sogenannte **Engineering-Dienstleistungen** bezeichnet werden. Dieser Begriff ist auch in der Praxis weit verbreitet. Über die Definition des Begriffs **Dienstleistung** selbst herrscht jedoch in der Fachliteratur keine Einigkeit.

3.3.2.1 Beschreibung und Abgrenzung des Dienstleistungsbegriffs

Nach ZAPF (1990, S. 54) handelt es sich bei Dienstleistungen um "marktübliche wirtschaftliche Güter, deren Erzeugung einen Produktionsprozess mit dem Schwerpunkt nicht-stoffumwandelnder Tätigkeiten erfordert". GUTENBERG (1983) wendet den Begriff der Produktion zugleich für die Erstellung materieller Güter (sog. Sachgüter) und für

immaterielle Güter (sog. Dienste oder Dienstleistungen) an. Er stellt somit ebenfalls die Immaterialität von Dienstleistungen als deren Charakteristikum heraus.

Demgegenüber definiert BEREKOVEN (1974, S. 29), aus einer prozessorientierten Sichtweise heraus, Dienstleistungen als “im engsten Sinne der Bedarfsdeckung Dritter dienende materielle und/oder geistige Prozesse, deren Vollzug und deren Nutzung einen (zeitlich und räumlich) synchronen Kontakt zwischen Leistungsgeber und Leistungsnehmer (bzw. dessen Verfügungsobjekt) technisch bedingen und von der Bedarfsdeckung her erfordern“. Auch MEYER (1996, S. 20) sieht die Immaterialität nicht als zwingendes definitorisches Grundmerkmal an, da sowohl der Leistungsprozess als auch das Leistungsergebnis einer Dienstleistung materieller Natur sein können (z.B. bei einer Reinigung, einem Versuch anhand von Prototypen etc.).

Im Rahmen der Arbeit soll daher – aufbauend auf der zuvor genannten Definition von BEREKOVEN (1974) - davon ausgegangen werden, dass alle Formen der Leistungserbringung bei der Einbeziehung externer Kompetenzen in der Entwicklung und Planung als Dienstleistungen angesehen werden können. Dies deckt sich auch mit der Sichtweise von RUDORFER (2001), SCHLIFFENBACHER (2000) und MEHLER (1999), die im Zusammenhang mit der Bildung kurzfristiger Kooperationen im produzierenden Umfeld von der Erbringung sogenannter *Produktionsdienstleistungen* sprechen.

Zwischen den beiden Bereichen der Sachgüterproduktion und der Dienstleistungserbringung gibt es sowohl hinsichtlich der Produkteigenschaften als auch in Bezug auf die dahinter stehenden Erstellungsprozesse eine Reihe von Gemeinsamkeiten und Unterscheidungsmerkmalen. BRUHN (1991) bezeichnet die Gleichzeitigkeit von Produktion und Absatz (*uno-acto-Prinzip*) als das charakteristische Merkmal einer Dienstleistung. Hinsichtlich der wesentlichen Unterschiede zwischen Sachleistungen und Dienstleistungen treffen LEHMANN (1993) und JASCHINSKI (1998, S. 94) eine Reihe von Differenzierungen, welche in Abbildung 3-20 zusammengefasst sind.

Sachleistung	Dienstleistung
Produkt ist gegenständlich	Dienstleistung ist immateriell
Produkt kann gelagert werden	Dienstleistung ist nicht lagerfähig
Produkt kann transportiert werden	Dienstleistung kann nicht transportiert werden
Produkt kann vor Verkauf vorgeführt werden	Dienstleistung wird bei vollständiger Vorführung erbracht
Produktion und Verkauf sind voneinander getrennt	Produktion und Konsum erfolgen gleichzeitig
Produktion erfolgt ohne Kunden	Interaktion zwischen Kunde und Dienstleister (externer Faktor – vgl. Abbildung 3-21)
Produktfehler entstehen im Produktionsprozess und sind korrigierbar	Produktfehler entstehen während der Interaktion und können nicht mehr korrigiert werden.

Abbildung 3-20: *Unterschiedliche Eigenschaften von Sach- und Dienstleistungen (nach LEHMANN 1993 und JASCHINSKI 1998, S. 94)*

Hinsichtlich des Erstellungsprozesses stellt MALERI 1994 die unterschiedlichen Abläufe der Sachgüter- und Dienstleistungserstellung in Abbildung 3-21 zusammen. Die hier erläuterten Unterschiede im Erstellungsprozess bewirken nach MEYER (1998) direkte Konsequenzen für die Eigenschaften von Dienstleistungen. So können aus der fehlenden Möglichkeit zur Speicherung bzw. Lagerung von Dienstleistungsprodukten entsprechend hohe Anforderungen an die Optimierung der Leistungskapazität, der Nachfragesteuerung, der Standortbestimmung und des Transportes der Leistung zum Kunden abgeleitet werden.

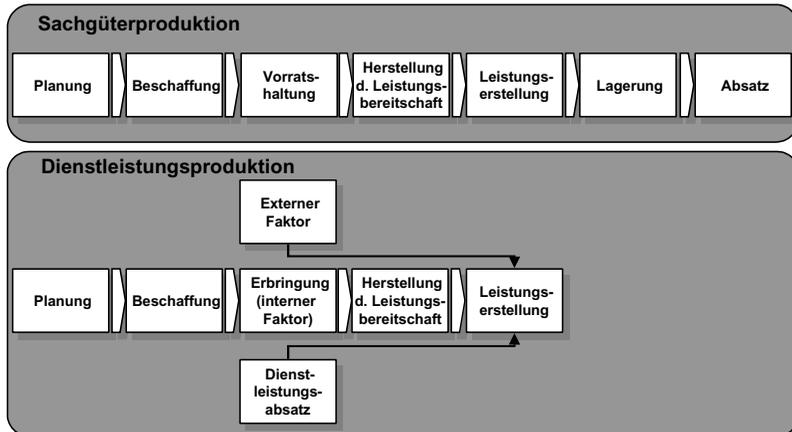


Abbildung 3-21: Abläufe der Sachgüter- und Dienstleistungserstellung (MALERI 1994, S. 170)

Um Engineering-Dienstleistungen strukturiert in bestehende Prozesse der Entwicklung und Planung integrieren zu können, ist eine systematisierte Betrachtungsweise aller möglichen Erscheinungsformen sinnvoll. MEYER (1996, S. 24ff) differenziert Dienstleistungen nach den folgenden Faktoren:

- *Persönlich erbrachte* Dienstleistungen (z.B. ärztliche Untersuchung, Rechtsberatung, Kfz-Reparatur, Theatervorführung, Friseur) versus *automatisierte* (z.B. automatische Waschanlage, automatische Telefonansagedienste, automatische Fehlerdiagnosegeräte) versus *veredelte* Dienstleistungen (z.B. Musik einer Konzertveranstaltung auf einer Compact Disc, Videoaufzeichnung eines Balletts).
- Objekt- versus personendominante Dienstleistungen (abhängig davon, ob der interne Faktor Mensch oder überwiegend Objekte (z.B. Maschine) die persönlich erbrachte Dienstleistung erbringen).
- Objekt- versus personengerichtete Dienstleistungen (je nachdem, ob die persönlich erbrachte Dienstleistung am Mensch als externer Faktor oder an seinem Objekt erbracht wird).

- Kollektive versus individuelle Dienstleistungen (abhängig davon, ob die persönlich erbracht Dienstleistung an mehreren Personen bzw. Objekten oder individuell erbracht wird).
- Unmittelbare versus mittelbare (mediale) Dienstleistungen (je nachdem, ob eine räumliche Identität von internem oder externem Faktor besteht oder nicht).

Vertragsrechtlich ist das Verhältnis zwischen dem Anbieter und dem Abnehmer einer Dienstleistung durch das bürgerliche Gesetzbuch über die Paragraphen BGB (1999, §§ 433FF, §§535, §§ 611FF, §§ 631FF), sowie das Handelsgesetzbuch HGB (1999 §§ 343FF, §§ 373FF) definiert.

Im Umfeld der rechtlichen Rahmenbedingungen bei der Erbringung von Dienstleistungen erläutert MALERI (1973), dass sich aus einem entsprechend der obigen Vorgaben geschlossenen Vertrag zunächst *Primäransprüche* auf die eigentliche Leistungserfüllung nach BGB (1999, §§ 433, §§535, §§ 631) ergeben. Zusätzlich entstehen beispielsweise aus den Paragraphen BGB (1999, §§ 459FF, §§536A, §§538, §§ 633FF) *Sekundäransprüche* aus einem Scheitern oder einer Schlechtleistung der primären Ansprüche. Das BGB (1999, §§ 652) nennt zudem eine explizite Beratungspflicht eines Dienstleisters hinsichtlich möglicher Risiken der Vertragserfüllung.

Die in Kapitel 2 vorgestellte Befragung produzierender Unternehmen und der Anbieter von Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen ergab, dass diese gesetzlichen Vorgaben in der Regel in festen Musterverträgen berücksichtigt werden, welche innerhalb kurzer Zeit um die spezifischen Inhalte der jeweiligen Kooperation ergänzt werden können.

3.3.2.2 Systematisierung industrieller Dienstleistungen

Eine systematisierte Unterteilung von Dienstleistungen kann nach JUGEL (1989) anhand der Kopplung von Dienstleistungen mit anderen Leistungen erfolgen. Dieser Ansatz der **Verbundenheit mit der Hauptleistung** ergibt eine Einteilung in *primäre* und *sekundäre* Dienstleistungen.

Primärdienstleistungen sind demnach eigenständige Leistungen, deren Ziel nach NOCH (1995) die Gewinnerwirtschaftung ist. **Sekundärdienstleistungen** werden nach FASSOT (1995) beschrieben als "...Produktkomponenten, die als Dienstleistungen – ggf. zusammen mit anderen Komponenten – ein generisches Produkt zu einem marktfähigen Produkt machen".

Sekundärdienstleistungen können nach JUGEL (1989) weiter in obligatorische und fakultative Leistungen unterteilt werden. Nach HERMSEN (2000) ist eine solche Gliederung vor allem aus Marketinggesichtspunkten wichtig, da sie, neben den zwingend notwendig zu erbringenden, *obligatorischen* Dienstleistungen zusätzlich *fakultative* Alleinstellungsmerkmale generieren können. Diese ergänzenden Merkmale ver-

körpern freiwillige Zusatzleistungen, durch welche ein Hersteller eigene Leistungen gegenüber Konkurrenzprodukten abheben kann. Diese Leistungen haben oft kaufentscheidende Bedeutung, da sie die Qualität der Dienstleistung und, damit verbunden, die des Kernprodukts steigern.

Eine Systematisierung nach der **Art des externen Faktors** trennt nach GARBE (1998) zwischen *produkt-* und *subjektbezogenen Leistungen*. Produktbezogen ist eine Dienstleistung, sobald die Leistung an einem Objekt vollzogen wird und eine Eigenschaftsveränderung bewirkt. Demgegenüber steht die subjektbezogene Leistung, welche sich auf eine Person bezieht, beispielsweise eine Beratung.

Da GARBE (1998) hierbei nicht zwischen bereits bestehenden und noch in der Entwicklung befindlichen Produkten unterscheidet, können Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen zugleich produkt- und subjektbezogen sein. Eine solche Trennung ist demnach für die behandelte Aufgabenstellung nicht weiterführend.

Die wissenschaftliche Behandlung einer systematischen Gestaltung von Dienstleistungen erfolgt in der Literatur zum größten Teil aus der betriebswissenschaftlichen Sicht des *Marketing* und des *Dienstleistungsabsatzes* (vgl. z.B. MEYER 1996; MEYER U. TOSTMANN 1987). Sie bewegen sich jedoch nach JASCHINSKI (1998, S. 48) primär auf organisationstheoretischem Niveau. Einige Ansätze behandeln diesen Themenbereich jedoch auch aus einer ingenieurwissenschaftlichen Sicht. So beschreiben SCHWARZ (1997), HERMSEN (2000) und JASCHINSKI (1998) jeweils unterschiedliche Ansätze, Dienstleistungen ähnlich technischen Produkten zu behandeln und auf Basis systematischer Abläufe der Produktentwicklung methodisch zu gestalten.

SCHWARZ (1997) überträgt die bereits in Kapitel 3.2.2.1 beschriebenen vier Phasen des methodischen Konstruierens (Klären der Aufgabe, Konzipieren, Entwerfen und Ausarbeiten) auf die systematische Entwicklung von Dienstleistungen. Diese setzt sich aus den drei Phasen *Planen und Klären des Ergebnisses*, *Konzipieren und Entwerfen der Prozesse* und *Ausarbeiten der Potenziale* zusammen. Diese Vorgehensweise wird von JASCHINSKI (1998) hinsichtlich einer späteren Umsetzungsphase erweitert, wodurch neben der eigentlichen Gestaltung der Dienstleistung auch deren Anwendung bzw. Absatz beinhaltet ist.

Fazit: Aus betriebswirtschaftlicher und juristischer Sicht ist das Themenfeld der Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen bereits ausreichend behandelt, um eine Grundlage kurzfristig gebildeter Engineering-Kooperationen darzustellen. Eine Vorgehensweise zur Gestaltung solcher Kooperationsbeziehungen hat daher die Grundlagen für deren Abwicklung innerhalb der bestehenden betriebswirtschaftlichen und juristischen Rahmenbedingungen sicherzustellen.

3.3.3 Kooperative Entwicklungs- und Planungsprozesse

Der folgende Abschnitt behandelt die besonderen Gegebenheiten kooperativer Prozesse aus der Perspektive der Entwicklung und Planung.

Aus Sicht der *Systemtheorie* (KRALLMANN 1996) lassen sich hierfür sogenannte Interaktionsmodelle einzelner Organisationseinheiten definieren, welche sich durch die Qualität ihrer Schnittstellenbeziehungen unterscheiden. Nach MERKEL (1995) kann zwischen losen Kopplungen, Kooperationen, Vereinigungen und einem Wettbewerb zwischen interagierenden Einheiten differenziert werden. Bei der Definition der Kooperationsbeziehung wird dabei von einer verbindlichen Abstimmung der beteiligten Bereiche ausgegangen. Eine solche Beziehung führt nach MERKEL (1995) zu einer systematischen Koordination durchdachter Einzelangelegenheiten und zum Aufbau eines Netzwerks innerhalb der beteiligten Subsysteme. Nach MURR (1999, S. 23ff) kann diese Sichtweise auch auf unternehmensinterne Kooperationen angewandt werden.

3.3.3.1 Unternehmensinterne Kooperationsprozesse in Entwicklung und Planung

Derartige Abläufe dienen nach KRAUSE ET AL. (2001) der Optimierung von Entwicklungs- und Planungsprozessen an einem oder mehreren Unternehmensstandorten zugleich. Hierzu sind auch die in Abschnitt 3.2.2.2 beschriebenen Formen der Zusammenarbeit zwischen Produktentwicklung und Produktions-/Montageplanung nach MURR (1999) und GRUNWALD (2001), sowie die durch FELDMANN (1996) und BULLINGER ET AL. (1999) behandelten generellen Kopplungen von Produktentwicklung und Produktionsplanung zu rechnen.

MURR (1999) sieht innerhalb der parallelisierten Prozesse lokal beschränkte interne Kunden-Lieferanten-Beziehungen als Bindeglied, da die gegenseitige Beeinflussung der Produkteigenschaften und der Auslegung der Produktionsprozesse und -anlagen an zahlreichen Stellen des Entwicklungsprozesses einen Austausch von Informationen voraussetzt (vgl. Abbildung 3-22).

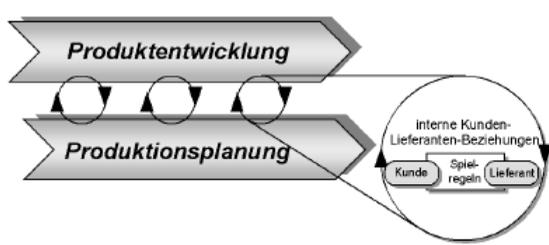


Abbildung 3-22: Zusammenspiel zwischen Produktentwicklung und Produktionsplanung (MURR 1999, S. 9.)

Da durch unternehmensinterne Kooperationen keine grundsätzlich neuen Ressourcen oder Kompetenzen geschaffen werden können, soll der Schwerpunkt der folgenden Betrachtungen vorwiegend auf den unternehmensübergreifenden Kooperationsformen liegen.

3.3.3.2 Unternehmensübergreifende Entwicklungs- und Planungs-kooperationen

Die Auslagerung eines Teils der Entwicklungs- und Planungsaufgaben eines Unternehmens auf andere, darauf spezialisierte Unternehmen ist ökonomisch oftmals sinnvoller, als diese selbst zu bearbeiten. Daher bilden sich nach HIRSCHMANN (1998) Kooperationsbeziehungen heraus, bei denen eine Seite als Abnehmer und die andere Seite als Lieferant materieller oder immaterieller Leistungen auftritt. WILDEMANN (1996, S. 18) beschreibt darüber hinaus eine generelle Zunahme langfristiger Kooperationen kleiner Organisationseinheiten, da ein Anwachsen der Unternehmensgröße durch Fusion oder Akquisition bei einer Beibehaltung gewachsener Strukturen zu Effizienzverlusten führt.

Folgt man dem, in Abschnitt 3.2 erläuterten, *erweiterten Drei-Ebenen-Modell des kooperativen Produktengineerings* von GAUSEMEIER ET AL. (2000), so kann die Einbindung externer Kooperationspartner in die Prozesse der strategischen Geschäftsfeldplanung, der Produktentwicklung und der Produktionsplanung unterteilt werden. Da diese, wie bereits in Abschnitt 3.2.1 dargestellt, eine Vielzahl gegenseitiger Verbindungen und Abhängigkeiten aufweisen, ist bei der Bildung unternehmensübergreifender Entwicklungs- und Planungsprozesse insbesondere auf ein optimales Zusammenspiel der Kooperationspartner auf den drei genannten Ebenen zu achten.

Grundlegende Eigenschaften:

Als das zentrale Defizit der Aufbau- und Ablauforganisation unternehmensübergreifender Entwicklungs- und Planungsoperationen stellt WEBER (1998, S. 50ff) die Komplexität des Zusammenspiels zwischen allen beteiligten organisatorischen Einheiten in den Bereichen Produkt, Organisation und Ablauf heraus. Verschiedene Ansätze der Forschung verfolgen daher das Prinzip der Modularisierung von Entwicklungsprozessen als Kernstrategie zur Vereinfachung derartiger Prozesse. Während PROBST (1987) hierfür die Bildung sich selbst organisierender Untereinheiten beschreibt, die durch eine übergeordnete Groborganisation koordiniert werden, sieht WEBER (1998) die durch alle Organisationseinheiten gemeinsam bearbeitete Struktur des zu entwickelnden Produkts als Strukturierungsmerkmal unternehmensübergreifender Entwicklungs- und Planungsoperationen. Eine solche Modularisierung kann jedoch bei mechatronischen Produkten ausschließlich nach funktionellen Produktmerkmalen erfolgen, da für die Bereiche Mechanik, Elektrotechnik und Software voll-

kommen unterschiedliche strukturelle Sichtweisen auf das Produkt vorliegen (REINHART U. V. DER HAGEN 2001A).

Mit steigendem Modularisierungsgrad verteilter Entwicklungsprozesse sinkt nach WEBER (1998, S. 51) die Anzahl der Interaktionen innerhalb eines organisatorischen Moduls exponential, während zugleich die Zahl der Interaktionen zwischen den Modulen exponential ansteigt. Der ideale Grad der Modularisierung ist nach WEBER (1998) etwa bei der Hälfte der theoretisch möglichen Maximalzahl an Organisationsmodulen erreicht, da hier die Gesamtsumme interner und externer Interaktionen ein Minimum erreicht.

Die Gestaltung unternehmensübergreifender Entwicklungs- und Planungsprozesse beinhaltet nach MALONE U. CROWSTON (1991) primär die Koordinierung aller Ziele, Aktivitäten, Akteure und Abhängigkeiten. Diese vier *Elemente der Zusammenarbeit* müssen nach WEBER (1998, S. 33FF) durch Methoden und Werkzeuge der Kooperationsbildung ausreichend festgelegt werden, um den Erfolg der Zusammenarbeit sicher zu stellen.

Planung unternehmensübergreifender Entwicklungs- und Planungsprozesse:

Im Vorfeld der Bildung von Kooperationen steht zunächst die Identifikation geeigneter Kooperationsfelder und -partner sowie die Planung entsprechender Kooperationsstrategien. SCHLIFFENBACHER (2000) nennt das *Erkennen*, *Auffinden* und *Einbinden* fehlender Kompetenzen und Ressourcen als die Hauptschritte bei der Bildung von Kooperationen. Für diese Aufgaben finden sich in der Literatur eine Reihe geeigneter Methoden und Werkzeuge.

GAUSEMEIER ET AL. (1996) stellen – basierend auf den beiden Grundprinzipien *vernetztes Denken* und *multiple Zukunft* - den Einsatz des sogenannten *Szenario-Managements* als Möglichkeit der strategischen Planung künftiger Unternehmensstrategien vor. Hierbei werden für das untersuchte Unternehmen auf Basis der möglichen Entwicklungsrichtungen sogenannte Schlüsselfaktoren im globalen, technologischen und marktlichen Umfeld des Unternehmens und der *Zukunftsszenarien* entwickelt.

Zukunftsszenarien dienen als Grundlage für die Entwicklung einer generellen *Vision* für die Zukunft des Unternehmens und der Schaffung konkreter *Geschäftsziele* für die einzelnen Unternehmensbereiche, die dann operativ umgesetzt werden. Für diesen Zweck wird im Szenario-Management zudem eine *In-/Outsourcing-Strategie* unter Berücksichtigung technischer, rechtlicher oder durch den Beschaffungsmarkt bedingter Faktoren aufgebaut und im Hinblick auf ihre Auswirkungen auf die festgelegten Geschäftsziele untersucht (GAUSEMEIER ET AL. 1996). Die Szenariotechnik stellt somit ein geeignetes Werkzeug für die Vorausplanung künftig erforderlicher Kompetenzen und Ressourcen dar und erlaubt dadurch eine bessere Beherrschung der Umfeldfaktoren Dynamik und Wandel (vgl. Abbildung 3-23).

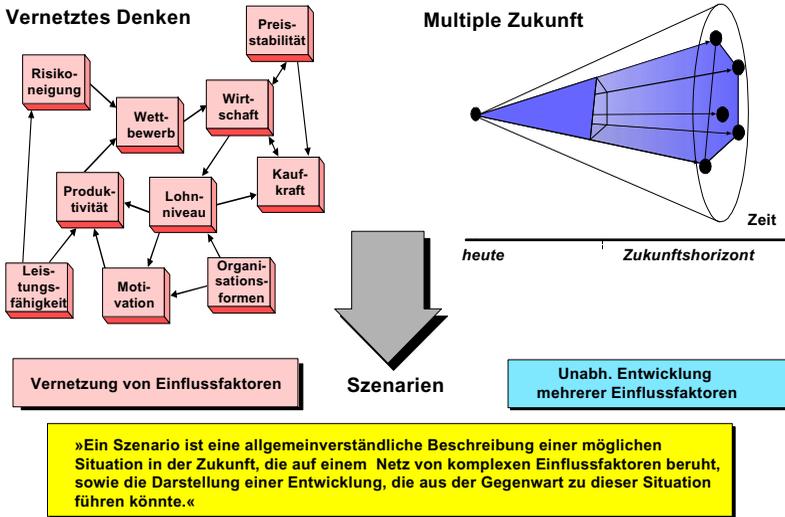


Abbildung 3-23: Grundlagen des Szenario-Managements (GAUSEMEIER ET AL. 2000, S. 139)

Um aus einer, beispielsweise durch das Szenario-Management erfolgten, Analyse der langfristigen Entwicklung eines Marktumfeldes konkrete Handlungsziele für ein Unternehmen ableiten zu können, ist zusätzlich eine genaue Kenntnis der eigenen Stärken und Schwächen erforderlich.

REINHART U. GRUNWALD (1999) sowie HINTERHUBER ET AL. (1996) stellen hierfür mit der **Kernkompetenzanalyse** eine objektive Vorgehensweise zur Bewertung der Kernkompetenzen produzierender Unternehmen dar, die eine strategische Unternehmensplanung nicht aus Sicht der Prozesse, sondern der Kunden des Unternehmens erlaubt.

Hierbei wird zunächst der Bereich der *Kunden* hinsichtlich kaufentscheidender Produktmerkmale analysiert. Sie werden dann in relevante Produktspezifikationen umgesetzt und mit den dafür notwendigen technischen Prozessen im *Unternehmen* in Zusammenhang gebracht. Die Bewertung dieser Prozesse erfolgt dann wiederum anhand von Vergleichen konkurrierender Unternehmen. Daraus lässt sich ein Kompetenzportfolio ableiten, welches die einzelnen Kompetenzen des untersuchten Unternehmens in allgemein verbreitete Kompetenzen (*Kompetenzstandards*), fehlende Kompetenzen (*Kompetenzgaps*), Kernkompetenzen und Kompetenzen mit noch offenen Potenzialen (*Kompetenzpotenziale*) zusammenfasst.

Die beschriebene Kernkompetenzanalyse bietet somit nicht nur das Potenzial, eigene Stärken im Unternehmen zu identifizieren, sondern auch die Möglichkeit, durch die

Verdeutlichung von Kompetenzdefiziten gezielt Kooperationspartner auszuwählen, durch die diese ausgeglichen werden können (vgl. Abbildung 3-24).

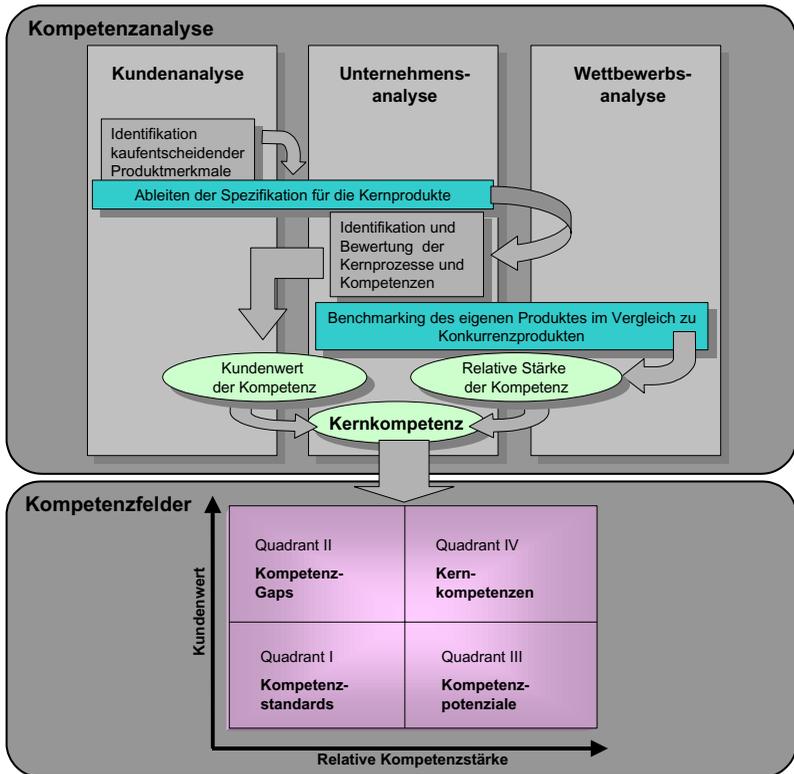


Abbildung 3-24: Vorgehen und Ergebnis der Kernkompetenzanalyse (nach REINHART U. GRUNWALD 1999, S. 57 und HINTERHUBER 1996, S. 132)

Eignung von Unternehmen für Entwicklungs- und Planungs Kooperationen:

Neben der speziellen Kompetenz eines Unternehmens zur Erfüllung eines konkreten unternehmensübergreifenden Kooperationsauftrags spielt auch die allgemeine Fähigkeit zur Abwicklung kooperativer Prozesse eine Rolle für die Eignung als Kooperationspartner.

SCHUH ET AL. (1998A) nennen den Aufbau von Kooperationskompetenz als oberstes Ziel. Diese wird von REINHART (2000, S. 31) zudem als eine der wichtigsten Fähigkeiten wandlungsfähiger Unternehmen genannt.

RUDORFER (2001) stellt eine *Methode zur Qualifizierung von produzierenden Unternehmen für Kompetenznetzwerke* vor, die der Ermittlung und Optimierung der Fähigkeit von Unternehmen zur Bildung und Abwicklung kurzfristiger Kooperationen dient. Er nennt dabei die folgenden neun Fähigkeiten eines Unternehmens als Voraussetzung einer Zusammenarbeit im Rahmen kurzfristig gebildeter Kooperationen, die auf alle Kooperationsformen, einschließlich Entwicklungs- und Planungs Kooperationen angewandt werden können:

- Abstimmungsfähigkeit zwischen den beteiligten Seiten
- Anpassungsfähigkeit der internen Aufbau- und Ablauforganisation
- Kommunikationsfähigkeit zum strukturierten Datenaustausch
- Resonanzfähigkeit für eine schnelle und effiziente Auftragsbearbeitung
- Projektplanungsfähigkeit zur unternehmensübergreifenden Auftragsabwicklung
- Technologiefähigkeit zur Erfüllung der technologischen Anforderungen
- Qualitätssicherungsfähigkeit zur Sicherstellung der Produktqualität in der Auftragsabwicklung
- Ressourcenabrechnungsfähigkeit für die exakte Abrechnung einzelner Ressourcen in unternehmensübergreifenden Kooperationen
- Netzwerkoptimierungsfähigkeit als Beitrag zur Verbesserung von Kooperationen

LINHOFF (1996) stellt eine Methode für das Benchmarking von Entwicklungs Kooperationen vor, die auf der Basis eines Zielsystems einen Beurteilungsmaßstab bereit stellt, auf dessen Grundlage Kennzahlen für die Bewertung bereits bestehender Kooperationsbeziehungen in der Entwicklung und Planung abgeleitet werden. Diese Methode eignet sich somit für die Optimierung bereits bestehender Kooperationen und als Entscheidungsgrundlage neuer Kooperationsbildungen mit bereits bekannten Partnern, nicht jedoch für die Bewertung kurzfristig zu bildender Kooperationen mit bisher unbekanntem Partnern.

Methoden und Werkzeuge der Kooperationsbildung:

Zur Unterstützung der Anbahnungsphase und der Abwicklung solcher unternehmensübergreifender Kooperationen zielen PICOT ET AL. (1996) auf Unternehmensnetzwerke ab. Diese *Virtuellen Fabriken* sind bisher jedoch in erster Linie auf die Integration verschiedener Produktionskompetenzen und -kapazitäten zur Herstellung kundenindividueller Produkte fokussiert (DAVIDOW U. MALONE 1992; HAGEL U. ARMSTRONG 1997; MEHLER 1999; PILLER 1998; SCHLIFFENBACHER 2000).

Derzeit finden sich bereits eine Reihe von Lösungsansätzen für die Bildung und Unterstützung unternehmensübergreifender Entwicklungs- und Planungs Kooperationen in der Literatur (vgl. z.B. GAUSEMEIER U. KESPOHL 2000; WARSCHAT U. GANZ 2000; EIGELDINGER 2001; REINHART ET AL. 2002). Der Fokus dieser in der Praxis umgesetzten

Lösungen liegt dabei primär auf der Nennung bzw. Vermittlung geeigneter Kooperationspartner, nicht jedoch auf der Vorbereitung oder Unterstützung der Kooperationsanbahnung zwischen beiden Partnern.

Zur Unterstützung dieses Prozesses der Partnersuche ist der Einsatz agenten- bzw. brokerbasierter Systeme vorgesehen (vgl. zu den Merkmalen dieser Systeme auch Kapitel 3.3.1). Diese wählen entsprechend der Anforderungen eines Dienstleistungsnachfragers aus einer bestehenden Datenbasis zweckmäßige Dienstleistungsanbieter aus.

Methoden und Werkzeuge der Kooperationsabwicklung:

Die Abwicklung bereits gebildeter Entwicklungs- und Planungsk Kooperationen ist Gegenstand verschiedener Ansätze in der Literatur.

WEBER (1998) beschreibt ein Vorgehen zur Kopplung organisatorisch und datentechnisch von einander getrennter Entwicklungs- und Planungseinheiten, das sowohl auf unternehmensinterne als auch auf unternehmensübergreifende Prozesse anwendbar ist.

EIGELDINGER (2001) stellt hierfür eine Vorgehensweise für langfristige Kooperationen industrieller Großprojekte vor, welche die Abwicklung strukturierter Aufgaben innerhalb gebildeter Konsortien unterstützt.

KRAUSE ET AL. (2001) beschreiben mit dem bereits in Abschnitt 3.2.2.3 erwähnten Konzept einer *integrierten virtuellen Produktentstehung* geeignete Methoden und Werkzeuge für die Abwicklung unternehmensübergreifender Entwicklungs- und Planungsprozesse auf Basis virtueller Prototypen. Die dabei vorgestellte Methode einer einheitlichen und von allen beteiligten Seiten verstandenen Beschreibungsebene eines Produkts erlaubt die durchgehende Integration unternehmensinterner und -externer Entwicklungspartner in allen Phasen der Produktentwicklung. An dieser Stelle werden jedoch keine geeigneten Methoden und Werkzeuge für die kurzfristige Einbindung eines bisher unbekanntem Entwicklungspartners bereitgestellt, da das Vorhandensein der beschriebenen Systemarchitektur für alle Seiten vorausgesetzt wird.

Im Rahmen der Abwicklung unternehmensübergreifender Kooperationen stellt die in Abschnitt 3.2.2.4 bereits angesprochene durchgehende Unterstützung von Geschäftsprozessen ein essenzielles Bindeglied zwischen den Unternehmen dar (GAUSEMEIER ET AL. 2000, S. 11FF, S. 29FF). Dies setzt jedoch einen unternehmensübergreifenden Austausch aller damit verbundenen Daten voraus, der in der Literatur unter dem Schlagwort EDI (Electronic Data Interchange) beschrieben wird. EDI bezeichnet hierbei den "elektronisch normierten Datenaustausch strukturierter Geschäftsinformationen" (BRANDNER U. V. DER HAGEN 1998).

DEDIG (2001) beschreibt, dass ein solcher Austausch von Informationen entweder auf direkter Ebene der CA-Werkzeuge, oder durch einen Transfer zwischen den übergeordneten PDM- und PPS-Systemen erfolgen kann. Die durchgehende Nutzung virtueller Prototypen und einer Produktionsplanung und -steuerung auf Basis digitaler

Dokumente erlaubt hierbei eine unternehmensübergreifende Verkopplung von Entwicklungsabläufen (REINHART U. V. DER HAGEN 1999; NEUGEBAUER 2000).

Sollen in einer Entwicklungs- und Planungskoooperation durch den Einsatz von EDI Modell- und Simulationsdaten zwischen verschiedenen Systemen ausgetauscht werden, so spielen hierfür standardisierte Datenformate eine entscheidende Rolle (BROCKHAUS U. FUHRMEISTER 1998, S. 38).

Um die Defizite systemspezifischer Formate bei einem system- und unternehmensübergreifenden Austausch von Daten durch ein länderübergreifend standardisiertes Format auszugleichen, führte die internationale Normungsorganisation ISO mit der Normenreihe ISO 10303 ein standardisiertes Datenformat ein, das unter dem Synonym STEP (Standard for the Exchange of Product Data) bekannt ist (TRIPPNER U. ANDERL. 2000). Nach GRABOWSKI ET AL (1993) kann STEP als ein Regelbaukasten zur Erstellung anwendungsspezifischer Produktdatenmodelle angesehen werden. Neben der Beschreibung von Produktdaten fasst STEP auch Beschreibungsmethoden (*Description Methods*), Implementierungsmethoden (*Implementation Methods*) und Methoden zum Konformitätstest (*Conformance Testing Methodology and Framework*) in einer gemeinsamen Norm zusammen (TRIPPNER U. ANDERL 2000).

Nach BROCKHAUS U. FUHRMEISTER (1998, S. 35) umfasst die Aufgabe eines unternehmensübergreifenden Datenaustauschs jedoch neben einer reinen Konvertierung von Produkt- und Prozessdaten in ein standardisiertes Format auch deren Sammlung und Versendung an den jeweiligen Kooperationspartner.

Da nicht alle Anwender über das hierfür erforderliche Spezialwissen verfügen können, ist es notwendig, die Aufgabe des Datenaustauschs in einem Unternehmen zu zentralisieren und auf geeignete Software-Werkzeuge – sogenannte EDI-Konverter - zu verlagern.

Dadurch lassen sich die einmal eingebrachten Spezifika der Konverter, Dateiformate und benötigten Protokolle durch alle Mitarbeiter parallel nutzen (BROCKHAUS U. FUHRMEISTER 1998, S. 34ff). Nach BRANDNER U. V. DER HAGEN (1998, S. 33) erlaubt der Einsatz von EDI-Konvertern sowohl den Austausch strukturierter Produktdaten aus PDM/PLCM-Systemen (auf Basis der internationalen Standards, wie z.B. STEP, VDA und IGES) als auch den von Prozess- und Produktionsinformationen auf Basis von PPS/ERP-Daten (unter Verwendung internationaler Standards, wie EDIFACT, ODETTE und ANSI X.12).

Für einen unternehmensübergreifenden Austausch strukturierter Informationen stellt das Internet eine geeignete, standardisierte Plattform dar (WILDEMANN 2000 S. 141; PICOT ET AL. 1996, S. 317). Die zunehmende Vernetzung über dieses weit verbreitete und kostengünstige Medium stellt auch kleinen und mittleren Unternehmen eine solche Basis zur Verfügung (MEHLER 1999, S. 11; SCHLIFFENBACHER 2000). Großunternehmen nutzen diese Möglichkeiten mittlerweile zusätzlich über die auf Internet-Technologie

basierenden Unternehmensnetzwerke ANX (American Network Exchange) bzw. ENX (European Network Exchange) (NEUGEBAUER 2000, S. 39FF).

Im Umfeld der immer stärker zunehmenden Nutzung dieses Mediums gewinnt auch der HTML-basierte Austauschstandard XML an Bedeutung (vgl. z.B. KUNZ U. SCHREIBER 2000). XML eignet sich nach DEDIG (2001) ebenfalls für den Austausch strukturierter Produkt- und Prozessdaten, wird jedoch nach KUNZ U. SCHREIBER (2000) bisher noch nicht in ausreichender Form durch die entsprechenden PDM- bzw. PPS-Systeme unterstützt.

Eine weitere Methode des unternehmensübergreifenden Datenaustauschs und der Abwicklung unternehmensübergreifender Entwicklungs- und Planungsprozesse ist die Nutzung von Kooperationsplattformen dritter Anbieter. Hierbei werden die zu bearbeitenden Daten nicht bilateral ausgetauscht, sondern auf einer gemeinsamen Plattform gesammelt und bearbeitet. Beispiele derartiger Lösungen sind die Kooperationsplattformen *XBRISIO* (www.xbrisio.com) und *OneSpace* (www.onespace.com).

Derzeit bieten diese, auch unter dem Begriff *Engineering-Portale* bekannten, Plattformen jedoch noch keine durchgehende Unterstützung aller möglichen CA-Ketten, sondern lediglich beschränkte Visualisierungs- und Gestaltungsmöglichkeiten von CA-Daten. Zudem haben die beschriebenen Plattformen keinerlei Funktionalitäten der Kooperationsanbahnung, sondern unterstützen lediglich die Abwicklung bereits gebildeter Kooperationen.

Fazit: Unternehmensübergreifende Kooperationen stellen bereits heute eine Grundlage dar, auf der Betriebe ihre eigenen Möglichkeiten um die Kompetenzen und Ressourcen anderer Partner erweitern können. Unter dem Aspekt der kurzfristigen Kooperationsbildung ohne großen zeitlichen Vorlauf bilden sich derzeit jedoch fast ausschließlich produzierende Kooperationen. Obgleich der Stand der Technik bereits geeignete Werkzeuge zur Abwicklung von Entwicklungs- und Planungs Kooperationen bereit stellt, fehlen bisher geeignete Methoden und Werkzeuge für eine schnelle und effiziente Anbahnung solcher Formen der Zusammenarbeit.

3.4 Qualitätsbegriff kooperativer Entwicklungs- und Planungsprozesse

Die Qualität der durchlaufenen Prozesse beeinflusst maßgeblich die Ergebnisqualität einer Entwicklungs- und Planungs Kooperation. Eine Beurteilung der Qualität eines Entwicklungs- und Planungsprozesses erfolgt nach EHRENSPIEL (1995) jedoch nicht durch die Konstrukteure oder Marketing-Experten des eigenen Unternehmens, sondern durch den Kunden. Ein Unternehmen sollte daher Bestrebungen zur Verbesserung und Aufrechterhaltung von Qualitätsstandards immer an ihren tatsächlichen bzw. potenziellen Kunden ausrichten. Bei kurzfristig zu bildenden Entwicklungs- und Planungs Kooperationen kommt somit auch in den ausgelagerten Prozessteilen der

Sicherung innerhalb des Unternehmens bestehender Qualitätsstandards eine große Bedeutung zu.

Eine solche gezielte Gestaltung und Beeinflussung der Qualität wird nach MASING (1999) als *Qualitätsmanagement* (QM) bezeichnet. Die folgenden Abschnitte fassen hierfür relevante Vorschriften und Ansätze des QM zusammen.

3.4.1 Qualitätsmanagement durch Prozessmanagement

Um die durch EHRENSPIEL (1995) beschriebene Ausrichtung der Qualitätsbestrebungen von Unternehmen hinsichtlich der Anforderungen ihrer Kunden durchgehend umsetzen zu können, sind, wie in Abbildung 3-25 erläutert, alle Prozesse von Kunden über die internen Geschäftsprozesse bis hin zu externen Zulieferern einzubeziehen (vgl. KLEINSORGE 1999, GAITANIDES ET AL. 1994, GRUNWALD 2001).

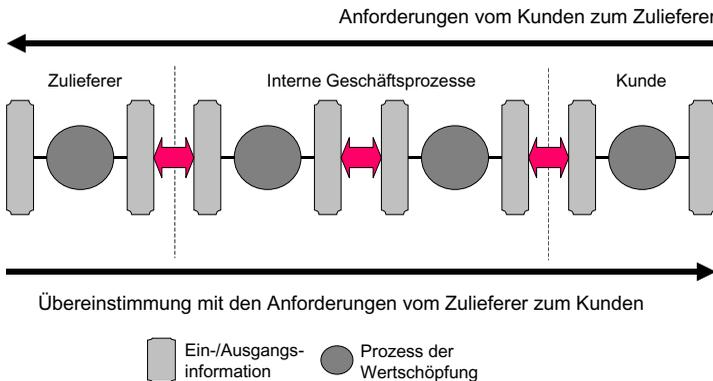


Abbildung 3-25: Kundenorientierte Wertschöpfungskette (KLEINSORGE 1999)

Auf jeden dieser Teilschritte ist hierfür nach KLEINSORGE (1999, S. 54ff) ein *fünfstufiges Prozessmanagement* anzuwenden:

Stufe 1 (Prozessverantwortung): Kerngedanke des Prozessmanagements ist, dass für den Prozess jeweils nur eine Person (Prozesseigner) verantwortlich ist. Diese Person sorgt dafür, dass das Konzept des Prozessmanagements auf den von ihr verantworteten Prozess angewendet wird.

Stufe 2 (Beschreibung des Prozesses): Der Prozesseigner hat die Aufgabe, seinen Prozess mit den Elementen des Prozessmanagement-Modells zu beschreiben. Es werden die Vereinbarungen und die Anforderungen mit den Kunden sowie den Zulieferern dokumentiert. Vorteile einer klaren Prozessbeschreibung sind:

- Kunden-/Zulieferbeziehungen sind unmissverständlich dokumentiert und übereinstimmend verabschiedet

- alle Kunden und Zulieferer sind einbezogen
- die Prozessgrenzen und Schnittstellen sind klar
- die Tätigkeiten sind beschrieben
- Potenziale zur Verbesserung werden bereits in diesem frühen Stadium erkennbar
- Geschäftsprozesse werden durchgängig, transparent und können so vom Management erfolgreich beurteilt werden

Stufe 3 (Messung des Prozesses): Übereinstimmungen mit den Anforderungen an einen Prozess werden nur dann sichtbar und nachvollziehbar, wenn für diese regelmäßige Messungen erfolgen. Ein Prozess ist dann beherrschbar, wenn er messbar ist. Es existieren folgende Messstellen im Prozess

- Input: Er dient der Beurteilung, ob der gesamte Input den Anforderungen an den Prozess und den ablaufenden Tätigkeiten entspricht
- Output: Er dient zur Feststellung, ob die Abläufe und Ergebnisse des Prozesses mit den Anforderungen des Kunden übereinstimmen
- Im Prozess: Die Messung dient der Feststellung, ob kritische Aufgaben im Rahmen des Prozesses zufriedenstellend ablaufen

Stufe 4 (Beherrschung des Prozesses):

Unter Beherrschung eines Prozesses wird hier verstanden, dass ein Prozess mit Hilfe der oben beschriebenen Messparameter über einen gewissen Zeitraum beobachtet wird, Prozessschwankungen eliminiert werden und eine kontinuierliche Prozessqualität erreicht wird. Nur auf Basis beherrschter Prozesse kann geplant und eine Optimierung der Ressourcen erreicht werden. Darüber hinaus sind niedrigere Prozesskosten das Ergebnis und der Kunde gewinnt zudem das Vertrauen in den Lieferanten und dessen Geschäftsprozesse. Der Prozessbeherrschung kommt daher bei kurzfristig gebildeten Kooperationsbeziehungen eine besondere Bedeutung zu. Eine Prozessbeherrschung im Sinne des Prozessmanagements bedeutet:

- die Kundenanforderungen werden permanent erreicht, die Kundenzufriedenheit ist sichergestellt
- es gibt keine signifikanten Prozessabweichungen
- das Messsystem erlaubt sofortige Identifizierung von möglichen Prozessschwankungen bevor Fehler entstehen
- eine Konsistenz des Inputs ist gegeben
- notwendige Korrekturmaßnahmen zielen gleichzeitig auf den Entstehungsprozess und auf die Schwächen von Produkt und Dienstleistung ab

Stufe 5 (Verbesserung von Prozessen):

Den Abschluss des Prozessmanagements nach KLEINSORGE (1999) bildet die Prozessverbesserung. Ausgehend von der Prozessbeherrschung wird der Prozess so auf eine nächsthöhere Qualitätsstufe gebracht.

3.4.2 Qualitätsmanagement immaterieller Produkte

Die Vorgehensweisen des Qualitätsmanagements unterscheiden zunächst nicht zwischen materiellen und immateriellen Produkten, da sie nach GEIGER (1999) auf alle Angebotsprodukte anwendbar sind. Unter diesen Begriff fallen alle Produkte, welche “dem Kunden zum Kauf angeboten oder ihm als Besitz oder zur Benutzung zu Verfügung gestellt werden“ (GEIGER 1999).

Nach GEIGER (1999) setzen sich alle Formen von Dienstleistungen aus den vier Elementen der *Instandhaltung*, der *Lieferung materieller Produkte*, einem *Anteil kundenseitig nötiger Tätigkeiten* und einem *dienstleistungsbezogenen Kernanteil* zusammen. Diese sind durch Maßnahmen des Qualitätsmanagements zu überwachen und zu optimieren.

3.4.3 Qualitätsmanagement gemäss DIN EN ISO 9000-9004

Die Normenreihe DIN EN ISO 9000 bis 9004 stellt ein vereinheitlichendes Regelwerk für das Qualitätsmanagement dar. Eine Zertifizierung nach diesen Vorschriften dient dem Aufbau von Vertrauen in die Qualitätsfähigkeit eines Unternehmens zwischen Kunden und Dienstleistern bzw. zwischen Kooperationspartnern. Nach REINHART ET AL (1996B, S. 218FF) stellt diese Zertifizierung eine Möglichkeit dar, interne Abläufe und Prozesse zu optimieren und somit die Kostensituation des Unternehmens zu verbessern. Hierfür wird verifiziert, ob qualitätsbezogene Tätigkeiten und damit zusammenhängende Ergebnisse den jeweils vorgeplanten Ergebnissen entsprechen.

Als Normenreihe EN 29000 bis 29004 wurden die Normen ISO 9000 bis 9004 in das europäische Normenwerk integriert (PFEIFER 1996). Die DIN EN ISO 9000-9004 teilt sich in einen *Leitfaden zur Auswahl und Anwendung der Normenreihe* (9000), *Modelle zur Darlegung eines QM-Systems* (9001-9003) und *Empfehlungen für den Aufbau von Qualitätsmanagementsystemen* (9004).

KAMPHAUSEN (1999, S. 28FF) und FREHR (1999) beschreiben jeweils zwei wesentliche Ansätze zur Umsetzung eines Total-Quality-Managements (TQM):

- Ein *Top-Down*-Ansatz zur unternehmensweiten Umsetzung der DIN EN ISO 9000-9004 zur Schaffung der Rahmenbedingungen für ein TQM.
- Eine *Bottom-Up*-Strategie in Form einer Einführung der TQM-Philosophie und konkreter Verbesserungen in Detailbereichen.

3.4.4 Qualitätsbegriff der Dienstleistung

Im Hinblick auf den Qualitätsbegriff von Dienstleistungen nennt MEYER (1996) die "positive Einstellung" und die "aktive oder passive, qualitätsfördernde, zumindest nicht qualitätsbehindernde Teilnahme" des Kunden während des Erstellungsprozesses der Dienstleistung als Grundlage für eine gute Dienstleistungsqualität. Nach BROWN ET AL. (1994) stellt daher nicht die Erfüllung von Anforderungen unternehmensspezifischer oder durch sonstige Auszeichnungsinstanzen festgeschriebener Qualitätsanforderungen, sondern die Erfüllung oder Übererfüllung der Kundenerwartungen den zentralen Qualitätsmaßstab für Dienstleistungsanbieter dar.

Im Hinblick auf die Qualität von Dienstleistungen sind nach DIN EN ISO 9000 Forderungen an die Dienstleistung in Form wahrnehmbarer Merkmale eindeutig festzulegen, welche vom Kunden bewertet werden können. Die Normenreihe DIN EN ISO 9004 (Teil 2) unterscheidet dabei zwischen 12 Hauptgebieten, in denen Dienstleistungen erbracht werden. Die folgende Abbildung 3-26 stellt diese übersichtsartig dar.



Abbildung 3-26: Die 12 Hauptgebiete von Dienstleistungen nach DIN EN ISO 9004, Teil 2

Prozesse, welche durch eine Dienstleistung erbracht werden, sind demnach ebenfalls in Form spezifischer Merkmale festzulegen, die nicht in jedem Fall direkt durch den Kunden wahrgenommen werden. Ergänzt wird diese Aussage durch die Richtlinie für das Qualitätsmanagement DIN 55350 hinsichtlich der Ausdehnung der QM-Bestrebungen auf Einrichtungen und Menschen, durch die eine konkrete Dienstleistung erbracht wird.

3.4.5 Zusammenfassung Qualitätsmanagement

Nach GEIGER (1999) ist für Dienstleistungen die Verwirklichung des *Totalen Qualitätsmanagements* (TQM) in ungleich höherem Maße nötig und anzustreben als bei materiellen Produkten, die häufig automatisiert hergestellt werden. Durch den prozentual geringeren Anteil an maschineller Arbeit bei der Erstellung einer Dienst-

leistung steigt die Fehleranfälligkeit des Prozesses. Der Mensch rückt bei der Dienstleistungserbringung mehr in den Vordergrund. Um dies wieder auszugleichen, müssen auch bei immateriellen Produkten die Regeln des TQM angewandt und befolgt werden. Für diese Produkte gelten die gleichen prinzipiellen Verfahrensweisen des Qualitätsmanagements wie für materielle Produkte. Es sind hierbei jedoch immer die produktspezifischen Eigenheiten zu beachten.

Sollen Prozesse der Entwicklung und Planung auf Basis kurzfristig bezogener Dienstleistungen gestaltet werden, so sind an die dabei verwendeten Prozesse primär Anforderungen hinsichtlich einer generellen Prozessqualität nach DIN EN ISO 9000 und eines speziellen Qualitätsmanagements der eingebrachten Dienstleistungen entsprechend der Vorschriften von DIN EN ISO 9004 zu stellen. GEIGER (1999, S. 767ff) stellt für das unmittelbare und mittelbare Qualitätsmanagement an Dienstleistungen eine Reihe von Maßnahmen zusammen, welche Abbildung 3-27 in strukturierter Form darstellt.



Abbildung 3-27: *Komponenten der unmittelbaren und mittelbaren Qualitätslenkung (in Anlehnung an GEIGER 1999)*

Die Betrachtung des Faktors *Qualität* schließt den, aus Sicht der in Kapitel 2 behandelten Anforderungen an kooperative und kurzfristig gebildete Entwicklungs- und Planungsprozesse, relevanten Stand der Forschung und Technik ab. Der folgende Abschnitt gliedert diese Anforderungen nochmals detailliert auf und spiegelt sie zusammenfassend an den in Kapitel 3 erläuterten Methoden und Werkzeugen.

3.5 Zusammenfassung des Standes der Forschung und Technik

Prozesse der Entwicklung und Planung können unterschiedlich komplexer Art sein und weisen eine hohe Zahl gegenseitiger Abhängigkeiten auf. Wie in den vorangegangenen Abschnitten gezeigt wurde, stellt der Stand der Forschung und der Technik eine Reihe von Methoden und Werkzeugen zur Verfügung, welche die Beherrschung dieser Prozesse innerhalb eines Unternehmens unterstützen.

Betrachtet man unternehmensübergreifende Prozesse der Entwicklung und Planung, so sind Vorgehensweisen und Wege zur Abwicklung einer bereits gebildeten Kooperation auf fast allen Ebenen der CA-, PDM- und PPS-Systeme vorhanden. Die optimale Abwicklung dieser Kooperationen setzt allerdings eine vorherige Abstimmung der verwendeten Methoden und Werkzeuge entlang der Schnittstellen zwischen den Kooperationspartnern voraus, was bei der Integration bisher unbekannter Partner nicht kurzfristig möglich ist. Es fehlen daher geeignete Vorgehensweisen und Werkzeuge, für die kurzfristige Einbindung externer Kompetenzen und Ressourcen im Bereich Entwicklung und Planung, welche genau jene Abstimmungsfunktion innerhalb kurzer Zeit und ohne besondere Vorbereitungen der Partner erlauben. Die auf diese Art und Weise entstehenden flexiblen und wandlungsfähigen Entwicklungs- und Planungsprozesse sind jedoch, wie in Kapitel 2 gezeigt wurde, eine der Hauptforderungen, die sich in dynamischen Marktumfeldern aus Sicht der Unternehmen ergeben.

Kurzfristig gebildete Planungs- und Entwicklungskooperationen unterscheiden sich, wie in Kapitel 2.2 dargestellt wurde, in ihren Abläufen und Methoden nicht wesentlich von strategischen, langfristig ausgerichteten Formen der Zusammenarbeit. Somit ergibt sich das Hauptpotenzial einer Methode für die kurzfristige Gestaltung von Entwicklungs- und Planungsoperationen nicht aus einer Optimierung der Kooperationsabwicklung, sondern aus einer Verbesserung der Kooperationsanbahnung, insbesondere aus einer Verkürzung der Vorlaufzeiten bis zum Beginn der Kooperationsabwicklung. Eine besondere Bedeutung kommt hierbei der präzisen Abstimmung der Aufgabenstellung und der organisatorischen und inhaltlichen Schnittstellen zwischen den Kooperationspartnern zu. Neben den beschriebenen Bereichen ist auch der Aspekt der Qualität zu berücksichtigen. Bei der kurzfristigen Bildung von Entwicklungs- und Planungsoperationen sind Vorgehensweisen erforderlich, um die Qualität der ausgetauschten Dienstleistungen sicherzustellen. Kompetenznetzwerke bieten diese Möglichkeit bereits heute für die kurzfristige Bildung von Kooperationen in den determinierten, reproduzierbaren Bereichen Fertigung und Montage. Es fehlen jedoch entsprechende Ansätze im Umfeld der dynamisch-iterativen Entwicklungs- und Planungsprozesse.

Als Ergebnis von Kapitel 3 fasst Abbildung 3-28 die wesentlichen Stärken und Schwächen der wichtigsten betrachteten Ansätze hinsichtlich der genannten Anforderungen und ihrer Eignung für die kurzfristige Bildung unternehmensübergreifender Entwicklungs- und Planungsoperationen zusammen.

Bewertung bestehender Ansätze	Legende:																	
	● Weitgehende Erfüllung der Anforderung	◐ Teilweise Erfüllung der Anforderung	○ Keine Erfüllung der Anforderung	Wandlungsfähigkeit d. Prozesse	Beherrschung dynam.-iterative Proz.	Beherrschung statisch-determin. Proz.	Unternehmensüberg. Produktent.	Unternehmensüberg. Produktionspl.	Parallelisierung v. Planungsprozessen	Sicherstellung d. Prozessergebnisse	Methodische Kooperationsgestaltung	Erkennen fehlender Kompetenzen	Finden geeigneter Kompetenzen	Einbindung fremder Kompetenzen	Optimierung d. Kooperationsabw.	Optimierung d. Kooperationsbildung	Kurzfr. Kooperationsgestaltung	Bewertung v. Kooperationspartnern
Prozessbausteine (MURR 1999)	●	◐	●	○	○	●	◐	●	◐	●	○	◐	○	◐	○	○	○	○
Prozessbaukästen (GRUNWALD 2001)	●	◐	●	◐	◐	●	◐	●	◐	●	◐	◐	◐	◐	◐	○	○	○
Integrierte Virtuelle Produktentstehung (KRAUSE ET AL 2001)	◐	●	●	●	●	●	●	◐	●	○	○	○	○	●	○	○	○	○
Kooperationsfähigkeit (RUDORFER 2001)	●	◐	◐	●	●	○	◐	◐	○	◐	○	◐	●	●	●	◐	●	●
Benchmarking von Entwicklungskooperationen (LINNHOF 1996)	○	◐	◐	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	●	●	○	○	●
Kompetenznetzwerke (SCHLIFFENBACHER 2000)	●	●	○	○	◐	○	○	○	○	●	○	●	●	●	●	◐	●	●
Agentenbasierte Marktplätze (WEST-KÄMPER ET AL. 1997)	●	●	●	○	○	○	○	○	◐	○	○	●	◐	●	●	◐	○	○
Integriertes Produkt-/Prozessdatenmodell (BRANDNER 2000)	●	○	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	◐	◐	◐	○	○	○
Qualitätsmanagement / ISO 9000	○	●	●	○	○	●	◐	◐	◐	◐	○	○	○	○	○	○	○	○
Szenariotechnik (GAUSEMEIER 1999)	○	◐	◐	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	◐
Kernkompetenzanalyse (HINTERHUBER 1996)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	◐
Systemtheorie (KRALLMANN 1996)	●	●	●	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	○	○	●	◐	◐	◐	◐
CA-Ketten (BIGGIO-GGERO ET AL. 2001)	◐	◐	●	◐	◐	●	●	●	◐	◐	○	○	◐	◐	◐	◐	◐	◐

Abbildung 3-28: Bewertung bestehender Ansätze hinsichtlich ihrer Eignung für die Anbahnung und Abwicklung kurzfristiger Engineering-Kooperationen

4 Handlungsbedarf, Zielsetzung und Aufgabenstellung der Arbeit

Wie in den Kapiteln 2 und 3 erläutert wurde, müssen produzierende Unternehmen künftig in der Lage sein, eigene Prozesse der Entwicklung und Planung durch Kooperation um externe Ressourcen und Kompetenzen zu ergänzen, obgleich es ihnen der verfügbare Stand der Forschung und Technik nur unzureichend erlaubt, ihre Entwicklungs- und Planungsprozesse flexibel und reaktionsfähig an kurzfristige Kundenwünsche anzupassen. Mittel- und langfristig wird sich das Marktumfeld jedoch noch stärker hin zu dynamisch agierenden und zudem global verteilten Märkten verändern.

Daher gilt es, solche Engineering-Kooperationen in möglichst kurzer Zeit in geplante oder unter Umständen sogar bereits laufende Prozesse der Entwicklung und Planung einbinden zu können. Den Anreizen solcher kurzfristiger Kooperationen stellen GAUSEMEIER ET AL. (2000) und RUDORFER U. SCHLIFFENBACHER (1999, S. 53FF) jedoch eine Reihe hemmender Faktoren gegenüber (vgl. Abbildung 4-1).

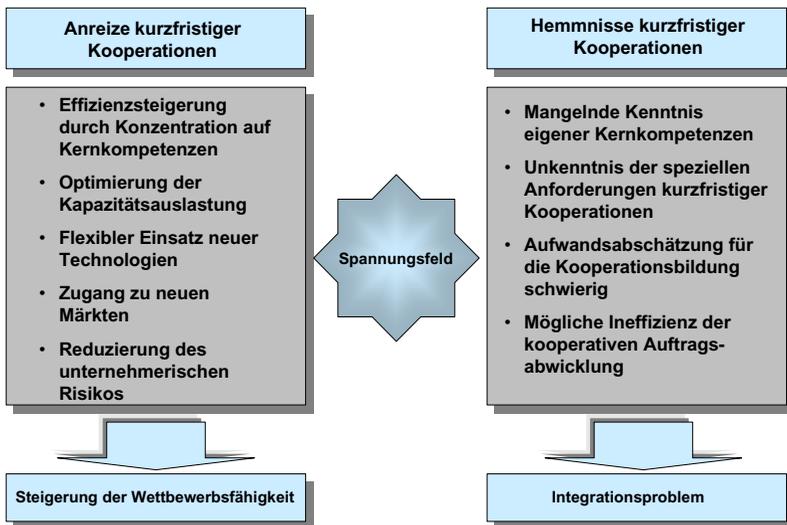


Abbildung 4-1: Spannungsfeld zwischen Anreizen und Hemmnissen bei der kurzfristigen Nutzung externer Kompetenzen (in Anlehnung an GAUSEMEIER ET AL. 2000 und SCHLIFFENBACHER ET AL. 1999)

Kapitel 3 hat gezeigt, dass der Stand der Technik die eigentliche Abwicklung einer derartigen unternehmensübergreifenden und räumlich verteilten Zusammenarbeit im Engineering ausreichend unterstützt, nicht jedoch die vorgelagerte Phase einer kurzfristigen Planung und Gestaltung dieser Kooperationen.

Hierfür fehlen derzeit geeignete Methoden und Werkzeuge, die bei der Kooperationsbildung universell auf jede Unternehmenssituation angewandt werden können. Bestehende Ansätze unterstützen entweder den Aspekt der Kurzfristigkeit oder die Besonderheiten unternehmensübergreifender Prozesse nicht ausreichend.

Ziel und zentraler Fokus der vorliegenden Arbeit ist es daher, eine geeignete Methode zur kurzfristigen Gestaltung von Entwicklungs- und Planungsprozessen unter Einbindung externer Kompetenzen zu erarbeiten. Durch sie können die genannten Vorteile dieser Kooperationen erlangt und zugleich bestehende Hemmnisse überwunden werden.

Hierdurch soll einerseits die von MILBERG (2000) geforderte situative Erweiterung fehlender Kompetenzen und Ressourcen der Entwicklung und Planung durch die Bildung kurzfristiger Kooperationen ermöglicht und andererseits aufgezeigt werden, durch welche Maßnahmen Unternehmen die hierfür durch SCHUH ET AL. (1998A) als notwendig definierte Kooperationskompetenz erlangen können. Zugleich ist durch eine generische Auslegung der Methode sicher zu stellen, dass eine Anpassung an die unterschiedlichen Gegebenheiten verschiedener Unternehmen und Entwicklungsanforderungen erfolgen kann.

Aus dieser Zielsetzung und den bereits in Abschnitt 3.5 dargestellten Defiziten bestehender Ansätze können die Anforderungen hinsichtlich Prozess, Kooperationsbildung, Einführung in Unternehmen, Anpassbarkeit und der Möglichkeit zur Weiterentwicklung an die zu schaffende Methode abgeleitet werden. Diese bilden die Grundlage der Aufgabenstellung der vorliegenden Arbeit und sollen daher in den folgenden Unterkapiteln analysiert werden.

4.1 Flexibilität, Anpassbarkeit und Weiterentwicklung der Methode

Die zu entwickelnde Methode muss – einmal in einem Unternehmen eingeführt – in allen Phasen flexibel an neue Rahmenbedingungen angepasst werden können, um der durch REINHART (2000) und HIRSCHBERG (2000) geforderten generellen Wandlungsfähigkeit eines Unternehmens zu entsprechen. Hierfür ergeben sich die folgenden einzelnen Anforderungen:

- Die Methode muss für die Integration bestehender und künftiger Kompetenzarten der Entwicklung und Planung geeignet sein.
- Eine Unabhängigkeit der Methode von Organisationsformen und internen Strukturen muss den dauerhaften Einsatz in einem sich wandelnden Unternehmen erlauben.
- Die Methode muss für den Einsatz durch ein systemneutrales und unternehmensweit verfügbares Werkzeug geeignet sein. Sie darf in ihrer Anwendung nicht auf speziell dafür geeignete Unternehmen und Bereiche beschränkt sein.

4.2 Anforderung an die Prozesse kurzfristig gebildeter Engineering-Kooperationen

Aus dem in Abschnitt 3.4 definierten theoretischen Qualitätsbegriff von Prozessen und den in Abschnitt 2.2 zusammengestellten konkreten Aussagen befragter Unternehmen lassen sich eine Reihe von Anforderungen an die Kooperations- bzw. Entwicklungs- und Planungsprozesse kurzfristig gebildeter Engineering-Kooperationen ableiten:

- Die Methode muss ein definiertes **Vorgehen zur Planung, Gestaltung und zum Aufbau kooperativer Entwicklungs- und Planungsprozesse** ermöglichen, das die Wandlungs- und Reaktionsfähigkeit eines Unternehmens verbessert. Dieses Vorgehen darf nicht im Widerspruch zu bereits bestehenden oder laufenden Prozessen und Abläufen stehen.
- Im Verhältnis zu den festgelegten Kosten sind die durch Entwicklungs- und Planungsprozesse verursachten Kosten gering (vgl. EHRENSPIEL 1995). Daher sind Prozesse kurzfristig gebildeter Engineering-Kooperationen **primär auf die Faktoren Zeit und Qualität** hin zu optimieren, ohne jedoch den Kostenaspekt ganz zu vernachlässigen. **Bewertungskriterien** für die Qualität müssen festgelegt und zwischen den Kooperationspartnern abgestimmt werden können. Durch die Qualität der Aufbauorganisation kooperativer Entwicklungs- und Planungsprozesse wird indirekt auch die nachfolgende Ablauforganisation positiv beeinflusst.
- Um das vorhandene Zeitpotenzial optimal nutzen zu können, ist eine weitgehende **Parallelisierung von Tätigkeiten** erforderlich (vgl. GRUNWALD 2001; FELDMANN 1996; GAUSEMEIER 2001). Dies bedingt **flexible Prozesse mit der Möglichkeit zur Entkopplung von Aktivitäten** und **klar definierte Ein- und Ausgangszustände**.

4.3 Kooperationsbildung für unternehmensübergreifende Entwicklungs- und Planungsprozesse

Die Bildung der Kooperationsbeziehung zwischen den beteiligten Unternehmen stellt die Grundlage dar, auf der die erforderlichen Prozesse später ablaufen sollen. Für diesen Bereich lassen sich die folgenden Anforderungen zusammenfassen:

- Ziel der Kooperation ist die Verlagerung von Entwicklungs- und Planungskompetenzen und –ressourcen, deren Aufbau, Unterhalt oder Betrieb im betroffenen Unternehmen wirtschaftlich nicht sinnvoll ist. Diese Konzentration auf Kernkompetenzen erlaubt es, eine klare Trennung zwischen eigenen und fremden Abläufen vorzunehmen. Eine Methode zur kurzfristigen Bildung solcher Kooperationen muss die Aufbau- und Ablauforganisation entlang dieser Grenzen unterstützen.

- Im Gegensatz zu Produktionsprozessen sind Entwicklungs- und Planungsprozesse in der Regel nicht durch klare Ein- und Ausgangsgrößen determiniert, sondern responsiv-iterativ (EISENHARDT U. TABRIZI 1995; SCHÖTTNER 2000). Unternehmensübergreifende Engineering-Kooperationen erfordern aber ein determiniertes Ergebnis in Form eines Dienstleistungsvertrages. Die verwendete Methode muss diesem Umstand Rechnung tragen.
- Die Zusammenarbeit mit unbekanntem Kooperationspartnern setzt Vertrauen in die Erfüllung der gestellten Anforderungen durch den Entwicklungspartner voraus (vgl. SCHÖTTNER 2000; MEYER U. TOSTMANN 1987; MEYER 1998). Die Methode muss daher klare Vorgaben des Arbeitsumfangs, der rechtlichen Rahmenbedingungen und der Ausgangs- bzw. Zielgrößen unterstützen und so alle Teilprozesse einer kooperativen Entwicklung und Planung synchronisieren.
- Kooperation im Entwicklungs- und Planungsbereich ist stets auch eine Kooperation der jeweiligen Methoden und Werkzeuge der Partner. Die zu entwickelnde Methode muss daher bereits in der Aufbauorganisation das spätere optimale Zusammenspiel entlang der organisatorischen und technologischen Schnittstellen vorbereiten.
- Hat ein Unternehmen mehrere geeignete Kooperationspartner zur Auswahl, so muss die Methode ein Bewertungsverfahren beinhalten, das die Auswahl des optimalen Dienstleisters erlaubt.

4.4 Einführung der Methode in Unternehmen

Hinsichtlich der Einführung der zu entwickelnden Methode in einem Unternehmen können Anforderungen aus Sicht der Unternehmen selbst, aber auch aus Sicht ihrer generellen Kooperationsfähigkeit definiert werden. Eine kurzfristig erforderliche Engineering-Kooperation kann sowohl *strategischer* (im Rahmen der Konzentration auf Kernkompetenzen) als auch *operativer* (in der Erfüllung temporärer bzw. lokaler Marktanforderungen) Natur sein (vgl. KREIKEBAUM 1997). Daher sollte eine zentrale und zugleich auch dezentral durch die konkret betroffenen Mitarbeiter (verteilte Problemlösung) durchgeführte Kooperationsplanung erlaubt werden.

- Die Methode muss bereits im Unternehmen vorhandene Standards, Methoden und Werkzeuge der Entwicklung und Planung und des unternehmensübergreifenden Datenaustauschs unterstützen bzw. darf diese nicht beeinträchtigen.
- Die von RUDORFER (2001, S. 80ff) geforderten neun Fähigkeiten zur Bildung kurzfristiger Kooperationen (vgl. auch Abschnitt 3.3.3.2) können als Voraussetzung für Unternehmen gesehen werden, die Aufbau- und Ablauforganisation von Engineering-Kooperationen zu gestalten. Eine Methode, welche die hierfür erforderlichen Abläufe unterstützt, kann folglich von diesen Grundfähigkeiten ausgehen, muss diese jedoch erweitern können und darf sie keinesfalls einschränken.

5 Methode zur kurzfristigen Bildung von Entwicklungs- und Planungs Kooperationen

Ziel der Arbeit ist die Unterstützung der kurzfristigen Bildung unternehmensübergreifender Entwicklungs- und Planungs Kooperationen. In diesem Kapitel wird daher eine geeignete Methode, entsprechend der zuvor definierten Anforderungen erarbeitet. Im ersten Abschnitt wird der generelle Ansatz zur schnellen Gestaltung derartiger Kooperationsbeziehungen vorgestellt, begründet und in Einzelschritte unterteilt. Diese werden dann in den folgenden Abschnitten detailliert entwickelt.

5.1 Ansatz zur kurzfristigen Gestaltung unternehmensübergreifender Kooperationsbeziehungen

Die verschiedenen in Kapitel 3 vorgestellten Forschungsansätze zu unternehmensübergreifenden Kooperationen sehen die Festlegung der inhaltlichen und organisatorischen Zusammenarbeit zwischen allen beteiligten Einheiten als wesentliches Ziel des aufbauorganisatorischen Gestaltens. Allen vorgestellten Ansätzen zur Ausformung von Entwicklungs- und Planungs Kooperationen ist jedoch ein eher strategisches Vorgehen gemeinsam, das dem Aspekt der Kurzfristigkeit nicht gerecht wird. Die hier vorgestellte Methode hat daher ein systematisches Vorgehen als Kern, welches bei der Bildung von Kooperationen im Bereich der Entwicklung und Planung dem Aspekt der Zeit eine größtmögliche Bedeutung zukommen lässt.

Um die in Kapitel 4 geforderte Anwendbarkeit der Methode auf allen Unternehmensebenen und deren Neutralität gegenüber Veränderungen im Unternehmensumfeld oder dem Stand der Technik zu gewährleisten, soll die Methode dem von PROBST (1987) beschriebenen Prinzip selbstorganisierender Systeme folgen. Dieses Prinzip erhöht nach MEHLER (1999) und SCHLIFFENBACHER (2000) zudem die Reaktionsfähigkeit von Kooperationen und verbessert somit die Eigenschaften hinsichtlich der Kurzfristigkeit der Kooperationsbildung.

COLLIN (2001, S. 16ff) stellt als Ziel von Entwicklungs- und Planungsprozessen eine Optimierung aller Produkteigenschaften hinsichtlich des *Product-Life-Cycle* dar. Analog hierzu nennt die Literatur auch für Prozesse die Aspekte der Prozessplanung und -gestaltung (MURR 1999; GRUNWALD 2001; WHEELWRIGHT U. CLARK 1995; GÖPFERT 1998).

Entsprechend soll daher auch für kooperative Engineering-Prozesse ein dem *Produktlebenszyklus* vergleichbarer *Lebenszyklus kooperativer Entwicklungs- und Planungsprozesse* definiert werden, hinsichtlich dessen die aufbauorganisatorischen Gestaltungsprozesse zur Bildung derartiger Kooperationen auszurichten sind. Diese Zyklen sind in ihren Abläufen vergleichbar und überschneiden sich im Einsatz eines Entwicklungs- und Planungsprozesses (vgl. Abbildung 5-1).

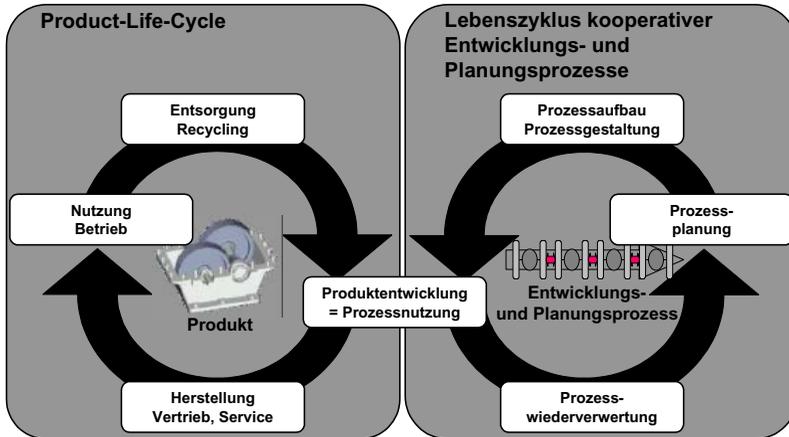


Abbildung 5-1: Übertragung des Product-Life-Cycle auf den Lebenszyklus kooperativer Entwicklungs- und Planungsprozesse

Ziel der Arbeit ist die Unterstützung des kurzfristigen Aufbaus unternehmensübergreifender Entwicklungs- und Planungsprozesse. Innerhalb des Lebenszyklus liegt daher der Schwerpunkt der Betrachtungen auf den ersten beiden Phasen der Planung und Gestaltung dieser Prozesse. Bereits in diesen Phasen müssen jedoch für die Bereiche der Prozessnutzung und der Prozessverwertung entsprechende Voraussetzungen geschaffen werden.

Als Grundlage der weiteren Überlegungen soll im Folgenden entsprechend einer solchen Analogie zwischen den Phasen der Prozessplanung, der Prozessgestaltung, der eigentlichen Nutzung des Prozesses und der Wiederverwertung bereits beendeter Prozesse unterschieden werden. Eine solche Nutzung abgeschlossener Prozessschritte bezieht sich in der Regel lediglich auf Teilbereiche ganzer Entwicklungsschritte, da Entwicklungsabläufe sich nur selten identisch wiederholen.

Um ein methodisches Herangehen an diese kurzfristige Gestaltung von Engineering-Kooperation zu ermöglichen, soll hierfür im Folgenden eine geeignete generelle Vorgehensweise erarbeitet werden.

Die im Rahmen der Arbeit betrachteten unternehmensübergreifenden Prozesse auf Basis von Dienstleistungen werden von SCHWARZ (1997, S. 31) als *sozio-technische Systeme* bezeichnet. Diese zeichnen sich durch eine ganzheitliche Problemlösung aus, bei der die Faktoren *Mensch, Organisation und Technik* gleichwertig zu betrachten sind. Aus der in den Kapiteln 2 und 3 erfolgten Beschreibung kurzfristig zu gestaltender, unternehmensübergreifender Entwicklungs- und Planungsprozesse und der Eignung des Dienstleistungsbegriffs für die dabei geleisteten Tätigkeiten kann abgeleitet werden, dass auch diese in die Kategorie *sozio-technologischer Systeme* zu rechnen sind.

Zur Gestaltung derartiger Systeme können nach SCHWARZ (1997), JASCHINSKI (1998) und HERMSEN (2000) auch Vorgehensweisen der Produktentwicklung angewandt werden. GOLDSTEIN (1999) wendet vergleichbare Methoden auf die strategische Optimierung von Geschäftsprozessen der Produktentwicklung innerhalb eines Unternehmens an. DAENZER U. HUBER (1994) stellen unter dem Begriff des *Systems Engineering* hierfür eine generelle Vorgehensweise zur methodischen Gestaltung komplexer Organisationssysteme vor, die sich in ihren Phasen ebenfalls an den Strukturen der VDI 2221/2222 orientiert.

Folglich ist beispielsweise die von HERMSEN (2000) beschriebene Anwendung der Richtlinie VDI 2221 sowohl für die methodische Gestaltung einzelner Dienstleistungen, als auch für den systematischen Aufbau der Prozessketten kurzfristiger Engineering-Kooperationen geeignet.

SCHWARZ (1997, S. 43FF) erläutert die Eignung der Arbeitsschritte und des Vorgehenszyklus nach VDI 2221 bzw. EHRENSPIEL (1995) (vgl. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) für die Entwicklung und Gestaltung *sozio-technologischer Systeme*. Daher soll diese Vorgehensweise im Rahmen dieser Arbeit auch für die Gestaltung unternehmensübergreifender Planungs- und Entwicklungskooperationen Anwendung finden. Abbildung 5-2 erläutert diese Übertragung der Methoden des methodischen Konstruierens auf die Gestaltung kurzfristiger Entwicklungs- und Planungskoooperationen.

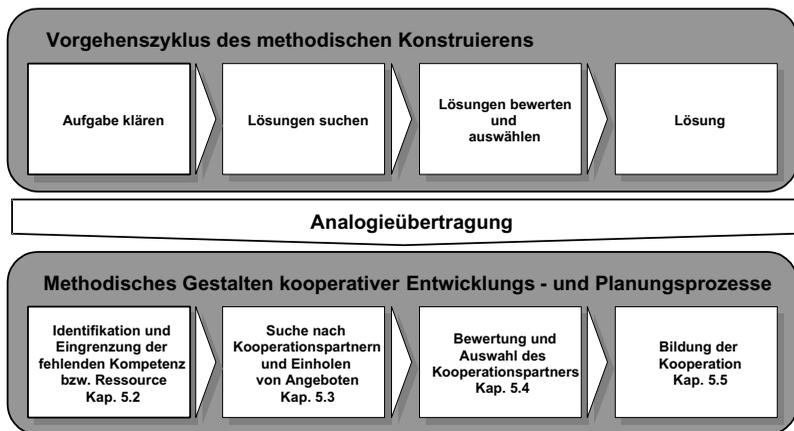


Abbildung 5-2: Übertragung des methodischen Konstruierens nach EHRENSPIEL (1995) auf die Planung kooperativer Entwicklungs- und Planungsprozesse - Gliederung des Kapitels 5

Die zu entwickelnde Methode basiert daher auf der beschriebenen systematischen Planung und Gestaltung kurzfristig zu bildender unternehmensübergreifender Engineering-Kooperationen und stellt für die vier genannten Phasen geeignete Vorgehensweisen bereit. In den nachfolgenden Abschnitten dieses Kapitels werden daher entsprechende Methoden für die Umsetzung dieser Schritte in der Planung und Bildung kurzfristiger Entwicklungs- und Planungs Kooperationen erarbeitet. Abbildung 5-2 fasst diese zusammen (vgl. hierzu auch Abbildung 5-10, Abbildung 5-17, Abbildung 5-30, Abbildung 5-31).

Folgt man dem beschriebenen Vorgehen, so ist eingangs für die Klärung der zu lösenden Kooperationsaufgabe festzulegen, welche Kompetenz bzw. Ressource exakt auf einen externen Kooperationspartner zu verlagern ist. Im folgenden Abschnitt soll daher eine Methode für die Bildung einer strukturierten Anforderungsdefinition an eine zu bildende Entwicklungs- und Planungs Kooperation erarbeitet werden.

5.2 Strukturierte Anforderungsdefinition für Entwicklungs- und Planungsleistungen

Kerngedanke kurzfristig gebildeter Entwicklungs- und Planungs Kooperationen ist die Substitution fehlender Kompetenzen oder Ressourcen durch extern bezogene Dienstleistungen. Diese sind in einem ersten Schritt der Kooperationsbildung zunächst zu identifizieren.

Der Stand der Forschung und Technik stellt hierfür mit der *Szenariotechnik* und der *Kernkompetenzanalyse* geeignete Methoden und Werkzeuge zur Verfügung (vgl. Kapitel 3.3.3.2). Auf Basis einer konkret vorliegende Kundenanfrage können die erforderlichen Entwicklungs- und Planungs Kompetenzen zur Nutzung eines zeitlich begrenzten Marktpotenzials spezifiziert werden.

Die durch REINHART U. GRUNWALD (1999) sowie HINTERHUBER ET AL. (1996) erläuterte Methode der *Kernkompetenzanalyse* kann hierbei klar zeigen, ob dieses Potenzial in einem sogenannten *Kompetenz-Gap* liegt, oder durch eigene Kompetenzen erfüllt werden kann. Dagegen erlaubt es die von GAUSEMEIER ET AL. (1996) erarbeitete Methode der *Szenariotechnik*, zu bestimmen, ob das Füllen dieser Lücke durch eigene Kompetenzen als eine *zukunftsrobuste* Maßnahme angesehen werden kann, oder eine langfristige Investition in den Aufbau entsprechender Kapazitäten und Ressourcen nicht sinnvoll ist. Ausgehend von diesen strategischen Vorgaben können dann innerhalb des so geschaffenen Freiraums auf operativer Ebene kurzfristig Kooperationen zur Ergänzung eigener Ressourcen und Kompetenzen gebildet werden, ohne jeweils erst auf Vorgaben der Unternehmensführung warten zu müssen (vgl. hierzu KREIKEBAUM 1997; SCHERNIKAU 2001, sowie Abbildung 2-3). Auf Basis dieser Aussagen lassen sich unmittelbar die Ziele einer kurzfristig zu bildenden Entwicklungs- und Planungs Kooperation ableiten.

Die aus Sicht des Qualitätsmanagements geforderten Eigenschaften für diesen Prozess setzen eine exakte Eingrenzung und Beschreibung der jeweils erforderlichen Tätigkeit bereits in der Planungsphase voraus (vgl. HERMSEN 2000; BEREKOVEN 1974; BROWN ET AL. 1994). Diese Anforderungen sind folglich mit den in Kapitel 3 vorgestellten modularen Organisationsprinzipien zur Unterstützung flexibler und wandlungsfähiger Entwicklungs- und Planungsprozesse (vgl. REINHART ET AL. 1997; MURR 1999 und GRUNWALD 2001) zu verbinden. GRUNWALD (2001, S. 69) und GÖPFERT (1998, S. 157) nennen für ein solche Prozessmodularisierung eine Reihe von Vor- und Nachteilen, die in Abbildung 5-3 zusammengefasst sind.

Auswirkung der Modularisierung	Potenziale und Vorteile	Gefahren und Nachteile
Abgrenzbarkeit	Prozesse können autonom bearbeitet werden. Reduzierter Koordinationsbedarf.	Kein Verständnis für die Gesamtaufgabe. Beschränkung der Innovation auf das Prozessmodul
Standardisierbarkeit	Schaffung wiederverwendbarer Elemente und Standards	Hoher Anpassungsaufwand falls zuvor außerhalb von Standards gearbeitet wurde
Kombinierbarkeit	Flexible, situative Konfiguration des Entwicklungsprozesses	Schwierigkeit der Identifikation kombinierbarer Elemente in neuen Projekten
Erweiterbarkeit	Kurzfristige, situative Erweiterung von Prozessen	Unüberschaubare, redundante Prozesse und Organisationsstruktur
Austauschbarkeit	Flexibilisierung von Prozessen und Organisationsstrukturen durch den Austausch einzelner Elemente	Koordinationsprobleme bei ungenügend spezifizierten Modulschnittstellen
Kontrollierbarkeit	Einfache Erfolgskontrolle durch zurechenbare Leistungen	Priorisierung modulbezogener Einzelziele gegenüber den Gesamtzielen
Hierarchisierbarkeit	Komplexitätsreduktion, Ausgliederung bzw. Detaillierung kritischer Prozesse	Verlust von Synergieeffekten
Prozessstabilität	Veränderungen bleiben auf einzelne Module beschränkt	Erstarrung der modularisierten Prozesse

Abbildung 5-3: *Potenziale und Gefahren einer Prozessmodularisierung in Entwicklungsprozessen (in Anlehnung an GRUNWALD 2001, S. 69 und GÖPFERT 1998, S. 157)*

5.2.1 Ausgangsproblem der inhaltlichen Eingrenzung von Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen

Die zu entwickelnde Methode muss einerseits den jeweils im Rahmen einer kurzfristigen Kooperation auszugliedernden Entwicklungs- und Planungsschritt ausreichend entkoppeln, andererseits aber auch den Anforderungen von Prozessen mit geringem Determinierungsgrad genügen. Hierbei besteht ein Widerspruch zwischen den durch EISENHARDT U. TABRIZI (1995) und SCHÖTTNER (2000) beschriebenen dynamisch-iterativen Engineering-Prozessen und den nach BEREKOVEN (1974) zu determinierenden Anforderungsbeschreibungen an eine zu vergebende Dienstleistung. Dieser Konflikt kann dabei durch eine entsprechende Vorgehensweise bei der Eingrenzung der fehlenden Ressource bzw. Kompetenz gelöst werden.

SCHUMANN (1994, S. 14) beschreibt ein Modell für einen *elementaren Produktentwicklungsschritt*. Ein solcher Schritt definiert sich durch die Erweiterung bzw. Änderung des Informationsgehalts des Modellzustands. Dieser Informationsgehalt soll im Folgenden als *Entwicklungsstand* bezeichnet werden.

Diese Veränderung der Eingangsdaten hin zu den Ausgangsdaten ist hierbei lediglich von den Eingangsdaten selbst, der Aufgabenstellung und den entscheidungsrelevanten Informationen abhängig, die innerhalb des Entwicklungsschritts vorliegen müssen. Die durch die SADT-Methode vorgegebene Beschreibungsmöglichkeit erweitert dieses Modell noch um den Faktor der erforderlichen Ressourcen (vgl. Abbildung 5-4).

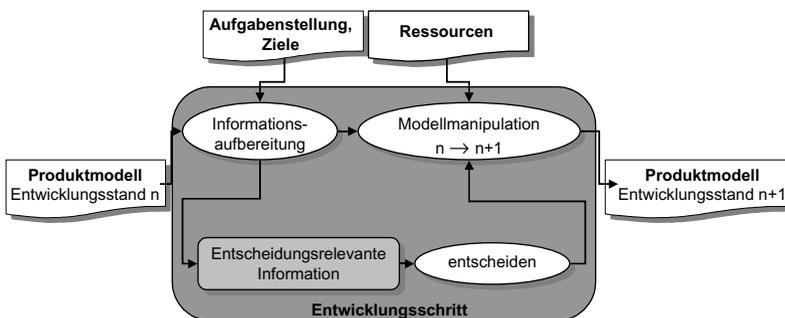


Abbildung 5-4: Modell eines elementaren, determinierten Entwicklungsschritts (in Anlehnung an SCHUMANN 1994, S. 14)

Überträgt man einen solchen Entwicklungsschritt auf einen externen Dienstleister, so wird deutlich, dass das bestehende Produktmodell gemeinsam mit einer definierten Aufgabenstellung bereits die zum nächsten Produktzustand führende Determinierung des Prozessschritts ergeben muss. Innerhalb eines Entwicklungsschritts können dabei durchaus Iterationen vorkommen, bis die Modellmanipulation ein der Aufgabenstellung

entsprechendes Ergebnis geliefert hat. Nach SCHWARZ (1997) und JASCHINSKI (1998) kann hierbei unter dem Produkt eines Engineering-Dienstleisters auch ein geplanter Produktionsprozess bzw. eine Dienstleistung verstanden werden.

Dynamisch-iterative Prozessschritte zeichnen sich durch eine fehlende Kenntnis der nachfolgenden Schritte aus, da weder das Endergebnis, noch die erforderlichen Manipulationen an den Ausgangsdaten, noch die Zahl der dazu notwendigen Iterationen feststehen. Innerhalb jedes Entwicklungsprozesses liegen jedoch präzise Informationen zum angestrebten Endziel in Form von Kundenanforderungen vor. Der Bereich zwischen dem aktuellen Planungsstand und den geforderten Endergebnissen des Entwicklungsprozesses kann also als hinsichtlich der Anforderungen determiniert angesehen werden. Darüber hinaus liegen in der Regel bereits Informationen zu determinierten Entwicklungsschritten vor, die sich an den durchschrittenen dynamisch-iterativen Planungsbereich anschließen. Ein Beispiel hierfür ist die Überprüfung fertiger (determinierter) CAD-Daten hinsichtlich der dynamischen Eigenschaften des Produkts durch eine FEM-Simulation. Da hier lediglich eine Aussage über diese Eigenschaften und keine Optimierung zu erbringen ist, kann dieser Schritt als determiniert angesehen werden. Abbildung 5-5 stellt jeweils Beispiele für statisch-determinierte und dynamisch-iterative Prozesse der Ressourcen- und Kompetenzergänzung dar.

Beispiele von Entwicklungs- und Planungs Kooperationen	Statisch-determinierte Prozesse	Dynamisch-iterative Prozesse
Ergänzung von Ressourcen	Ergänzung eigener Entwicklungskapazitäten durch externe Konstrukteure für die Umsetzung bestehender 2D-CAD-Zeichnungen in 3D-CAD-Modelle	Untervergabe der Entwicklung einer Standardkomponente einer Werkzeugmaschine (z.B. Drehtisch) zum Ausgleich von Kapazitätsengpässen in der Produktentwicklung
Ergänzung von Kompetenzen	Externvergabe der Abändern einer Aluminiumkonstruktion auf Kohlefaser-Materialien infolge fehlenden Know-Hows	Untervergabe der Entwicklung einer Sonderausführung der Komponente einer Werkzeugmaschine (z.B. von Drehtisch auf Drehschwenktisch) zur Ergänzung fehlenden Know-Hows

Abbildung 5-5: *Beispiele statisch-determinierter und dynamisch-iterativer Prozesse in Entwicklungskooperationen*

Durch ein "Freischneiden" dynamisch-iterativer Planungsbereiche von ihren Randbedingungen in Bereiche ohne zusätzliche Eingangsinformationen neben den Ein- und Ausgangsgrößen lassen sich folglich determinierte Module innerhalb des Entwicklungsprozesses schaffen (vgl. Abbildung 5-6). Diese weisen keine Iterationen mehr über ihre Systemgrenzen hinaus auf.

Die dargestellte Modularisierung kann dynamisch-iterative Prozesse somit in Teilprozesse zerlegen, welche nach außen statisch-determiniert sind. Innerhalb dieser Module kann es dagegen sehr wohl zu Iterationen kommen, die dann jedoch auf den ausführenden Dienstleister beschränkt bleiben.

Es können sich hierbei jedoch auch für den Dienstleister bei der Ausführung des modularisierten Prozessschritts unerwartete Kompetenz- oder Ressourcenlücken zeigen. Diese unsicheren, möglicherweise dynamisch-iterativen Teilbereiche können nach der vorgestellten Methode nun wiederum ihrerseits modularisiert und entweder direkt mit dem Dienstleistungsnachfrager nachverhandelt oder an einen Unterdienstleister weiter vergeben werden (vgl. hierzu auch Abbildung 5-9). Dieses Prinzip einer unbeschränkten *inneren* und einer durch die Methode der Modularisierung vorgegebenen *äußeren* Iteration erlaubt die Beherrschung dynamisch-iterativer Engineering-Prozesse, ohne die für Dienstleistungen wichtige Determinierung aufzugeben.

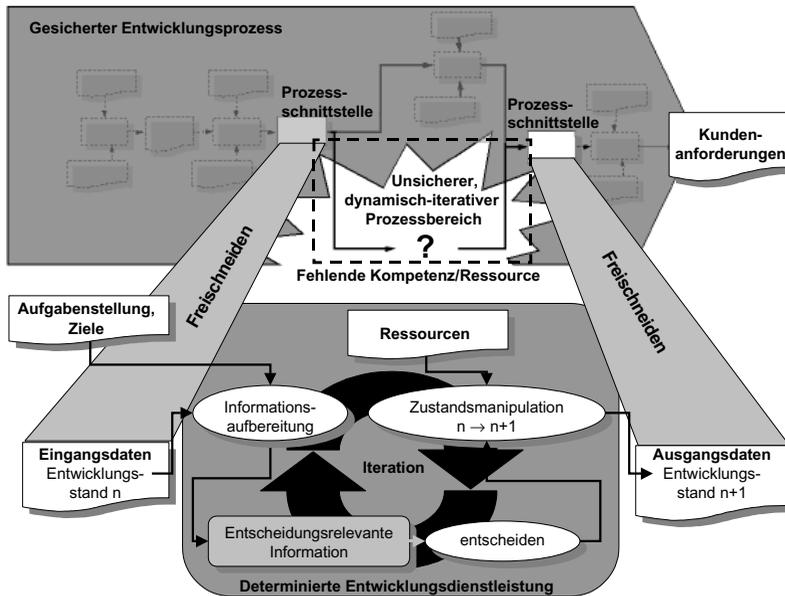


Abbildung 5-6: *Eingrenzung dynamisch-iterativer Bereiche des Entwicklungsprozesses als determinierte Dienstleistung*

Von diesen Modulen ist einerseits der Eingangszustand und andererseits entweder der Ausgangszustand oder die Aufgabenstellung bekannt. Im Sinne des von PROBST (1987) geforderten *Prinzips der Selbstorganisation* können diese Module zudem als autonom angesehen werden, da sie innerhalb der gesetzten Randbedingungen eigenständig über

die ihnen zur Verfügung stehenden Ressourcen verfügen bzw. diese nach eigenem Ermessen erweitern können (vgl. Abbildung 5-6).

Eine kurzfristig extern bezogene Engineering-Dienstleistung ist daher im Idealfall so zu planen, dass sie jeweils den nicht vorhersehbaren dynamisch-iterativen Teil des Entwicklungsprozesses abdeckt und zwischen zwei oder mehreren eindeutig festgelegten Prozessschritten steht. Anderenfalls ist entweder für den Anbieter der Dienstleistung der Aufwand nicht absehbar oder für den Nachfrager der Kompetenz bzw. der Ressource das Ergebnis der Kooperation nicht exakt vorherzusehen. Jede nicht determinierte Dienstleistung ist somit besser für eine *strategische* Kooperation, als für die Erfüllung unmittelbar bestehender *operativer* Marktanforderungen geeignet.

5.2.2 Modularisierungsprinzip von Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen

Das in Kapitel 5.1 beschriebene systematische Entwickeln kurzfristig gebildeter Entwicklungs- und Planungsoperationen bedingt in seiner ersten Phase eine exakte Klärung und Beschreibung der durch Kooperation zu lösenden Aufgabe. Die vorgestellte Methode erfüllt dies durch das Prinzip der Modularisierung des Entwicklungsprozesses. Hierbei ist wichtig, dass bei dieser Vorgehensweise keine vollständige Modularisierung des gesamten Entwicklungsprozesses erforderlich ist, da im Sinne der Methode lediglich der Bereich fehlender Kompetenzen oder Ressourcen abzugrenzen ist.

Die vorgestellte Methode kann somit sowohl auf einen bereits global modularisierten Entwicklungsprozess als auch für die lokale Eingrenzung eines nicht modular unterteilten Gesamtprozesses angewandt werden. Anders als bei den durch MURR (1999) und GRUNWALD (2001) beschriebenen Prozessbausteinen wird der Entwicklungs- und Planungsprozess durch die Modularisierung dabei nicht von “innen nach außen“ vollständig aus Prozessbausteinen abgebildet, sondern nur im betroffenen Teil durch das “Freischneiden“ von “außen nach innen“ eingegrenzt.

Im Gegensatz zu dem durch GRUNWALD (2001) beschriebenen Aufbau von Entwicklungs- und Planungsprozessen aus einzelnen, vordefinierten, Prozessbausteinen werden die modularisierten Dienstleistungen in der dargestellten Vorgehensweise erst bei konkret zu ergänzenden Ressourcen und Kompetenzen lokal definiert und für den Prozess der Kooperationsbildung genutzt. Der gewählte Ansatz beschränkt sich zudem nicht nur auf die durch MURR (1999) und GRUNWALD (2001) behandelten Bereiche Konstruktion und Montage, sondern kann auf alle Bereiche der Produkt- und Produktionsentstehung angewandt werden.

Nach GRUNWALD (2001, S. 157) stellen Prozessbausteine, die in Methoden- und Prozessbaukästen strukturiert sind, keine ausreichende Unterstützung unternehmensübergreifender Prozesse dar. Speziell der Gedanke der Kurzfristigkeit findet hier keine Berücksichtigung, da vor dem Aufbau einer Entwicklung- und Planungskette zunächst

alle Bereiche des Prozesses durch Prozessbausteine mit fest vorgegebenen Schnittstellen abzubilden sind. Die durch GRUNWALD (2001) vorgestellte Methode ist somit auf eine langfristige Einführung in einem Unternehmen hin ausgelegt und nicht auf die kurzfristige Zusammenarbeit mit bisher unbekanntem Kooperationspartnern übertragbar.

Die im Rahmen dieser Arbeit vorgestellte systematische Vorgehensweise (vgl. Abbildung 5-2) schafft daher die Möglichkeit zur kurzfristigen Gestaltung unternehmensübergreifender Entwicklungs- und Planungsprozesse auch ohne vorherige Eingriffe in die Prozessgestaltung und -abwicklung eines Unternehmens.

Ein Entwicklungs- und Planungsprozess wird durch die vorgestellte Methode somit nicht vom Groben zum Feinen hin untergliedert, sondern ausgehend von den individuellen Gegebenheiten eines, durch externe Ressourcen zu ergänzenden, Teilprozesses auf die übergeordnete Ebene eines Prozessmoduls hin strukturiert. Hierdurch wird die kurzfristige Anwendung der Methode in bereits laufenden Prozessen ermöglicht und so der Zeitfaktor für die Kooperationsbildung positiv beeinflusst. Die Vorgehensweise ermöglicht es, fehlende Schritte eines Entwicklungsprozesses im Sinne einer Externvergabe an einen Dienstleister zu beschreiben und die bezogene Leistung unmittelbar bei deren Erbringung wieder in die eigenen Abläufe einzufügen.

5.2.2.1 Modul einer kooperativen Entwicklungs- und Planungs-dienstleistung

Eine modularisierte Dienstleistung fasst die verschiedenen durch den Leistungserbringer durchzuführenden Tätigkeiten in einer autarken Einheit zusammen.

Dabei werden zunächst alle relevanten Eingangsinformationen abgebildet, die zur Bearbeitung der Aufgabe erforderlich sind. Diese Eingangsdaten sind generelle Informationen zur angeforderten Tätigkeit bzw. konkrete Dokumente, die den aktuellen Stand des Entwicklungsprozesses in der jeweils für den Dienstleister erforderlichen semantischen Sichtweise abbilden. Hierfür ist zusätzlich eine Spezifikation der erforderlichen organisatorischen, datentechnischen und kommunikativen Schnittstellen notwendig. Hierbei definieren die allgemeine Form und der allgemeine Inhalt der zwischen den Modulen ausgetauschten Informationen nach ZAPF (1990) die Kunden-Dienstleister-*Schnittstelle*. Die speziellen Inhalte und Formate der ausgetauschten Informationen beschreiben dagegen die inhaltlichen *Erfüllungsbestandteile* der Kooperation (vgl. hierzu auch Abschnitt 5.4.2.3).

Analog zu den Eingangsinformationen ergibt die Determinierung des auszugliedernden Prozessschritts auch die für nachfolgende Schritte erforderlichen Ausgangsinformationen. Sowohl Eingangs- als auch Ausgangsdaten erlauben eine exakte Beurteilung des Moduls hinsichtlich des erforderlichen Abstimmungsaufwands. Die Ausgangsdaten können dabei nach BRONSTEIN U. SEMENDJAJEW (1991) als Funktion der Eingangsdaten gesehen werden:

$$\mathbf{Entwicklungsstand}_{n+1} = \mathbf{f(Entwicklungsstand}_n) \quad \mathbf{(Gleichung 1)}$$

Die Funktion f stellt die an den Entwicklungsdaten erbrachte Dienstleistung dar. Der Nachfrager einer Dienstleistung kann folglich anhand der beiden Informationen $Entwicklungsstand_n$ und $Entwicklungsstand_{n+1}$ die anzufragende **Dienstleistung f** beschreiben. Durch Variation des Detailgrades der Ein- und Ausgangsdaten kann ein Dienstleistungsmodul entweder genereller oder spezialisierter Natur sein.

Eine Alternative stellt die ausschließliche Beschreibung der erforderlichen Ausgangsdaten $Entwicklungsstand_{n+1}$ einer modularisierten Dienstleistung dar. Hierbei ist es Aufgabe des Dienstleisters, eine geeignete Funktion f anzubieten und die erforderlichen Eingangsdaten $Entwicklungsstand_n$ zu beschreiben. Der Dienstleistungsnachfrager kann daraufhin seine vorgelagerten Prozesse auf diese Anforderungen ausrichten bzw. die Lücke zwischen dem vorhandenen Entwicklungsstand und der für den Dienstleister erforderlichen Eingangsdaten durch eine separat angefragte Externvergabe schließen. Aufwand und Umfang der Dienstleistung stellen sich dabei als Funktion g von Aus- und Eingangsdaten dar. Der Dienstleistungsanbieter kann daraus den anzubietenden **Aufwand g** ableiten, der abhängig vom Umfang der Veränderung $\Delta Entwicklungsstand$ an den Eingangsdaten und dem Umfang der Eingangsdaten $Entwicklungsstand_n$ ist.

$$\begin{aligned} \Delta \mathbf{Entwicklungsstand} &= \mathbf{Entwicklungsstand}_{n+1} - \mathbf{Entwicklungsstand}_n \\ &= \mathbf{h(Entwicklungsstand}_n) \end{aligned} \quad \mathbf{(Gleichung 2)}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{Aufwand}_{\text{Dienstleister}} &= \mathbf{g(Entwicklungsstand}_n, \Delta \mathbf{Entwicklungsstand}_n) \\ &= \mathbf{g(Entwicklungsstand}_n, \mathbf{h(Entwicklungsstand}_n)) \end{aligned} \quad \mathbf{(Gleichung 3)}$$

Theoretisch ist eine beliebig große Menge F aller Funktionen f denkbar, welche aus den gewünschten Eingangsdaten n die erforderlichen Ausgangsdaten $n+1$ ableiten. Gesucht ist dabei stets diejenige Dienstleistung f , die einen minimalen Aufwand g bedingt.

$$\mathbf{F} = \{ \mathbf{f} \mid \mathbf{Entwicklungsstand}_{n+1} = \mathbf{f(Entwicklungsstand}_n) \} \quad \mathbf{(Gleichung 4)}$$

In die Praxis übertragen bedeutet der durch Gleichung 4 dargestellte Sachverhalt, dass bei der Suche nach geeigneten Kooperationspartnern all diejenigen Partner der Menge F in Frage kommen, die über ihre Dienstleistung f den gewünschten Fortschritt des Entwicklungsstandes ermöglichen. Dabei ist für die Lösungsfindung im Sinne der systematischen Entwicklung einer Kooperation lediglich der genannte Fortschritt $\Delta Entwicklungsstand$, nicht aber das genaue Vorgehen f des Dienstleisters wichtig. Eine explizite Beschreibung von f ist demnach nicht zwingend erforderlich. Um die Zahl der anzufragenden Dienstleister jedoch auf eine besser handhabbare Teilmenge G von F reduzieren zu können, kann der Dienstleistungsnachfrager eine konkrete Lösungsfunktion i vorgeben.

Entwicklungsstand_{n+1} = i(Entwicklungsstand_n); (Gleichung 5)

mit $G = \{i \mid i \in F\}; G < F$.

Demnach enthält die modularisierte Entwicklungsdienstleistung neben einer Beschreibung der Ein- und Ausgangsdaten auch eine Möglichkeit zur Nennung der gewünschten Methoden und Werkzeuge, die der Dienstleister verwenden soll. Dies kann beispielsweise für einen Eigenschaftsnachweis gemäss einer bestimmten Vorschrift erforderlich sein. Für eine solche Unterteilung aller derzeit möglichen Entwicklungs- und Planungsdienstleistung bestehen in der Literatur keine geeigneten Ansätze (vgl. Kapitel 3.3.2.2). HERMSEN (2000) schlägt allerdings für den Bereich Instandhaltung und Wartung eine Unterteilung technischer Dienstleistungen entlang des systematischen Entwicklungsvorgehens nach VDI 2221 vor. Hierbei wird die von JUGEL (1989) und FASSOT (1995) getroffene Trennung zwischen Primär- und Sekundärdienstleistungen berücksichtigt.

Modularisierte Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen werden daher im Rahmen der vorgestellten Methode in die aus VDI 2221 abgeleiteten Primärdienstleistungen *Analyse*, *Konzeption/Planung*, *Simulation/Bewertung* und *Konstruktion/Detaillierung* und die unterstützenden Sekundärfunktionen des *Daten- und Projektmanagements*, der *Schulung und Fortbildung* und des *Leasings von Personal, Hard- und Software* unterteilt (vgl. Abbildung 5-7).

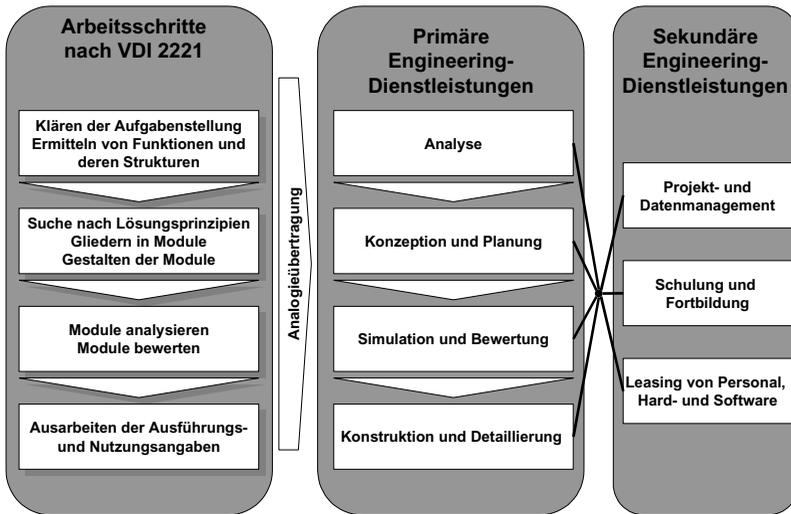


Abbildung 5-7: Funktionsbeschreibung modularisierter Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen durch Untergliederung der Tätigkeiten in Primär- und Sekundärdienstleistungen

Entsprechend der durch GAUSEMEIER ET AL. (1996) gegebenen Definition des Begriffs *Planung* und der von PAHL U. BEITZ (1997) beschriebenen Tätigkeit der *Konstruktion und Entwicklung* (vgl. jeweils Abschnitt 3.1) können somit zwei inhaltlich zusammengehörige *Hauptgruppen* modularisierter Dienstleistungen gebildet werden (vgl. Abbildung 5-7).

Eine Gruppe stellen die *Primärdienstleistungen* im Sinne der methodischen Entwicklungs- und Planungsvorgehensweise nach VDI 2221 und EHRENSPIEL (1995) dar. Die zweite Gruppe bilden unterstützende *Sekundärdienstleistungen*. Diesen Oberbegriffen lassen sich jeweils *Untergruppen* zuordnen (vgl. Abbildung 5-11).

Unter den in Anlehnung an VDI 2221 gebildeten *Primärdienstleistungen* lassen sich die folgenden Bereiche definieren:

- *Analyse*
Hierzu gehören Aufgaben der Aufgabenklärung, wie eine generelle Problembehandlung, die Ideenfindung, und Marktanalysen.
- *Konzeption und Planung*
Dieser Bereich beinhaltet Tätigkeiten, welche der Schaffung von möglichen Lösungen hinsichtlich der Aufgabenstellung dienen. Dies schließt die Bereiche Planung, Konzeption und Vorentwicklung ein.
- *Simulation und Bewertung*
Alle Tätigkeiten, welche der Eigenschaftserkennung, Bewertung und Optimierung bestehender Lösungen dienen, sind unter diesem Begriff strukturiert.
- *Konstruktion und Detaillierung*
Dieser Bereich schließt die Ausarbeitung und Detaillierung bestehender Konzepte und Lösungen ein. Die beiden Bereiche *Konstruktion und Detaillierung* und *Simulation und Bewertung* werden im Verlauf eines Planungs- und Entwicklungsprozesses in der Regel mehrmals iterativ durchlaufen.

Als Sekundärdienstleistungen können demnach definiert werden:

- *Projekt- und Datenmanagement*
Dies beinhaltet die generelle Organisation und Verwaltung von Projekten sowie deren Daten. Ebenfalls in diese Kategorie fällt die reine Tätigkeit der Datenkonvertierung in verschiedene Formate.
- *Schulung und Fortbildung*
Prozesse des Engineerings können durch die Einführung neuer bzw. die konsequentere Beherrschung bestehender Methoden und Werkzeuge optimiert werden. Alle hierfür erforderlichen Tätigkeiten der Beratung, Aus- und Weiterbildung sind in diesem Bereich zusammengefasst.

- *Leasing*

Neben der Ergänzung fehlender Kompetenzen sind auch fehlende Ressourcen in eigene Prozesse zu integrieren. Dies erfolgt vorwiegend durch die Vermietung von Hard- und Software, bzw. der Bereitstellung von Personalressourcen. Der Begriff des Leasings fasst dies zusammen.

Nach GAUSEMEIER ET AL. 2000 lassen sich Tätigkeiten des Engineerings in die Bereiche *Produktentwicklung*, *Produktionsplanung* und *strategische Geschäftsfeldplanung* unterteilen. Die Aufgaben der *Strategischen Geschäftsfeldplanung* enden nicht im Vorfeld der Kooperationsbildung, sondern laufen parallel zur Produktentwicklung und Produktionsplanung ab und unterstützen deren Koordinierung (GAUSEMEIER ET AL. 2000, S. 17FF). Zugleich stellt die gemeinsame Koordinierung von Produktentwicklung und Produktionsplanung einen zentralen Erfolgsfaktor für produzierende Unternehmen dar (BULLINGER U. WARSCHAT 1995; EVERSHEIM ET AL. 1995B; FELDMANN 1996; REINHART ET AL. 1998). Daher soll dieser Bereich im Folgenden mit dem allgemeineren Begriff der *Planung und Koordinierung* belegt werden.

Um bereits bestehende Ansätze der Parallelisierung aller Tätigkeiten dieser drei Hauptbereiche zu unterstützen, sollen bei der Modularisierung von Engineering-Dienstleistungen diese Bereiche ebenfalls parallel bearbeitet werden können. Das Konzept eines Dienstleistungsmoduls für Entwicklungs- und Planungsprozesse besteht daher aus den drei genannten Ebenen, die über eine gemeinsame Ebene der Ein- und Ausgangsdaten miteinander verbunden sind (vgl. Abbildung 5-8). Es sind dabei analog zu GRUNWALD (2001, S. 110FF) durchaus Module möglich, bei denen eine oder zwei der genannten Ebenen unbesetzt bleiben.

Jede der drei Ebenen des Moduls verfügt über Schnittstellen, durch welche Daten zwischen gleichartigen Ebenen ausgetauscht werden können, die in Abbildung 5-8 symbolisch dargestellt sind.

Anders als bei den durch MURR (1999) und GRUNWALD (2001) vorgestellten Prozessbausteinen, sind diese Schnittstellen jedoch vor Beginn der Kooperationsbildung lediglich syntaktisch, nicht jedoch semantisch vorgegeben.

Die von GRUNWALD (2001) beschriebenen unternehmensinternen Schnittstellen der Prozessbausteine unterscheiden sich dabei grundlegend von den unternehmensübergreifenden Schnittstellen modularisierter Engineering-Dienstleistungen. Während die Schnittstellen von Prozessbausteinen in ihrer Gesamtheit vollständig und fest beschrieben sind, weisen die modularisierten Entwicklung- und Planungsleistungen deutlich weniger, dafür aber variable Schnittstellen auf, die im Anhang dieser Arbeit in Abschnitt 10.1 ausführlicher beschrieben sind. Dies erlaubt eine deutlich schnellere Spezifikation der gesuchten Kooperationslösung und stellt somit eine weitere Voraussetzung für die Kurzfristigkeit der Kooperationsbildung dar.

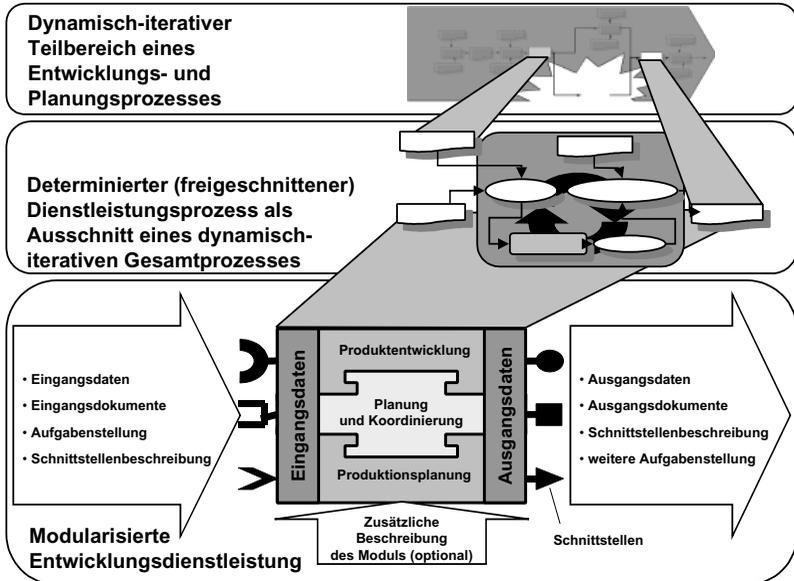


Abbildung 5-8: Methode zur Modularisierung von Entwicklungsdienstleistungen auf Basis determinierter Entwicklungsprozesse

Im Sinne einer kurzfristigen Kooperationsbildung wird daher lediglich zwischen den Kooperationspartnern die individuelle, semantische, Ausprägung der Schnittstellen abgestimmt. Hierbei werden die jeweils relevanten Parameter entlang der Prozessschnittstellen zwischen den Kooperationspartnern individuell ausgehandelt. Dies erlaubt eine bedeutend kurzfristigere Abstimmung der Kooperationsbildung mit bisher unbekanntem Partnern.

Erst die Beschreibung dieser Schnittstellen zu anderen Modulen und Prozessen ermöglicht die Verkettung von zwei oder mehr Dienstleistungsmodulen zu einer unternehmensübergreifenden Wertschöpfungskette. Diese kann dann nach dem Prinzip der Hierarchisierung selbst wieder als ein eigenständiges Modul gesehen werden. Ein einzelnes Dienstleistungsmodul kann dabei entweder entlang einer bestehenden Produktstruktur (z.B. durch die Vergabe eines Unterauftrags durch einen Generalunternehmer für eine bestimmte Baugruppe – vgl. hierzu auch Abbildung 3-19) oder aufgabenorientiert (z.B. durch die Untervergabe einer bestimmten Teilaufgabe) erfolgen (vgl. Abbildung 5-9).

Analog zu der von GRUNWALD (2001, S. 79ff) beschriebenen *Hierarchisierung von Prozessbausteinen* innerhalb eines Unternehmens können durch modularisierte Engineering-Dienstleistungen auch unternehmensübergreifende Teilprozesse in einen

organisatorischen Kontext gesetzt werden. Diese Unterteilung erfolgt nach RUDORFER (2001, S. 18ff) durch eine Herausbildung von General- und Subunternehmern für einen bestimmten Auftrag.

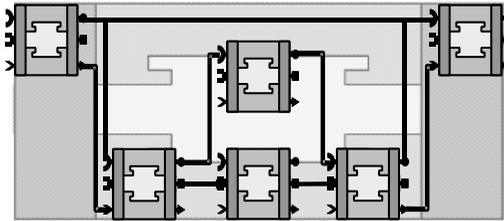


Abbildung 5-9: Verkettung mehrerer Dienstleistungsmodule zu einer unternehmensübergreifenden Wertschöpfungskette

Das im Rahmen dieser Arbeit vorgestellte Vorgehen zur Modularisierung dynamisch-iterativer Prozessbereiche in determinierte Elemente kann somit wie folgt zusammengefasst werden:

- Ermittlung von Prozessbereichen fehlender Kompetenzen bzw. Ressourcen.
- Eingrenzen des Prozessbereichs hinsichtlich bekannter und unbekannter Zwischenstände der Prozess- und Produktdaten.
- Ermittlung der Abhängigkeiten nachfolgender Prozessschritte vom eingegrenzten Bereich und des eingegrenzten Bereichs von vorausgehenden Schritten.
- Eingrenzen des Bereichs auf einen Prozessteil, welcher lediglich von aktuellen Ein- und Ausgangsdaten, nicht jedoch von weiteren, zu einem anderen Zeitpunkt erforderlichen Daten abhängt.
- Auswahl eines Prozessbereichs, der Iterationsschleifen des eingegrenzten Bereichs über die Bereichsgrenzen hinaus vermeidet.
- Determinierung des Prozessbereichs durch Festlegen aller notwendigen Ausgangsdaten, der verfügbaren Eingangsdaten und der organisatorischen und datentechnischen Schnittstellen zum übrigen Prozess. Eine detaillierte Beschreibung möglicher Ein- und Ausgangsgrößen erfolgt im Anhang dieser Arbeit in Kapitel 10.1.
- Einordnung des Prozessbereichs in den Gesamtprozess.
- Festlegung des verfügbaren Zeitrahmens für das Durchlaufen des Prozessschritts.
- Beschreibung des Moduls durch das Lastenheft der Kooperationsbeziehung.

Als ein Beispiel für eine solche modularisierte Dienstleistung soll im Folgenden die Simulation des mechanischen Verhaltens eines Werkzeugmaschinenbetts auf Basis der Finite-Elemente-Methode (FEM) durch einen externen Dienstleister gezeigt werden.

Diese Beispieltätigkeit beinhaltet die Bildung eines FEM-Modells auf Basis bestehender 3D-CAD-Daten, die Aufbereitung vorhandener Daten zu dem auf der Maschine vorgesehenen Fertigungsprozess mit den zu behandelnden Lastfällen, der eigentlichen Simulationsberechnung, der Einbindung dieser Daten in die PDM-Produktmanagement des Kunden und der Ergebnisaufbereitung- und Dokumentation durch geeignete Werkzeuge des *Computer-Aided-Office* (CAO) (vgl. hierzu z.B. SCHÖTTNER 2000). Zusätzlich ist die Angabe der relevanten Eingangsdaten und der erwarteten Ausgangsdaten der Dienstleistung hinsichtlich Reifegrad, Struktur und Datenformat und eine Vorgabe des zur Verfügung stehenden Zeitrahmens erforderlich.

Die methodische Anwendung des beschriebenen Moduls erlaubt schließlich im Sinne der verfolgten systematischen und kurzfristigen Entwicklung unternehmensübergreifender Engineering-Kooperationen die Erstellung einer konkreten Anfrage zur Suche nach geeigneten Kooperationspartnern. Abbildung 5-10 fasst diese Vorgehensweise und ihre Einordnung in die Gesamtmethode zusammen.

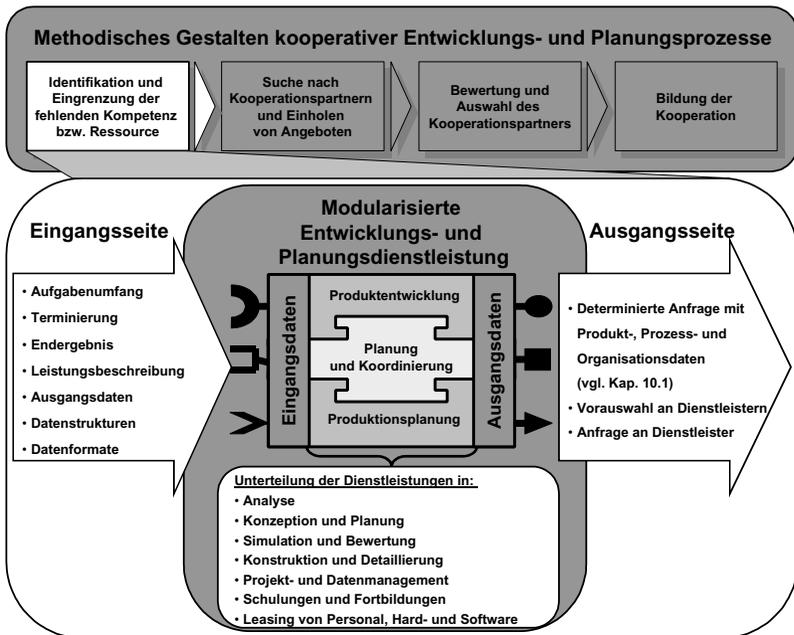


Abbildung 5-10: Methode zur Modularisierung von Entwicklungs- und Planungsdienstleistung – Einordnung in die Gesamtmethode

Durch die Bildung modularisierter Planungs- und Entwicklungsdienstleistungen lassen sich aus dynamisch-iterativen Prozessen statisch-determinierte Teilbereiche herauslösen,

die für eine kurzfristige Verlagerung auf externe Engineering-Dienstleister geeignet sind. Die folgenden beiden Abschnitte dieses Unterkapitels stellen einerseits ein den Prozess der Modularisierung unterstützendes Klassifizierungssystem für Planungs- und Entwicklungsdienstleistungen vor und erläutern andererseits, wie die Qualität verteilter Planungs- und Entwicklungsprozesse durch die Methode der Modularisierung sichergestellt werden kann.

5.2.2.2 Klassifikation modularer Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen

Die in Kapitel 2.2 beschriebene Befragung von Anbietern und Nachfragern von Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen ergab die Notwendigkeit zur Beschleunigung der Projektanbahnung. Um die Phase der Anforderungsdefinition an eine Kooperationslösung zu erleichtern, ist es sinnvoll, modularisierte Engineering-Dienstleistungen in Kategorien zu unterteilen, welche typischerweise durch den Kunden nachgefragt werden. Gleichzeitig soll damit auch eine methodische Eingrenzung im Sinne des erläuterten Modularisierungskonzepts erarbeitet werden.

Um dies zu unterstützen, werden modularisierte Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen an dieser Stelle zunächst durch die in Abschnitt 5.2.2.1 erläuterte, auf JUGEL (1989) und FASSOT (1995) basierende Untergruppenbeschreibung der unmittelbar eigenständigen *Primärdienstleistungen* und der unterstützenden *Sekundärdienstleistungen* klassifiziert (vgl. Abbildung 5-7). Eine solche Unterteilung der anzufragenden Dienstleistungen in die genannten *Haupt-* und *Untergruppen*, sowie das *Umfeld der Kooperation* ist in Abbildung 5-11 zusammengefasst.

Die gebildeten *Haupt-* und *Untergruppen* beschreiben die Art der zu modularisierenden Dienstleistung (vgl. Abbildung 5-11). Ergänzt wird diese Unterteilung jeweils durch eine Unterscheidung des Umfeldes der Kooperation in die Bereiche *Produkt, Produktion, Marktumfeld, Informationstechnik, Hard-/Software, Methoden und Personal*. Eine vergleichbare Einteilung wurde auch durch GAUSEMEIER ET AL (2000) unter dem Aspekt des kooperativen Produktengineering vorgenommen.

Modularisierte Dienstleistungen unterstützen alle genannten Bereiche zugleich. Falls hier jedoch eine weitere Einschränkung durch eine Präzisierung der Beschreibung erfolgen kann, so ist nach PROBST (1989) eine bessere Prozessbeherrschung durch die Reduktion der Gesamtkomplexität zu erwarten.

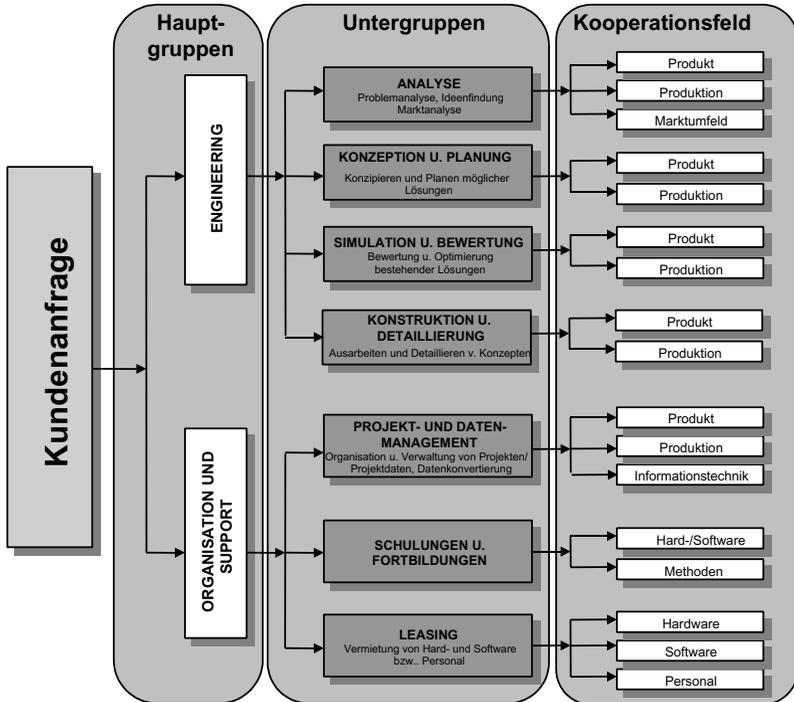


Abbildung 5-11: Gliederungsansatz für Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen

Hierfür ist eine weitere Präzisierung der innerhalb des Moduls zu erfolgenden Abläufe durch eine Klassifizierung hinsichtlich der *Art des Engineerings* im Rahmen der Kooperation und des erwarteten inhaltlichen *Ergebnisses* des extern zu vergebenden Entwicklungsschritts anzustreben. Für diese Unterscheidungsmerkmale lassen sich eine Reihe von Kennzeichen aufstellen, die zum Teil auf den in den Kapiteln 2.1 und 3 erläuterten Eigenschaften unternehmensübergreifender Entwicklungs- und Planungs-kooperationen und teilweise auf der in Kapitel 2.2 empirischen Untersuchung der Kooperationsbeziehungen von Entwicklungs- und Planungsdienstleistern basieren. Ergänzt man die *Klassifizierungsmerkmale* noch um die *Beschreibungsmerkmale* der *Randbedingungen* des Moduls, also aller Ein- und Ausgangsdaten und der zeitlichen Vorgaben, so ergibt sich eine vollständige Spezifikation der anzufragenden Dienstleistung. Aus dem in Abbildung 5-11 gezeigten Gliederungsansatz lassen sich somit die in Abbildung 5-12 gezeigten Klassifizierungsmerkmale zusammenfassen.

Klassifizierungsmerkmale						Beschreibungsmerkmale
Hauptgruppe der Dienstleistung	Untergruppe der Dienstleistung	Kooperationsfeld	Engineering-Art	Umfang der Kooperation	Ergebnis der Kooperation	Randbedingungen
Engineering	Analyse	Produkt	Neukonstruktion	Produkt	Analysiertes Problem	Eingangsdaten
Organisation u. Support	Konzeption u. Planung	Produktion	Variantenkonstruktion	Baugruppe	Konzept	Ausgangsdaten
	Simulation u. Bewertung	Marktumfeld	Anpassungskonstruktion	Komponente	Lösung	Termine
	Konstruktion u. Detaillierung	Hardware/ Software		Einzelteil		
	Projekt-/Datenmanagement	Informationstechnik				
	Schulung Fortbildung	Methoden				
	Leasing	Personal				

Abbildung 5-12: Klassifizierungs- und Beschreibungsmerkmale modularisierter Dienstleistungen zur kurzfristigen Bildung von Entwicklungs- und Planungs Kooperationen

Nicht jede Kombination der in Abbildung 5-12 aufgeführten Klassifizierungsmerkmale ist praktikabel bzw. sinnvoll (z.B. Neukonstruktion eines Marktumfelds). Vielmehr lassen sich für jede Untergruppe nur eine bestimmte Zahl von Merkmalsausprägungen festlegen, die zur Beschreibung des Moduls herangezogen werden können.

Ein schematischer Aufbau einer sinnvollen Unterstruktur der Klassifizierung ist in Abbildung 5-13 am Beispiel einer Analysedienstleistung illustriert. Weitere Beispiele sind im Anhang der Arbeit in Kapitel 10.2 aufgeführt.

Die durch die Klassifizierung modularisierter Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen mögliche Eingrenzung und Beschreibung erlaubt eine systematische Eingrenzung einer zu ergänzenden Kompetenz oder Ressource hinsichtlich der zu suchenden Kooperationslösung. Die Beschreibung einer modularisierten Dienstleistung findet somit Eingang in das Lastenheft der zu bildenden Kooperation.

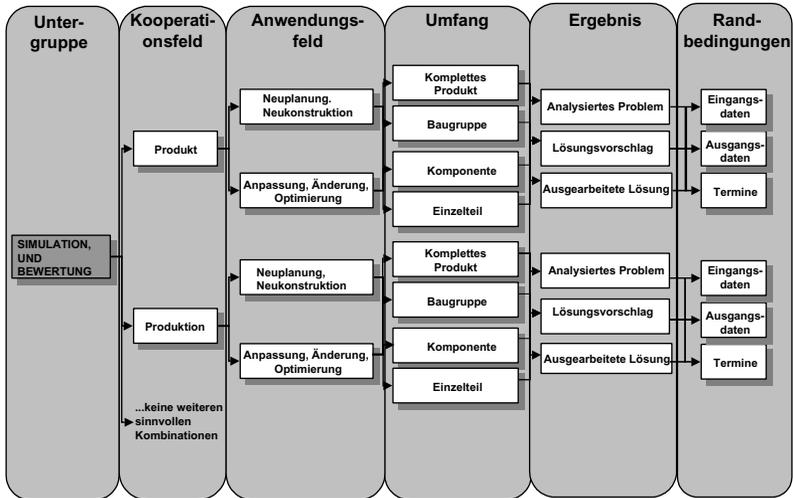


Abbildung 5-13: *Klassifizierungs- und Beschreibungsmerkmale modularisierter Dienstleistungen am Beispiel von Simulations- und Bewertungsdienstleistungen*

5.2.2.3 Prozessbeherrschung durch modularisierte Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen

Wie bereits in Kapitel 3.4 dargestellt, können Methoden des Qualitätsmanagements angewandt werden, um die Erfüllung der Anforderungen an eine Kooperation zu gewährleisten. Der folgende Abschnitt soll darlegen, auf welche Weise die vorgestellte Methode hierfür geeignet ist.

Im Sinne der in Abbildung 5-1 beschriebenen Wiederverwendung bestehender Dienstleistungsmodul am Ende des *Lebenszyklus kooperativer Entwicklungs- und Planungsprozesse* bietet die modularisierte Engineering-Dienstleistung sowohl dem Anbieter als auch dem Nachfrager die Möglichkeit, die in der Prozessgestaltung geplanten Ressourcen, Werkzeuge, Methoden und Ein-/Ausgangsdaten mit den in der Prozessnutzung tatsächlich verwendeten abzugleichen. Dies erlaubt eine abschließende Bewertung des Moduls hinsichtlich seiner Eignung zur Wiederverwendung in künftigen Kooperationen.

Um die Qualität modularisierter und extern vergebener Dienstleistungen und damit des kooperativen Entwicklungsprozesses sicherzustellen, müssen diese den Anforderungen des in Kapitel 3.4 erläuterten Total Quality Managements (TQM) genügen. Auf diese Weise können die durch KLEINSORGE (1999) beschriebenen *Fünf Stufen des Prozessmanagements* durch das Modularisierungskonzept erfüllt werden.

Stufe des Prozessmanagements	Erfüllung durch modularisierte Dienstleistungen
1. Prozessverantwortung	Die Verantwortung für eine modularisierte Engineering-Dienstleistung obliegt dem Leistungserbringer. Dieser ist durch die getroffenen Kooperationsvereinbarungen für die Anwendung des Prozessmanagements auf "seine" Dienstleistung verantwortlich.
2. Prozessbeschreibung	Die Beschreibung der modularisierten Dienstleistung hält alle Ein- und Ausgangsgrößen des Teilprozesses fest.
3. Prozessmessung	Die Beurteilung des Prozesses oder der Dienstleistung erfolgt über den Vergleich von Ein- und Ausgangsdaten. Sie erlaubt die Bestimmung des Aufwands und der erfolgten Wertschöpfung.
4. Prozessbeherrschung	Basierend auf dem Prinzip der Selbstorganisation erfolgt die Prozessbeherrschung über die Schnittstellen durch den Dienstleistungsnachfrager und innerhalb des Moduls durch den Dienstleistungsanbieter.
5. Prozessverbesserung	Durch die Bewertung des beendeten kooperativen Entwicklungsprozesses am Ende des Prozesslebenszyklus kann eine Verbesserung des verwendeten Moduls für nachfolgende Kooperationsprojekte erfolgen.

Abbildung 5-14: *Anwendung des Prozessmanagements auf die Methode der modularisierten Engineering-Dienstleistung (in Anlehnung an KLEINSORGE 1999)*

Das in der Methode abgebildete Vorgehen bildet somit den durch KAMPHAUSEN (1999, S. 28ff) beschriebenen *Top-Down*-Ansatz für eine unternehmensweite Umsetzung der DIN EN ISO 9000-9004 ab, da durch die gezeigte Modularisierung und Klassifizierung auf einem sehr allgemeinen Niveau Rahmenbedingungen für ein TQM geschaffen werden. Zugleich stellt die Auslagerung klar abgegrenzter Prozessbereiche mit eigener Qualitätsverantwortung auf externe Dienstleister auch eine *Bottom-Up*-Strategie dar, da diese hierdurch gezwungen sind auf Ebene ihrer Teilprozesse eigenständig qualitätserhaltende und –verbessernde Maßnahmen zu ergreifen.

Durch die in Kapitel 5.2 vorgestellte Methode können somit alle inhaltlichen und qualitativen Anforderungen an eine Kooperationslösung spezifiziert und die gesuchte modularisierte Dienstleistung damit abgesichert werden.

Auf Basis dieser Anforderungen an eine Lösung ist der nächste Schritt der in Abbildung 5-2 zusammengefassten methodischen Vorgehensweise die Suche nach bzw. das Generieren von möglichen Lösungen für das erforderliche Kooperationsverhältnis.

5.3 Generieren möglicher Kooperationslösungen durch Kompetenznetzwerke

Um zur systematischen Entwicklung kurzfristig zu bildender unternehmensübergreifender Entwicklungs- und Planungs Kooperationen die, in Kapitel 2 beschriebenen, zeitlich begrenzten Marktpotenziale dynamischer Märkte nutzen zu können, gilt es, in möglichst kurzer Zeit eine ausreichend große Zahl von - im Sinne der ersten Gestaltungsstufe - geeigneten modularisierten Engineering-Dienstleistungen ausfindig zu machen.

Die Bildung von Kooperationsnetzwerken wird in der Literatur als effizientes Mittel angesehen, kurzfristige und häufig wechselnde Kundenanforderungen durch eine hohe Anzahl von Angeboten beantworten zu können (WILDEMANN 2000; PICOT ET AL. 1996; SCHLIFFENBACHER 2000; RUDORFER 2001).

Hierbei können nach SCHLIFFENBACHER (2000, S. 67ff) die Mechanismen einer *hierarchischen*, einer *einfachen*, einer *evolutionären* bzw. einer *multilateralen marktlichen Konfiguration* unabhängig von einander ablaufen. Je nach den entsprechenden Vor- und Nachteilen bildet sich dabei für Kunden und Dienstleister die jeweils am besten geeignete Form selbstständig heraus.

SCHLIFFENBACHER (2000, S. 84) zeigt, dass eine *evolutionäre marktliche Konfiguration* am besten für komplexe oder weitgehend unbekannte Aufgabenstellungen der Kooperationsbildung geeignet ist, da sie bei geringem Spezifikations- und Normungsaufwand eigenständig Kooperationslösungen generiert, die sich zudem laufend evolutionär verbessern. Die folgende Abbildung 5-15 und Abbildung 5-16 zeigen die Abläufe eines solchen Konfigurationsvorgangs.

Heterarchische Kompetenznetzwerke unterstützen diesen Mechanismus nach SCHLIFFENBACHER (2000) und RUDORFER (2001) von allen möglichen Kooperationsformen (vgl. Kapitel 3.3.1) hinsichtlich der kurzfristigen Kooperationsbildung am besten, indem sie Transaktionsaufwand und Konfigurationsdauer hierfür drastisch reduzieren. Derartige Kompetenznetzwerke sind derzeit jedoch primär auf kurzfristige Produktions-, nicht jedoch auf Entwicklungs- und Planungs Kooperationen hin ausgerichtet (GAUSEMEIER ET AL. 2000; REINHART U. V. DER HAGEN 2001b; REINHART ET AL. 2002). Im Gegensatz zu Produktionsverbänden werden bei Engineering-Kooperationen immaterielle Güter in dynamisch-iterativen Prozessen ausgetauscht (EISENHARDT U. TABRIZI 1995; SCHÖTTNER 2000; BEREKOVEN 1974).

Die im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Methode sieht daher die Anpassung *heterarchisch organisierter Kompetenznetzwerke* für die Bildung von Engineering-Kooperationen auf Basis modularisierter Entwicklungs- und Planungsleistungen vor. Dies erlaubt es, durch *evolutionäre marktliche Konfigurationsmechanismen* aus der determinierten Beschreibung eines in der Prozesskette zu ergänzenden Moduls - ohne nennenswerten Mehraufwand für den Anwender der Methode - eine hohe Anzahl möglicher Lösungen für die zu gestaltende Kooperationsbeziehung zu generieren.

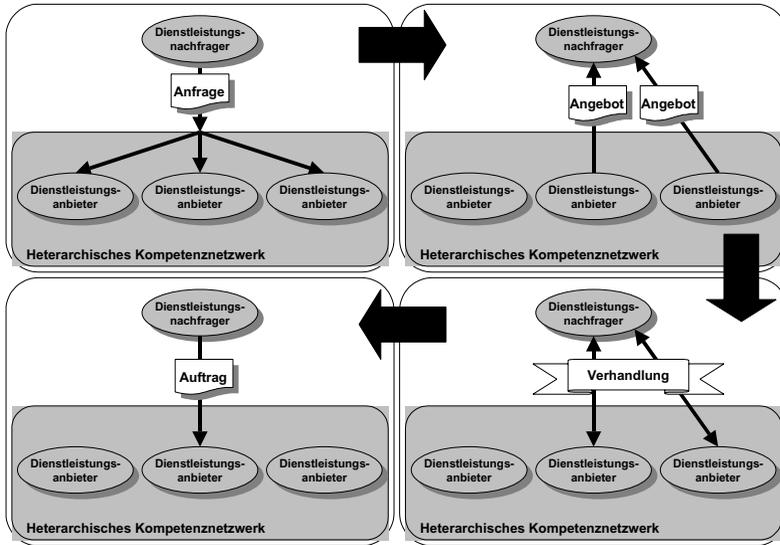


Abbildung 5-15: Evolutionäre marktliche Konfiguration in heterarchischen Kompetenznetzwerken (in Anlehnung an SCHLIFFENBACHER 2000)

Bei der Suche nach Kooperationslösungen spielt die Ausprägung der Schnittstellen des Moduls eine wesentliche Rolle, nicht aber seine innere Struktur. Die Integration in die Gesamtprozesskette kann unabhängig davon erfolgen, ob das Modul durch einen einzelnen Dienstleister oder einen, nach den von RUDORFER (2001) beschriebenen Mechanismen gebildeten, Kooperationsverbund erbracht wird (vgl. Abbildung 5-16).

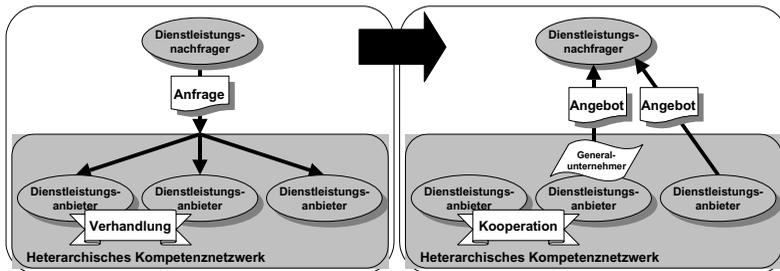


Abbildung 5-16: Kooperationsbildung zur Erfüllung kundenindividueller Anforderungen in heterarchischen Kompetenznetzwerken (in Anlehnung an RUDORFER 2001)

Auf diese Weise können mehrere Einzeldienstleistungen, die nicht von einem Anbieter erbracht werden, auch zu einer unternehmensübergreifenden Prozesskette zusammen-

gefügt werden. Der beschriebene Konfigurationsmechanismus erlaubt dabei eine optimale Anpassung der Wertschöpfungskette an veränderliche Kundenwünsche und nutzt das dezentrale organisatorische und technische Know-how von Dienstleistungsnachfragern und Dienstleistungsanbietern. Nach SCHLIFFENBACHER (2000) schafft dies die Handlungsspielräume zur Ausnutzung der Möglichkeiten innovativer Technologien.

MEHLER (1998) und SCHLIFFENBACHER (1999) beschreiben die generelle Nutzung heterarchischer Kompetenznetzwerke zur Bildung statisch-determinierter Produktionskooperationen. Über diesen Ansatz hinaus erlaubt die vorgestellte Verbindung der Modularisierung von Entwicklungs- und Planungsprozessen die Ausdehnung des Gedankens von Kompetenznetzwerken auch in diese dynamisch-iterativen Bereiche hinein. Zusätzlich kann durch eine direkte Verflechtung der in Abbildung 5-2 gezeigten systematischen Gesamtmethode mit den Strukturen eines Kompetenznetzwerks eine implizit aus der Nutzung des Netzwerks resultierende Anwendung der Methode erreicht werden. Eine eigene Implementierung der Methode ist somit nicht mehr erforderlich.

Die folgende Abbildung 5-17 fasst diese Vorgehensweise zur Bildung von Kooperationslösungen zusammen und erläutert ihre Einordnung in die in Abbildung 5-2 dargestellte Gesamtvorgehensweise zur methodischen Gestaltung kooperativer Entwicklungs- und Planungsprozesse.

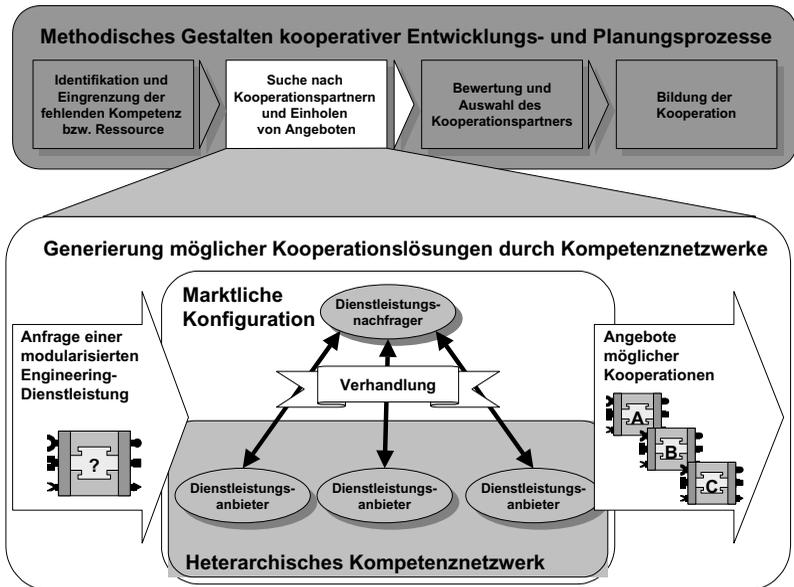


Abbildung 5-17: Methode heterarchischer Kompetenznetzwerke zur Generierung möglicher Kooperationslösungen

Um die beschriebene Vorgehensweise unterstützen zu können, sind durch das Netzwerk eine Reihe von Anforderungen hinsichtlich der enthaltenen Organisationseinheiten und abzudeckenden Aufgabenbereiche zu erfüllen, die im Folgenden erläutert werden sollen.

Für die organisatorischen Einheiten innerhalb eines heterarchischen Kompetenznetzwerks gelten die folgenden Anforderungen:

- Die Einheiten handeln innerhalb des Netzwerks rechtlich und wirtschaftlich eigenständig.
- Sie sind - falls sie Kompetenzen anbieten - modular strukturiert und können ihre Kompetenzen eigenständig und transparent in Form eines Kompetenzprofils darstellen. Sie haben dabei eine lokal zugeordnete Fähigkeit zur Lösung gestellter Aufgaben.
- Sie können mit anderen Einheiten lokal und global koordiniert zusammenarbeiten und unterliegen dabei innerhalb des Netzwerkes auftragsspezifisch wechselnden Zugriffsbedingungen hinsichtlich ihrer aktuellen organisatorischen (hierarchischen) und wertschöpfenden (dienstleistungstechnischen) Stellung.

Auf diese organisatorischen Einheiten verteilen sich die Aufgaben und Rollen eines Kompetenznetzwerks wie folgt:

- **Netzbetreiber:** Der Netzbetreiber ist eine natürliche oder juristische Person, welche für die Bereitstellung der Informations- und Kommunikationstechnik des Netzwerks verantwortlich ist. Er wird dazu von den Dienstleistern innerhalb des Netzwerks beauftragt.
- **Dienstleistungsanbieter:** Anbieter sind Unternehmen, die ihre Kompetenzen oder Ressourcen anderen natürlichen und juristischen Personen in Form von Dienstleistungen anbieten.
- **Dienstleistungsnachfrager:** Dienstleistungsnachfrager sind natürliche und juristische Personen, die Bedarf an den von den Dienstleistungsanbietern offerierten Ressourcen bzw. Kompetenzen haben und diese gezielt nachfragen. Auch ein Dienstleistungsanbieter kann in der Rolle eines Dienstleistungsnachfragers auftreten.

Wichtig ist hierbei, dass eine Organisationseinheit auch zwischen verschiedenen Rollen wechseln kann bzw. mehrere gleichzeitig ausüben kann. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn ein Dienstleistungsanbieter als Generalunternehmer in einem anderen Projekt als ein Nachfrager von Kompetenzen oder Ressourcen auftritt.

Die Verkettung einzelner Dienstleistungsmodulare beinhaltet sowohl die Verbindung zwischen Dienstleistungsnachfragern und Anbietern als auch die Verbindung zwischen mehreren Anbietern, welche eine gemeinsame Dienstleistung für einen Kunden erbringen. Da der Netzbetreiber keinen direkten Einfluss auf diese Abläufe hat, besteht seine Schnittstelle zu Anbietern und Kunden im Netzwerk selbst.

Eine Nutzung heterarchischer Kompetenznetzwerke als Basis einer kurzfristigen Ergänzung von Prozessketten der Entwicklung und Planung erfüllt in diesem Zusammenhang die in Kapitel 4 definierten Anforderungen an eine Selbstorganisation zur Beherrschung organisatorischer Komplexität nach PROBST (1987) hinsichtlich der geforderten Faktoren der *Eigenkomplexität*, *Selbstreferenz*, *Redundanz* und *Autonomie* (vgl. Abbildung 5-18).

Merkmal der Selbstorganisation	Ausprägung in der Nutzung heterarchischer Kompetenznetzwerke	Auswirkung auf die Komplexität der Organisation
Eigenkomplexität	Aufgaben werden durch die Modularisierung einzelner Dienstleistungen eingegrenzt und strukturiert.	Komplexitätsreduzierung, durch Verringerung möglicher Lösungen innerhalb der strukturierten Bereiche.
Selbstreferenz	Alle Dienstleistungsanbieter im Netzwerk können auf sich selbst referenzieren, sich verändern und auf Änderungen reagieren.	Wandlungsfähigkeit durch Ausgleich dynamischer Veränderungen im Marktumfeld
Redundanz	Alle Dienstleistungsanbieter und deren Ressourcen bzw. Kompetenzen sind mehrfach vorhanden.	Ausreichende Ressourcen und Alternativen werden angeboten. Der Ausfall eines Dienstleisters kann ausgeglichen werden.
Autonomie	Alle Dienstleistungsanbieter sind eigenständig und verfügen über eigene Handlungsspielräume.	Die einzelnen Organisationselemente können sich eigenständig verwalten. Verringerung des Änderungsaufwands.

Abbildung 5-18: Selbstorganisation in heterarchischen Kompetenznetzwerken zur Beherrschung der Komplexität unternehmensübergreifender Entwicklungsprozesse (in Anlehnung an PROBST 1987)

Durch die Nutzung von Kompetenznetzwerken kann auf Basis einer klaren Beschreibung der Anforderungen an eine modularisierte Entwicklungs- und Planungsdienstleistung eine große Anzahl möglicher Kooperationslösungen generiert werden.

Im Sinne der in Abbildung 5-2 dargestellten Gesamtvorgehensweise einer methodischen Gestaltung kurzfristiger Entwicklungs- und Planungskooperationen sind diese Lösungen durch den Dienstleistungsnachfrager hinsichtlich ihrer Eignung zu beurteilen, bevor der am besten geeignete Kooperationspartner ausgewählt und in die eigenen Entwicklungs- und Planungsketten integriert werden kann. Das folgende Kapitel erarbeitet hierfür eine

Methode zur Bewertung und Auswahl modularisierter Planungs- und Entwicklungsdienstleistungen durch den Dienstleistungsnachfrager.

5.4 Bewertung und Auswahl modularisierter Engineering-Dienstleistungen

Das simultane Versenden einer Anfrage für eine kurzfristig zu bildende Entwicklungs- und Planungs Kooperation an möglichst viele Anbieter erlaubt es einem Unternehmen, eine Vielzahl vergleichbarer Angebote annähernd zeitgleich zu erhalten.

Um eine möglichst kurze Zeitspanne zwischen dem Erkennen einer Kompetenz- oder Ressourcenlücke und dem Füllen dieser Lücke durch einen externen Dienstleister zu erreichen, ist es notwendig, aus dieser Menge den optimalen Kooperationspartner korrekt und schnell auszuwählen und die Kooperationsbildung einzuleiten.

5.4.1 Bewertung extern bezogener Ressourcen zur Erfüllung zeitlich begrenzter Marktpotenziale

Das Bewerten und Auswählen modularisierter Entwicklungs- und Planungs dienstleistungen bedeutet in der Praxis, dass demjenigen Engineering-Dienstleister ein Auftrag erteilt werden sollte, welcher das aus wirtschaftlicher und qualitativer Sicht beste Angebot vorgelegt hat. Wie jedoch bereits in den Kapiteln 2 und 3.3.3.2 gezeigt wurde, wird die Wirtschaftlichkeit von Entwicklungs- und Planungs Kooperationen für den Nachfrager einer solchen Ressource oder Kompetenz nur zu einem geringen Anteil durch die tatsächlich für die Dienstleistung anfallenden Kosten bestimmt (vgl. EHRENSPIEL 1995; SCHWARZ 1997).

LINNHOF (1996, S. 84ff) nennt für unternehmensübergreifende und langfristige strategisch angelegte Entwicklungskooperationen neben den *Kosten* der Kooperation die drei Faktoren *Termintreue*, *Inhalt* und *Organisation* als Kernelemente für eine Bewertung dieser Formen der Zusammenarbeit. Hierbei versteht LINNHOF unter dem Begriff *Inhalt* die Ziele und Ergebnisse der Kooperation und unter dem Begriff *Organisation* die Strukturen und Abläufe, welche der Erreichung der Ziele dienen.

Wie bereits in den Abschnitten 2.1 und 3.2 erläutert wurde, kommt bei unternehmensübergreifenden Engineering-Kooperationen neben den eigentlichen *Kosten* besonders unter dem Aspekt der Kostenverursachung bzw. der Kostenfestlegung der Kurzfristigkeit der frühzeitigen Verfügbarkeit von Ergebnissen eine große Bedeutung zu. Folglich muss für die Bewertung kurzfristiger Entwicklungs- und Planungs Kooperationen an die Stelle des, durch LINNHOF (1996) genannten, relativen Bewertungsfaktors der *Termintreue* das absolute Kriterium der *tatsächlichen Zeitdauer bis zur vollständigen Leistungserbringung* treten.

Speziell bei dynamisch-iterativen Prozessabschnitten ist daher das mehrmalige Durchlaufen einer Iterationsschleife mit unsicheren Ergebnissen einem völligen Stillstand des

Entwicklungsfortschritts vorzuziehen, da nachfolgende Iterationen so bereits auf einem höheren Reifegrad aufsetzen können (EISENHARDT U. TABRIZI 1995; SCHÖTTNER 2000). Demnach kann auch der Erfüllungsgrad der inhaltlichen Anforderungen nicht als ein absolutes, sondern lediglich als ein relatives Kriterium für die Eignung einer modularisierten Dienstleistung gesehen werden.

Beispielsweise kann eine bereits nach vier Wochen verfügbare Grobsimulation der zu erwartenden mechanischen und dynamischen Eigenschaften eines in der Entwicklung befindlichen Bearbeitungszentrums hinsichtlich des Gesamtprozesses wirtschaftlicher sein, als eine, erst nach drei Monaten verfügbare, detaillierte Untersuchung, da wesentliche Weichenstellungen für nachfolgende Prozesse - beispielsweise die Auslegung der Maschinensteuerung – bereits früher erfolgen können. Die auf Grund der Teillösung noch fehlenden Prozessschritte können dann zu einem späteren Zeitpunkt erneut modularisiert und extern angefragt werden.

Die dargestellte Situation führt dazu, dass eine reine Konzentration auf eine vollständige Erfüllung aller Anforderungen und den Preis der angebotenen Dienstleistung als Auswahlkriterium einer kurzfristig zu bildenden Entwicklungs- und Planungs-kooperation nicht sinnvoll ist. Liegen für die angefragte Leistung keine Lösungsmöglichkeiten vor, oder bieten Teillösungen bedeutend früher verfügbare Ergebnisse, so sind auch unvollständige Lösungen in den Bewertungsprozess einzubeziehen. Hier ist der Vergleich verschiedener Angebote ohne ein darauf hin angepasstes Bewertungssystem bedeutend schwieriger.

GAUSEMEIER (2000, S. 32FF) führt - analog zu dem von LINNHOFF (1996) beschriebenen Kriterium der *Organisation* - ein optimales Zusammenspiel aller Methoden und Werkzeuge als einen Schlüsselfaktor für den Erfolg kooperativer Engineering-Prozesse an. Bei kurzfristig gebildeten Entwicklungs- und Planungs-kooperationen kommt daher auch den nutzbaren **technologischen und organisatorischen Schnittstellen** zwischen den Prozessen des Dienstleistungsnachfragers und der extern bezogenen modularisierten Dienstleistung eine große Bedeutung zu. Diese beinhalten insbesondere den Aufwand der Integration aller in Abschnitt 5.2.2 genannten Ein- und Ausgangsdaten in die jeweils vor- und nachgelagerten Prozessschritte.

Für die Bewertung und Auswahl inhaltlich vergleichbarer Lösungen für modularisierte Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen können folglich die vier durch LINNHOFF (1996) genannten Bewertungsmerkmale *Kosten*, *Termintreue*, *Inhalt* und *Organisation* von Entwicklungskooperationen als Grundlage einer Beurteilung modularisierter Dienstleistungen für die kurzfristige Bildung von Entwicklungs- und Planungs-kooperationen dienen und wie folgt abgewandelt werden:

- Bewertungskriterium der Zeitdauer bis zur vollständigen Erbringung der Dienstleistung
- Bewertungskriterium der inhaltlichen Qualität der Dienstleistungserbringung

- Bewertungskriterium der Qualität der organisatorischen und technologischen Schnittstellen zwischen den Kooperationspartnern
- Bewertungskriterium der Kosten der Dienstleistung

Abbildung 5-19 fasst diese Kriterien hinsichtlich ihrer Bedeutung für die kurzfristige Gestaltung von Entwicklungs- und Planungs Kooperationen zusammen.

Beurteilungsmerkmal	Beschreibung	Bedeutung
Zeitdauer bis zur vollständigen Dienstleistungserbringung	Zeit von der Stellung der Anfrage bis zur Auftragserteilung und Zeit vom Kooperationsbeginn bis zum Vorliegen der geforderten Ergebnisse.	Unter dem Aspekt der Kurzfristigkeit und der Beeinflussbarkeit der Produkt- bzw. Prozesseigenschaften hohe Bedeutung .
Inhaltliche Qualität der Dienstleistungserbringung	Grad der Erfüllung der angefragten Ziele der Kooperation. Zu erwartende Abweichung von den beabsichtigten Zielen.	Die vollständige Erbringung aller angefragten Ergebnisse hat hohe Bedeutung für die Kooperationsbildung. Auch Teillösungen müssen jedoch berücksichtigt werden.
Qualität der Schnittstellen zwischen Dienstleistungsnachfrager und Dienstleistungsanbieter	Qualität der zu nutzenden organisatorischen (Methoden, Werkzeuge) und technologischen (Datenübertragung und Standards) Schnittstellen zwischen dem Dienstleistungsnachfrager und dem Dienstleister. Aufwand für die Anbindung des Partners und Dauer der tatsächlichen Übertragung von Inhalten.	Durch eine hohe Qualität der Schnittstellen können sich die einzelnen Organisationselemente eigenständig verwalten. Dies hat eine hohe Bedeutung für die Verringerung des Planungsaufwands.
Kosten der Dienstleistung	Für die Erbringung der Leistung vom Dienstleister berechnete Kosten und alle im Rahmen der Kooperation entstehenden Organisations- und Transaktionskosten.	Im Verhältnis zu den durch die Kooperation festgelegten Kosten nur mittlere Bedeutung .

Abbildung 5-19: *Bewertungskriterien modularisierter Dienstleistungen zur kurzfristigen Bildung von Entwicklungs- und Planungs Kooperationen (in Anlehnung an LINNHOFF 1996)*

Jedes der vier genannten Merkmale kann als von den übrigen unabhängig betrachtet werden und bildet somit nach GABLER (2001) eine eigene Bewertungsdimension. Anzumerken ist hierbei, dass sowohl die Qualität des Inhalts der Kooperation als auch die der Schnittstellen wiederum in eine Reihe von Untermerkmalen zerfallen, auf die an späterer Stelle noch konkreter eingegangen wird.

Die vorgestellte Methode zur Bewertung und Auswahl erhaltener Angebote modularisierter Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen muss für die - jeweils aus der Projektsituation heraus unterschiedlich vorhandenen und gewichteten - Kriterien anpassbar sein. Da diese Bewertungsmerkmale permanent variieren, soll im Rahmen dieser Arbeit ein generisches Bewertungsmodell erarbeitet werden. Dieses kann durch den jeweiligen Anwender auf die konkrete Anwendungsproblematik hin konfiguriert werden.

Die durch jeden Dienstleister unterschiedliche Erfüllung dieser Einzelkriterien stellt die Basis der Bewertungsgrundlage dar, durch welche die optimale Kombination der Einzelmerkmale hinsichtlich des Gesamtziels der Kooperation zu ermitteln ist.

5.4.2 Methode einer vektoriellen Bewertung modularisierter Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen

Der folgende Abschnitt erläutert die Gestaltung einer Bewertungsmethode, durch die Lösungsmöglichkeiten modularisierter Dienstleistungen innerhalb kurzer Zeit durch den Dienstleistungsnachfrager bewertet werden können. Hierzu werden, ausgehend von der Grundlage möglicher Bewertungsverfahren, eine geeignete Sichtweise und eine darauf anwendbare Methode zur Beurteilung der unterschiedlichen Angebote erarbeitet.

5.4.2.1 Ansatz zur Bewertung zu bildender Planungs- und Entwicklungskooperationen

Zur methodischen Bewertung anhand bestehender Kriterien existieren in der Literatur eine Reihe möglicher Ansätze auf Basis von *Kennzahlen*. GROLL (1991) beschreibt diese als eindimensionale, mathematisch-numerische Information zur Darstellung wichtiger, zahlenmäßig erfassbarer Tatbestände und Entwicklungen in präziser und konzentrierter Form. Kennzahlen können absolute Zahlen sein, die über die Größe eines Tatbestands Auskunft geben, oder Verhältniszahlen, die diesen Wert relativ zu einer anderen Bezugsgröße angeben.

OSSOLA-HARING (2000, S. 15ff) weist Kennzahlen über diesen Informationscharakter hinaus auch eine spezifische Form zur einfachen Darstellung komplexer Sachverhalte und eine skalierte Quantifizierbarkeit zur Präzisierung ihrer Aussagefähigkeit zu. Der Vorteil einer Nutzung von Kennzahlen zur Bewertung komplexer Sachverhalte liegt nach GROLL (1991) darin, dass schnell ein Überblick über günstige oder ungünstige Entwicklungen geschaffen werden kann. Als ein mögliches Beispiel für eine solche Kennzahl sei hier das Verhältnis manueller und automatisierter Arbeitsplätze in einem Unternehmen genannt. Der Nachteil bei der alleinigen Verwendung von Kennzahlen ist jedoch die fehlende Berücksichtigung komplexerer Zusammenhänge, welche die Kennzahl indirekt beeinflussen. Daraus kann folgen, dass die Kennzahl selbst zwar eine befriedigende Höhe aufweist, sich die durch die Kennzahl bewerteten Faktoren unge-

achtet dessen aber dennoch in eine negative Richtung entwickeln können. Dies kann durch die Bildung eines *Kennzahlensystems* verhindert werden. Dieses setzt Kennzahlen in eine sinnvolle Beziehung zueinander, in der sie sich ergänzen und als Gesamtheit den Analysegegenstand möglichst ausgewogen und vollständig erfassen (GROLL 1991).

LINHOFF (1996, S. 74FF) erläutert die Möglichkeit, Kennzahlen für die Bewertung unternehmensübergreifender Entwicklungskooperationen einzusetzen. Das hierbei aufgestellte Kennzahlensystem ist jedoch durch seine Komplexität primär auf die langfristige Bewertung bereits bestehender strategischer Kooperationen und nicht auf die kurzfristige Beurteilung noch zu bildender Kooperationen hin ausgerichtet.

Für die kurzfristige Bildung unternehmensübergreifender Wertschöpfungsketten im produzierenden Umfeld erweitert SCHLIFFENBACHER (2000, S. 75FF) die eindimensionale Sichtweise von Kennzahlen hinsichtlich ihrer Eignung zur Beurteilung der Gesamtwirkung einer großen Zahl an Einzelfaktoren durch die Bildung *n-dimensionaler Vektoren* (vgl. Abbildung 5-20).

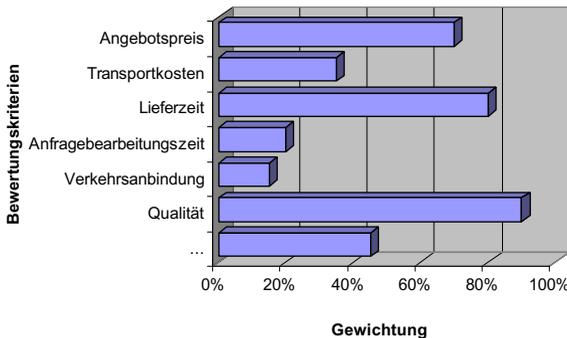


Abbildung 5-20: *Beispiel eines n-dimensionalen Anforderungsvektors für Produktionsdienstleistungen nach SCHLIFFENBACHER (2000, S. 75)*

Hierbei spannen *n* unabhängige Bewertungskriterien für das Ergebnis der Kooperation einen räumlichen Vektor auf, der als Vergleichsmaßstab dient. Es wird jeweils nur ein Vektor für jede Wertschöpfungskette gebildet, dessen Dimensionalität je nach Kooperationsfall variieren kann.

Ziel ist die Ermittlung der optimalen Kombination einzelner Kompetenzen bzw. Kompetenzeinheiten verschiedener Unternehmen für die Erfüllung einer bestimmten Anforderung. Dabei ist die Anordnung der dafür erforderlichen Teilprozesse im Voraus noch nicht festgelegt, sondern wird erst im Rahmen des Auswahlprozesses selbst definiert. Die Anforderungen hinsichtlich der optimal konfigurierten Wertschöpfungskette werden hierbei durch einen *n-dimensionalen Anforderungsvektor* beschrieben. Dieser setzt sich aus einer Reihe von Bewertungskriterien zusammen, die aus einem

generischen Zielsystem heraus gebildet werden und deren jeweilige Ausprägung die Bedeutung der Kriterien für die Anforderungserfüllung widerspiegeln. Der tatsächliche Erfüllungsgrad dieser Anforderungen durch eine bestimmte Kompetenzkombination wird über korrespondierende *Erfüllungsvektoren* dargestellt. Die mehrdimensionalen, von einander unabhängigen, Merkmale eines Dienstleisters werden in einem sogenannten *Fitnesswert* zusammengefasst. Dieser Wert beschreibt die grundsätzliche Fähigkeit zur Erfüllung der entsprechenden Kundenanforderungen (SCHLIFFENBACHER 2000, S. 80ff).

SCHLIFFENBACHER (2000) betrachtet hierbei jedoch nur die grundsätzlichen - bereits im Vorfeld der Kooperationsanbahnung festgelegten - Fähigkeiten eines Unternehmens als Bewertungskriterien. Für die kurzfristige Bewertung und Auswahl unterschiedlicher modularer Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen ist es jedoch erforderlich, insbesondere die Erfüllungsbestandteile des erst im Rahmen der Kooperationsbildung abgegebenen Angebots zu berücksichtigen.

Somit ist für die Bewertung kurzfristig zu bildender Engineering-Kooperationen eine von SCHLIFFENBACHER (2000) abweichende Methode zu entwickeln. Diese muss speziell die besonderen Kriterien berücksichtigen, die für die kurzfristige Integration externer Kompetenzen und Ressourcen in dynamisch-iterative Prozessketten der Entwicklung und Planung gelten.

Der folgende Abschnitt behandelt die Erstellung der einzelnen Bewertungskriterien und einer vektororientierten Sichtweise für die besonderen Anforderungen kurzfristig zu bildender Planungs- und Entwicklungskooperationen.

5.4.2.2 Vektorielle Sichtweise modularer Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen

Die Vorgehensweisen einer vektoriellen Bewertungsmethode werden in der vorliegenden Arbeit auf die kurzfristige Bildung von Entwicklungs- und Planungskooperationen übertragen.

Dabei zeigt sich der Hauptunterschied zwischen der durch SCHLIFFENBACHER (2000) behandelten Situation produzierender Wertschöpfungsketten und der kurzfristigen Bildung unternehmensübergreifender Engineering-Kooperationen primär darin, dass die Abläufe produzierender Prozesse bereits weitgehend durch die Merkmale des herzustellenden Produkts bestimmt sind, während modularisierte Prozesse der Entwicklung und Planung lediglich eine Determinierung hinsichtlich ihrer Ein- und Ausgangsdaten, nicht aber der erforderlichen Abläufe aufweisen.

Während determinierte Produktionsprozesse weitgehend über das alleinige Erfüllungsziel des Produktionsergebnisses definiert werden können, sind für kurzfristig zu gestaltende Entwicklungs- und Planungsprozesse eine Reihe einzelner

Erfüllungsbestandteile von Bedeutung. Innerhalb dieser dynamisch-iterativen Prozesse ist die Qualität des Inhalts der erbrachten Leistung ebenso von Bedeutung wie die Qualität der Schnittstellen zwischen Dienstleistungsnachfrager und Dienstleistungserbringer (vgl. Abbildung 5-19). Zusätzlich kommt im Engineering - im Sinne der in Abbildung 3-7 dargestellten Kostenverursachung und Kostenfestlegung von Planungs- und Entwicklungsprozessen - dem Faktor Zeit eine größere Bedeutung zu, als beispielsweise bei Produktionsdienstleistungen.

Im Gegensatz zu der von SCHLIFFENBACHER (2000) behandelten Verkettung mehrerer Produktionsdienstleister zu einer unternehmensübergreifenden Wertschöpfungskette beinhaltet die kurzfristige Bildung von Entwicklungs- und Planungsoperationen in der Regel nur die Verlagerung begrenzter Aufgabenstellungen auf einen externen Partner (vgl. Kapitel 2.2.2). Somit sinkt der Umfang der zu betrachtenden n Dimensionen eines komplexen Produktionsverbundes auf die bereits in Abbildung 5-19 zusammengefassten vier Hauptkriterien kurzfristiger Engineering-Kooperationen.

Die eigentlichen Kosten einer Kooperationsbildung und der Dienstleistungserbringung selbst stellen, wie in Kapitel 3.2 bereits erläutert, nur ein untergeordnetes Bewertungskriterium für die kurzfristige Bildung von Entwicklungs- und Planungsoperationen dar⁴. Dennoch ist zu beachten, dass in der Regel die Entwicklungsbudgets eines Unternehmens bereits im Voraus geplant und festgelegt sind, so dass die Möglichkeit einer gesonderten Bewertung der Kosten einer Kooperationslösung vorzusehen ist.

Für eine geeignete Bewertung des Nutzens einer modularisierten Dienstleistung soll daher zunächst lediglich ein dreidimensionaler Raum aus den drei Zielkriterien *Zeit*, *Qualität des Inhalts* und *Qualität der Schnittstellen* aufgespannt werden (vgl. Abbildung 5-19). Innerhalb dieses Raumes sind alle Lösungen hinsichtlich ihrer Zielerfüllung zu bewerten. Anstelle der absoluten Zeitdauer soll dabei der relative Wert einer Abweichung von der idealen Zeitvorgabe verwendet werden. Die Einbeziehung des untergeordneten Kriteriums der Kosten der angebotenen Dienstleistung erfolgt dann in einem nachfolgenden Schritt.

Somit ergibt sich für eine ideal geeignete modularisierte Entwicklungs- und Planungsdienstleistung ein idealer *Anforderungsvektor* \vec{V}_{Anf} , welcher in Richtung der beiden Qualitätskriterien (als erste und zweite Dimension) den Wert 100% und in Richtung einer Abweichung von der idealen Zeitdauer (als dritte Dimension) den Wert 0% aufweist (vgl. Abbildung 5-21).

Der real vorliegende *Erfüllungsvektor* eines Dienstleisters \vec{V}_{Erf-Dl} bildet den jeweiligen Grad der Qualitätserfüllung ab und wird durch die Abweichung von der Zeitvorgabe aus

⁴ vgl. zum monetären Nutzen kurzfristig gebildeter Entwicklungs- und Planungsoperationen auch Kapitel 7.2.1

der Idealebene herausgedreht. Die folgende Abbildung 5-21 zeigt die Umsetzung dieser Kriterien in eine räumliche, vektorielle Sichtweise.

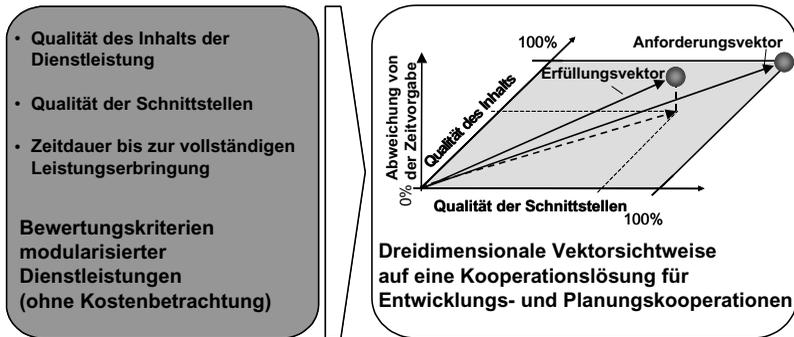


Abbildung 5-21: Vektorielle Sichtweise zur Bewertung modularisierter Entwicklungs- und Planungsleistungen

Als entlang der Qualitätskriterien zu bewertende Faktoren können alle Ein- und Ausgangsdaten angesehen werden, da – wie bereits in Kapitel 5.2.1 gezeigt – durch sie die gesamte modularisierte Dienstleistung beschrieben werden kann.

Durch eine *lineare Bewertungsfunktion* werden den Zielkriterien der einzelnen Lösungen abstrakte Maßzahlen m_z auf Basis der konkreten Merkmalsausprägung k , dem Maximalwert k_o und dem Minimalwert k_u der Ausprägung zugewiesen. Für m_z gilt somit:

$$m_z = \frac{k - k_u}{k_o - k_u} \quad \text{(Gleichung 6)}$$

Hierbei gilt $k \leq k_o$, $0 \leq m_z \leq 1$, $k_u \leq k \leq k_o$.

Im Falle der beiden Qualitätsfaktoren für den Inhalt und die Schnittstellen der Dienstleistungen ist dies eine Größe zwischen 0% und 100%. Qualitative Zielkriterien, wie Inhalt und Schnittstellen einer zu integrierenden modularisierten Dienstleistung, können nicht immer in einen exakten Zahlenwert umgesetzt werden. In diesem Fall spricht man nach HABERFELLNER ET AL. (1997) von einer sogenannten *Nominalskala*. Hierbei erfolgt die Zuweisung konkreter Maßzahlen durch eine *Skalierungsmatrix*.

Zielerreichung	Unzureichend	Schlecht	Ausreichend	Gut	Sehr gut
Maßzahl	0%	25%	50%	75%	100%

Abbildung 5-22: Skalierungsmatrix für qualitative Zielkriterien (nach HABERFELLNER ET AL. 1997)

Der Zeitfaktor ist hierbei in zweierlei Hinsicht von den Qualitätskriterien zu separieren. Einerseits erfolgt seine Zuweisung global auf alle zu bewertenden Einzelfaktoren zugleich, da die modularisierte Dienstleistung lediglich in ihrer Ganzheit determinierbar ist, andererseits kann die Erfüllung einer Dienstleistung im Gegensatz zu einem Qualitätskriterium sowohl in die positive (Unterschreitung der Terminvorgabe) als auch in die negative Richtung (Überschreitung der Terminvorgabe) abweichen.

Bei der Festlegung der Maßzahl m_{zt} für das Kriterium *Zeit* wird davon ausgegangen, dass die dafür definierte Zeitvorgabe t_v vom Kunden als die ideale Zeitdauer bis zur vollständigen Erbringung der Dienstleistung angesehen wird. Dies ist im Sinne eines idealisierten Entwicklungsprozesses zugleich der frühest mögliche Zeitpunkt, zu dem die gelieferten Ergebnisse genutzt werden können und der spätest mögliche Zeitpunkt, zu dem diese geliefert werden sollten. Zusätzlich gilt es bei der Bewertung einer Abweichung von dieser idealen Terminvorgabe die von EHRENSPIEL (1995) genannte ungefähre Verzehnfachung der Kostenfestlegung mit jedem Entwicklungsschritt zu berücksichtigen (vgl. hierzu auch Kapitel 7.2.1).

Die Maßzahl m_{zt} für den Zeitfaktor einer Kooperation soll somit beschrieben werden durch:

$$m_{zt} = 10^{\left(\frac{t - t_v}{t_v}\right) - 1} \tag{Gleichung 7}$$

Hierbei gilt $t \geq t_v$, $t_v \geq 0$ und $m_{zt} \geq 0$.

Die folgende Abbildung 5-23 erläutert diesen Zusammenhang grafisch.

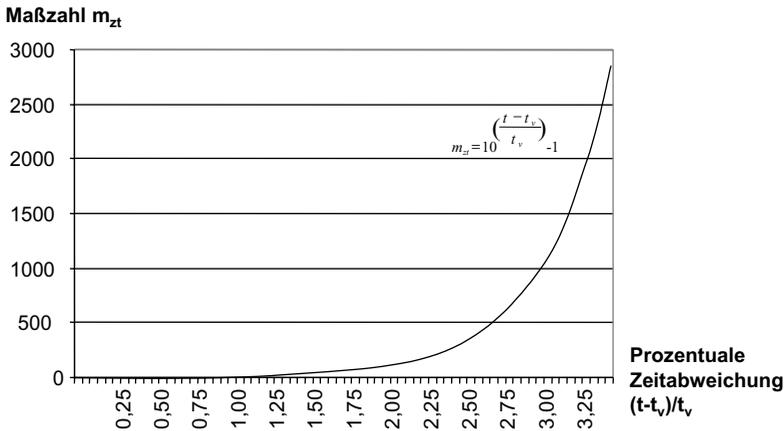


Abbildung 5-23: Zuordnungsfunktion für die Maßzahl m_{zt} auf die prozentuale Zeitabweichung eines Angebots

5.4.2.3 Bewertung konkreter modularisierter Dienstleistungen auf Basis einer vektoriellen Betrachtungsweise

Die Beurteilung des Übereinstimmungsgrades einer angebotenen Dienstleistung mit den im Rahmen des Modularisierungsprozesses festgelegten Anforderungen erfolgt durch den Vergleich des in der Anfrage beschriebenen *Anforderungsvektors* mit den *Erfüllungsvektoren* (*Dienstleister*) \vec{V}_{Erf-DI} . Dieser Vektor setzt sich aus Teilvektoren zusammen, die durch die erhaltenen Angebote beschrieben sind (vgl. Gleichung 8).

Das mathematische Verfahren für eine vektorielle Darstellung der gesamten modularisierten Dienstleistung ist die Bildung einer Vektorkette aus allen vektorisierten Einzelanforderungen an das Modul. Hierfür sind die in der Anfrage enthaltenen *Erfüllungsbestandteile* der Dienstleistung zu bestimmen und hinsichtlich der drei Hauptkriterien mit jeweils einer eigenen Maßzahl zu belegen. Diese Bestandteile variieren je nach Art des angefragten Moduls und weisen abhängig von der gegebenen Situation des Dienstleistungsnachfragers eine unterschiedliche Priorisierung auf. Jeder *Erfüllungsbestandteil* bildet hinsichtlich dieser drei Bewertungskriterien einen eigenen Vektor. Die Länge dieser *Teilvektoren* steht somit in direktem Zusammenhang mit der *Gewichtung* der Erfüllungsbestandteile. Je stärker dieser Faktor durch den Dienstleistungsnachfrager gewichtet wurde, desto größer ist auch der Einfluss des zugehörigen *Teilvektors*. Die *Teilvektoren* bilden in ihrer Summe den realen *Erfüllungsvektor* der angebotenen modularisierten Dienstleistung. Dieser kann wiederum mit dem idealen *Anforderungsvektor* des Dienstleistungsnachfragers verglichen werden. Die vektorielle Gesamtdarstellung für eine modularisierte Entwicklungs- und Planungsdienstleistung setzt sich demnach aus einer Verkettung einzeln bewerteter und gewichteter Teilvektoren zusammen (Gleichung 8).

$$\vec{V}_{Erf-DI} = w_1 \cdot \begin{pmatrix} a_q \\ a_s \\ a_t \end{pmatrix} + w_2 \cdot \begin{pmatrix} b_q \\ b_s \\ b_t \end{pmatrix} + w_3 \cdot \begin{pmatrix} c_q \\ c_s \\ c_t \end{pmatrix} + w_4 \cdot \begin{pmatrix} d_q \\ d_s \\ d_t \end{pmatrix} + \dots + w_n \cdot \begin{pmatrix} n_q \\ n_s \\ n_t \end{pmatrix} \quad \text{(Gleichung 8)}$$

Hierbei gilt $\sum_{i=1}^n w_i = 1$.

Die in den geschweiften Klammern dargestellten Teilvektoren repräsentieren dabei jeweils einen separat zu bewertenden Erfüllungsbestandteil der kurzfristig zu bildenden Entwicklungs- und Planungs Kooperation. Ein solcher Erfüllungsbestandteil kann die Verarbeitung einer bestimmten Eingangsgröße oder die Ausgabe einer bestimmten Ausgangsgröße als Ergebnis der Kooperation sein. Die *allgemeine Form* einer solchen Größe stellt somit eine *Schnittstelle*, die *konkrete Ausprägung* der Größe einen *Erfüllungsbestandteil* einer modularisierten Engineering-Dienstleistung dar. Der Anhang der Arbeit führt in Abschnitt 10.1 die gängigsten dieser Größen auf.

Diese Vektoren setzen sich aus den Maßzahlen a_q bis n_q für die *Qualität des Inhalts der Dienstleistungserbringung*, a_s bis n_s für die *Qualität der Schnittstellen zwischen den Kooperationspartnern* und a_t bis n_t für die *Abweichung von der Zeitvorgabe für die Dienstleistungserbringung* zusammen. Die vorangestellten Gewichtungsfaktoren w_1 bis w_n repräsentieren die jeweilige Gewichtung des Teilfaktors. Diese Werte liegen zwischen 0% und 100% und ergeben in ihrer Gesamtsumme 100% (vgl. Gleichung 8).

Die Zeitabweichung kann hierbei separat betrachtet werden, da das in Kapitel 5.2.2 beschriebene Prinzip der Modularisierung die Dienstleistung als abgegrenzte Einheit betrachtet, deren innere Vorgänge aus Sicht des Dienstleistungsnachfragers nicht relevant sind. Demnach sind auch die Einzelzeiten für die Erfüllung eines Teilbereichs der Dienstleistung nicht von Bedeutung. Daher kann ein separater Teilvektor für die Zeit gebildet werden, so dass für alle übrigen Teilvektoren die Maßzahlen a_t bis n_t Null ergeben. Für den Teilvektor der Zeitabweichung sind wiederum die Maßzahlen m_q und m_s gleich Null. Gleichwohl verfügt auch das Kriterium der Zeit über einen eigenen Gewichtungsfaktor w_{n+1} (vgl. Gleichung 9).

$$\vec{V}_{\text{Erf-DI}} = w_1 \cdot \begin{pmatrix} a_q \\ a_s \\ 0 \end{pmatrix} + w_2 \cdot \begin{pmatrix} b_q \\ b_s \\ 0 \end{pmatrix} + w_3 \cdot \begin{pmatrix} c_q \\ c_s \\ 0 \end{pmatrix} + \dots + w_n \cdot \begin{pmatrix} n_q \\ n_s \\ 0 \end{pmatrix} + w_{n+1} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ m_t \end{pmatrix} \quad \text{(Gleichung 9)}$$

Der *Anforderungsvektor* \vec{V}_{Anf} des Dienstleistungsnachfragers kann als derjenige Vektor dargestellt werden, der alle Vorgaben der Anfrage in jedem Teilbereich vollständig erfüllt. Hierfür können alle Maßzahlen a_q bis n_q , a_s bis n_s zu 1 und m_t zu 0 gesetzt werden (Gleichung 10). Dieser Gesamtvektor \vec{V}_{Anf} gibt die Idealvorstellung des Kunden hinsichtlich der angefragten Dienstleistung wieder.

$$\vec{V}_{\text{Anf}} = w_1 \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} + w_2 \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} + w_3 \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} + \dots + w_n \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} + w_{n+1} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \text{(Gleichung 10)}$$

Überträgt man das in Abschnitt 5.2.2.1 beschriebene Beispiel eines Moduls für die FEM-Simulation einer Werkzeugmaschine in die vektorielle Sichtweise, so setzt sich der Anforderungsvektor aus den fünf Teilvektoren für die Bereiche *Modellierung*, *Simulation*, *PDM-Datenverwaltung*, *Prozessdaten* und *Ergebnisdokumentation* und der vorgegebenen *Projektlaufzeit* zusammen. Der fiktive Kunde (Auftraggeber) belegt hierbei die fünf Erfüllungsbestandteile mit Gewichtungen zwischen 10% und 30% und gewichtet den Zeitfaktor zu 100%.

$$\vec{V}_{\text{Anf-FEM}} = 0,1 \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} + 0,3 \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} + 0,1 \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} + 0,2 \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} + 0,3 \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} + 1 \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \text{(Gleichung 11)}$$

Dieses Beispiel eines *Anforderungsvektors* \vec{V}_{Anf} (vgl. Abbildung 5-24) stellt eine direkte Beschreibung der Anfrage für eine modularisierte Entwicklungs- und Planungsdienst-

leistung dar. In Abbildung 5-24 wird dieser Anforderungsvektor ohne Abweichung auf der Zeitachse dargestellt. Damit liegt er in der Ebene der Qualitätsachsen. Der Vektor kann als Referenz für eine Bewertung der *Abweichung* erhaltener Lösungsmöglichkeiten für die Kooperationsbildung von der Vorgabe verwendet werden. Unter dieser *Vorgabeabweichung* wird hierbei der Unterschied zwischen dem abgegebenen Angebot und dem Idealprozess des Kunden verstanden.

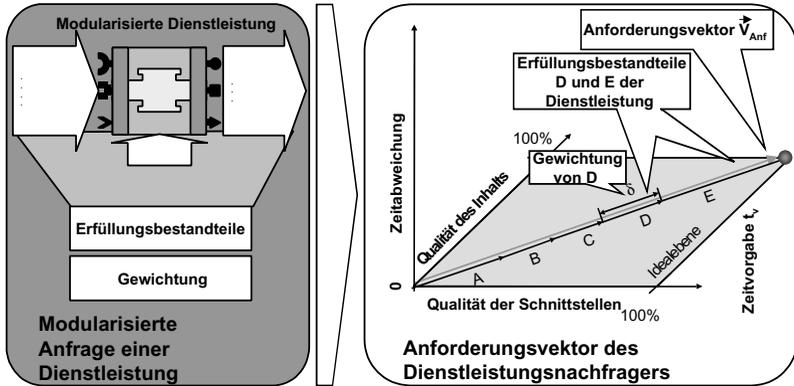


Abbildung 5-24: Umsetzung einer modularisierten Dienstleistungsanfrage in einen Anforderungsvektor

Die einzelnen *Erfüllungsvektoren* $\vec{V}_{\text{Erf-DI}}$ der vorliegenden Lösungen werden durch eine Zuweisung aller Maßzahlen a_q bis n_q , a_s bis n_s und m nach den beschriebenen *Bewertungsfunktionen* bzw. *Zuweisungsmatrizen* gebildet.

Die Gewichtungsfaktoren w_1 bis w_{n+1} bleiben dabei gegenüber dem Anforderungsvektor unverändert. Übertragen auf das bereits beschriebene Beispiel einer FEM-Dienstleistung kann der zum Anforderungsvektor des Kunden gehörende Erfüllungsvektor eines ebenfalls fiktiven Dienstleisters DI_1 folgendermaßen aussehen:

$$\vec{V}_{\text{Erf-DI}_1} = 0,1 \cdot \begin{pmatrix} 0,4 \\ 0,6 \\ 0 \end{pmatrix} + 0,3 \cdot \begin{pmatrix} 0,75 \\ 0,1 \\ 0 \end{pmatrix} + 0,1 \cdot \begin{pmatrix} 0,15 \\ 0,9 \\ 0 \end{pmatrix} + 0,2 \cdot \begin{pmatrix} 0,5 \\ 0,2 \\ 0 \end{pmatrix} + 0,3 \cdot \begin{pmatrix} 0,9 \\ 0,8 \\ 0 \end{pmatrix} + 1 \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0,8 \end{pmatrix}$$

(Gleichung 12)

Die Umsetzung der erhaltenen Angebote für modularisierte Dienstleistungen in Erfüllungsvektoren stellt den ersten Schritt einer Lösungsbewertung und -auswahl im Sinne einer systematischen Planung und Gestaltung kurzfristig zu bildender Engineering-Kooperationen dar. Die eigentliche Eignung eines vorliegenden Angebots für die kurzfristige Bildung einer Entwicklungs- und Planungs Kooperation ergibt sich aus

der Überlagerung des Anforderungsvektors mit allen Erfüllungsvektoren (vgl. Abbildung 5-25).

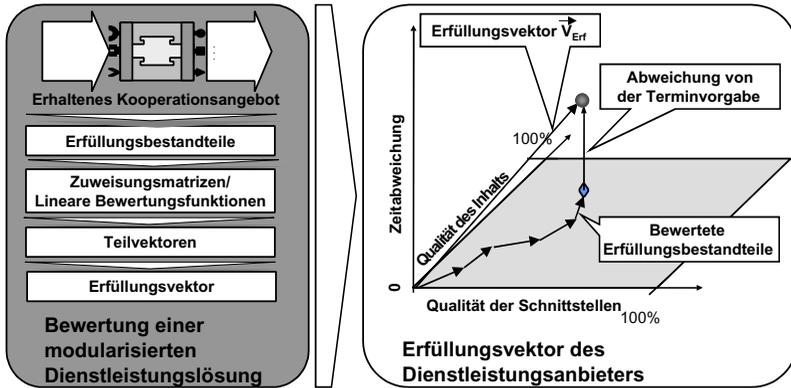


Abbildung 5-25: Umsetzung erhaltener Kooperationsangebote in Erfüllungsvektoren

Mathematisch gesehen lässt sich dies durch den Abstand der Endpunkte der einzelnen Erfüllungsvektoren der verschiedenen Dienstleister vom Endpunkt des Anforderungsvektors ausdrücken (vgl. Abbildung 5-26).

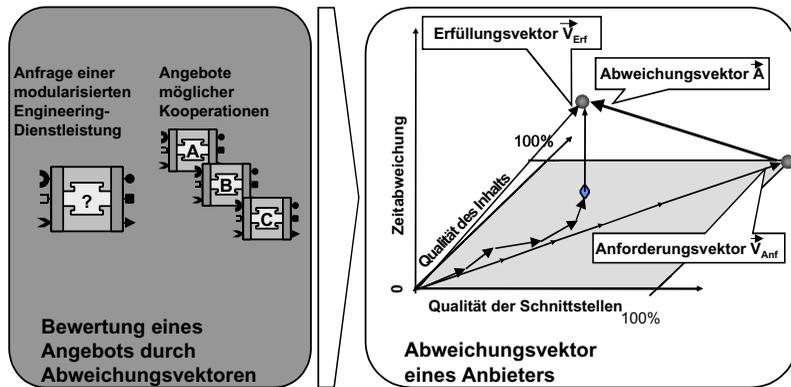


Abbildung 5-26: Bewerten möglicher Kooperationslösungen durch Bilden eines Abweichungsvektors

Es bildet sich somit für jeden möglichen Dienstleister ein eigener *Abweichungsvektor* (*Dienstleister*) \vec{A}_{D_i} heraus. Für diesen gilt:

$$\vec{A}_{Dl_n} = \begin{pmatrix} a_{vq} \\ a_{vs} \\ a_{vt} \end{pmatrix} = \vec{V}_{Erf-Dl_n} - \vec{V}_{Anf} \quad (\text{Gleichung 13})$$

Dabei sind diejenigen Angebote besser geeignet, die näher an dem idealen Vorgabewert liegen. Das Optimum für eine Auswahl stellt ein Nullvektor dar, während die Eignung für eine Kooperation mit steigendem Abstand sinkt. Folglich weist die Richtung des Abweichungsvektors von dem Ziel des Anforderungsvektors weg.

In der Praxis wird kein Dienstleister alle gestellten Anforderungen vollständig erfüllen können. Daher weichen die realen Erfüllungsvektoren in der durch die Qualitätskriterien aufgespannten Ebene von der idealen Winkelhalbierenden des Anforderungsvektors ab. Die Richtung dieser Abweichung gibt bereits einen Anhaltspunkt darüber, ob der bewertete Dienstleister tendenziell eher in Richtung der inhaltlichen Qualität der Zusammenarbeit oder der Qualität der Kooperationsschnittstellen von den Vorgaben abweicht (vgl. Abbildung 5-27).

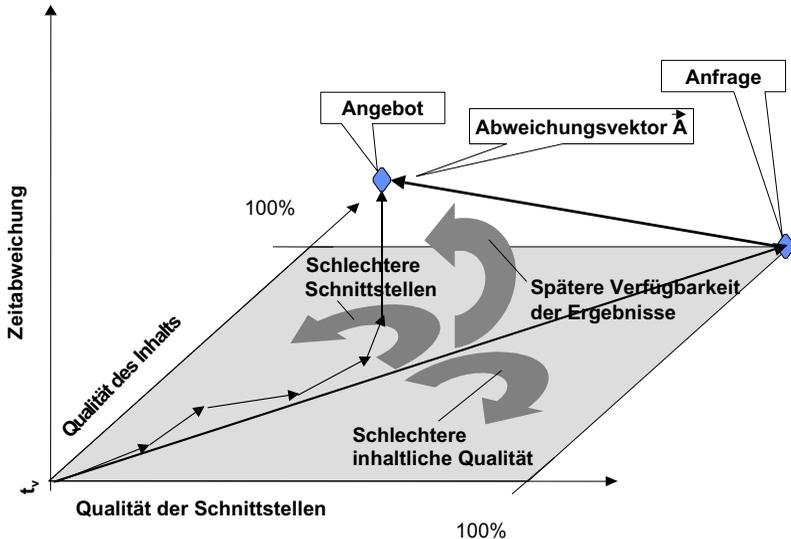


Abbildung 5-27: Auswirkung der Abweichung des Erfüllungsvektors vom Anforderungsvektor

Die Deviation in der Zeitachse gibt auf Grund der dafür gewählten Bewertungsfunktion die Abweichung von der durch den Dienstleistungsnachfrager gegebenen Zeitvorgabe an. Eine Unterschreitung dieser Vorgabe wird dabei als vollständige Erfüllung gewertet. Aus den Abweichungsvektoren der einzelnen Anbieter kann die jeweils am besten

geeignete Lösungsmöglichkeit für die Kooperationsbildung ermittelt werden, indem die Beträge der Vektoren verglichen werden.

Die Bedeutung der drei Hauptkriterien *Inhalt*, *Schnittstellen* und *Zeit* für die Bewertung von Kooperationslösungen ist für jede Projektsituation und für jeden Dienstleistungsnachfrager unterschiedlich.

Um diesem Umstand Rechnung tragen zu können, sind noch separate Gewichtungsfaktoren für diese Kriterien einzubringen. Hierfür werden der gewichtete Abweichungsvektor \vec{R}_{Dl} und die Gewichtungsfaktoren r_q und r_s eingeführt, der wie folgt definiert ist:

$$\vec{R}_{Dl} = \begin{pmatrix} r_q \cdot a_{vq} \\ r_s \cdot a_{vs} \\ a_{vt} \end{pmatrix} \quad \text{(Gleichung 14)}$$

Hierbei gilt: $0 \leq r_q \leq 1$, $0 \leq r_s \leq 1$.

Ein eigener Gewichtungsfaktor r_3 ist hierbei nicht erforderlich, da der Faktor der Zeit bereits mit der Festlegung des Parameters m separat gewichtet wurde (vgl. Gleichung 9).

Aus \vec{R}_{Dl} lässt sich eine einzelne Kennzahl VA_{Dl} für die *Vorgabeabweichung* eines Dienstleisters von den Vorgaben als Betrag von \vec{R}_{Dl} ableiten. Diese kann als Hauptkennzahl für die Abweichung angesehen werden.

$$VA_{Dl} = |\vec{R}_{Dl}| = \sqrt{\begin{pmatrix} r_q \cdot a_{vq} \\ r_s \cdot a_{vs} \\ a_{vt} \end{pmatrix}^2} = \sqrt{(a_{vq} \cdot r_q)^2 + (a_{vs} \cdot r_s)^2 + a_{vt}^2} \quad \text{(Gleichung 15)}$$

VA_{Dl} gibt hierbei den quantitativen Abstand des Ziels eines Erfüllungsvektors von dem Endpunkt des Anforderungsvektors an, beinhaltet aber keine Aussage mehr über die qualitative Ausprägung des Abstands. Je höher der Zahlenwert von VA_{Dl} , desto ungeeigneter ist die dadurch gekennzeichnete Dienstleistung für den Dienstleistungsnachfrager.

Gemeinsam mit den *Kosten* der modularisierten Dienstleistung kann VA_{Dl} für eine Kosten-Nutzen-Betrachtung zu bewertenden Kooperationslösung herangezogen werden.

Hierzu werden, wie in Abbildung 5-28 dargestellt, die *relativen Kosten* der Kooperationslösung K_{Rel} und die *Vorgabeabweichungen* einer Kooperationslösung VA_{Dl} in einem zweidimensionalen Diagramm angetragen.

Die Werte werden dabei auf den jeweiligen Höchstwert unter den betrachteten Angeboten normiert. K_{Rel} berechnet sich als Quotient aus den *Gesamtkosten* einer Kooperationslösung K und dem *Höchstwert* der Gesamtkosten K_{Max} .

Je näher ein Angebot für eine Kooperationslösung am Ursprung dieses Diagramms liegt, desto besser ist das Kosten/Nutzen-Verhältnis der beurteilten Dienstleistung.

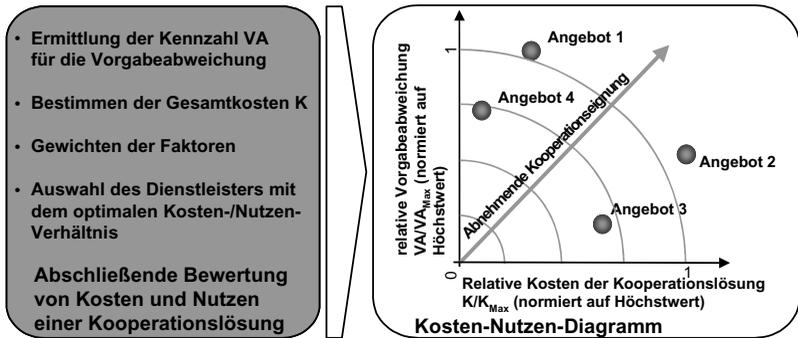


Abbildung 5-28: Abschließende Bewertung von Kosten und Nutzen von Kooperationslösungen durch ein Kosten-Nutzen-Diagramm

Das erläuterte Bewertungsverfahren dient der Auswahl des für die Zielsetzung der Kooperationsbildung am besten geeigneten Angebots. Dessen Inhalt kann jedoch von einer vollständigen Erfüllung bis hin zu einer Nichterfüllung reichen, da lediglich das Optimum aller erhaltenen Angebote ausgewählt wurde.

Unter Umständen folgt daher auch eine direkte Kontaktaufnahme bzw. Verhandlung mit dem Anbieter oder ein erneuter Durchlauf des Modularisierungsprozesses.

Die folgende Abbildung 5-29 zeigt diese möglichen Ergebnisse der Angebotsbewertung und die daraus resultierenden nachfolgenden Schritte der Kooperationsgestaltung.

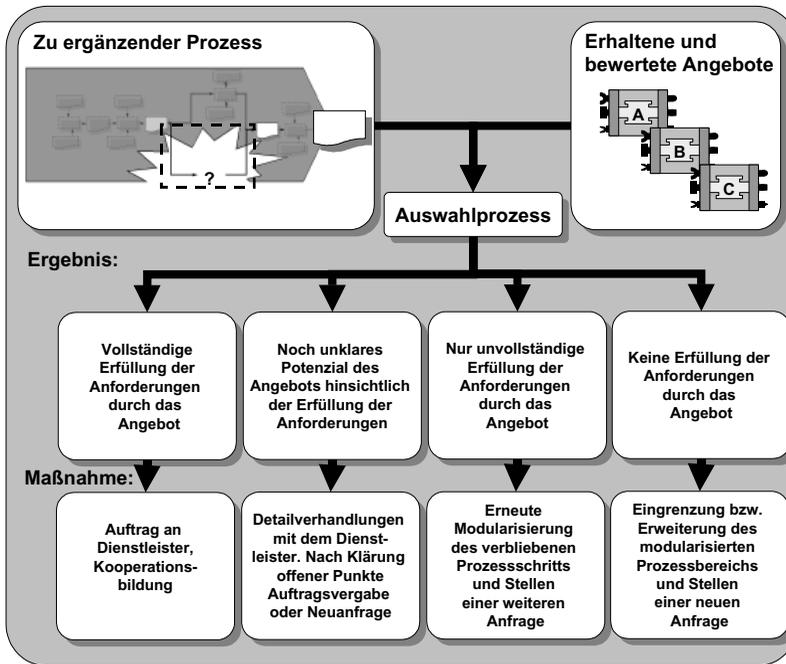


Abbildung 5-29: Ergebnisse und Maßnahmen des Auswahlprozesses modularisierter Dienstleistungen

5.4.3 Zusammenfassung der Bewertungsmethode

Die vorgestellte Methode zur Bewertung modularisierter Entwicklungs- und Planungsleistungen erlaubt eine systematische Gewichtung und Bewertung der zur kurzfristigen Bildung unternehmensübergreifender Engineering-Kooperationen erforderlichen Faktoren.

In der strukturierten Anfrage werden die erforderlichen Teilaspekte der zu integrierenden Dienstleistung dargelegt. Ziel der Anwendung der Bewertungsmethode ist dabei die direkte Übernahme dieser Kriterien in ein für den Dienstleistungsnachfrager einfach zu übernehmendes Bewertungsverfahren.

Dadurch wird sicher gestellt, dass ein Kunde alleine auf Basis seiner Anfrage und der erhaltenen Angebote eine Beurteilung über die Eignung der jeweiligen Anbieter erhält. Diesem Aspekt kommt insbesondere bei der kurzfristigen Zusammenarbeit mit bisher unbekanntem Kooperationspartnern eine große Bedeutung zu. Sollte die Phase der Suche nach möglichen Kooperationslösungen keine ausreichenden Ergebnisse geliefert haben, so erfolgt an dieser Stelle ein Rücksprung in die Phase der Anforderungsbeschreibung

und eine erneute Suche nach Lösungen. Den Abschluss der Auswahlphase bildet jeweils die Vorbereitung der Auftragsvergabe an den optimalen Leistungserbringer.

Die beschriebene Systematik kann dabei nicht in einer reinen *Entscheidungsfunktion*, sondern lediglich als *Assistenzfunktion* für die Bewertung und Auswahl von Engineering-Dienstleistern gesehen werden. Eine automatisierte Entscheidungsfindung, wie sie beispielsweise durch *Expertensysteme* erfolgt, ist hierbei nicht möglich, da nicht alle relevanten Informationen für die letztendliche Entscheidung über die Vergabe eines Auftrags direkt aus den zur Verfügung stehenden Angaben abgeleitet werden können (vgl. EHRENSPIEL U. NEESE 1989; EHRENSPIEL 1990).

Die unten stehende Abbildung 5-30 fasst die erläuterte Methode der vektoriellen Bewertung zusammen und ordnet sie in den Gesamtkontext der in Abbildung 5-2 dargestellten Vorgehensweise zum methodischen Gestalten kooperativer Planungs- und Entwicklungsprozesse ein.

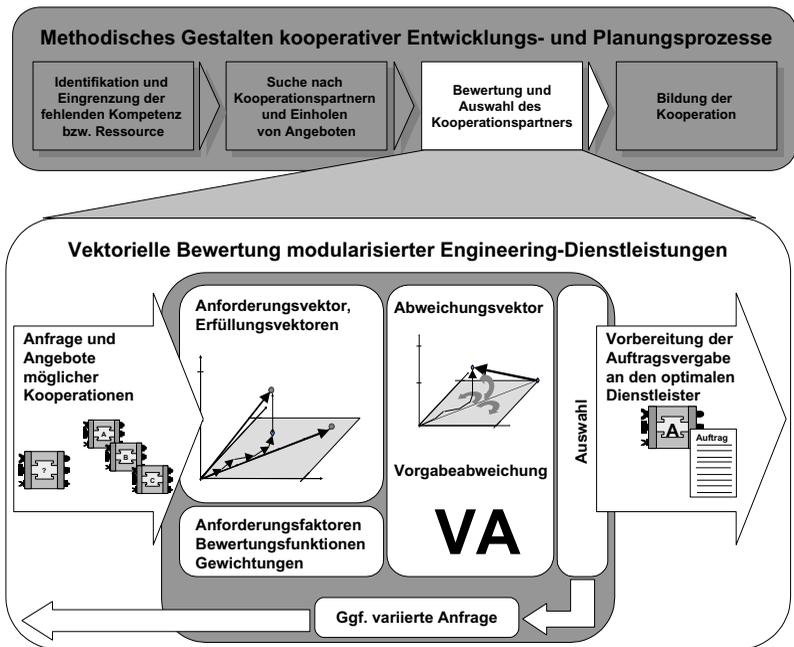


Abbildung 5-30: Bewertung modularisierter Dienstleistungsangebote und Dienstleistungerauswahl durch eine vektorielle Betrachtungsweise

5.5 Kurzfristige Bildung von Entwicklungs- und Planungs-kooperationen auf Basis heterarchischer Kompetenznetzwerke

Nach der erfolgten Auswahl des optimalen Dienstleisters findet eine Phase der Synchronisation und Koordination der zuvor modularisierten Aktivität zwischen Dienstleistungsanbieter und Dienstleistungsnachfrager statt. Dort werden alle erforderlichen und zuvor spezifizierten Eingangsdaten übermittelt und die Bearbeitung der Erfüllungsbestandteile zwischen den Partnern auf den drei Ebenen *Mensch*, *Organisation* und *Technik* abgestimmt (vgl. Abbildung 5-31). Die zwischen Dienstleistungsnachfrager und Dienstleistungserbringer im Rahmen langfristig gebildeter Kooperationen üblichen Vereinbarungen und Verträge werden dabei um die in den vorangegangenen Schritten spezifizierten Details der zu gestaltenden Kooperationsbeziehung ergänzt, bevor durch die eigentliche Auftragserteilung die Kooperationsabwicklung beginnt.

Abbildung 5-31 zeigt die Einordnung dieser Phase in die in Abbildung 5-2 erläuterte Gesamtsystematik des methodischen Gestaltens kooperativer Entwicklungs- und Planungsprozesse.

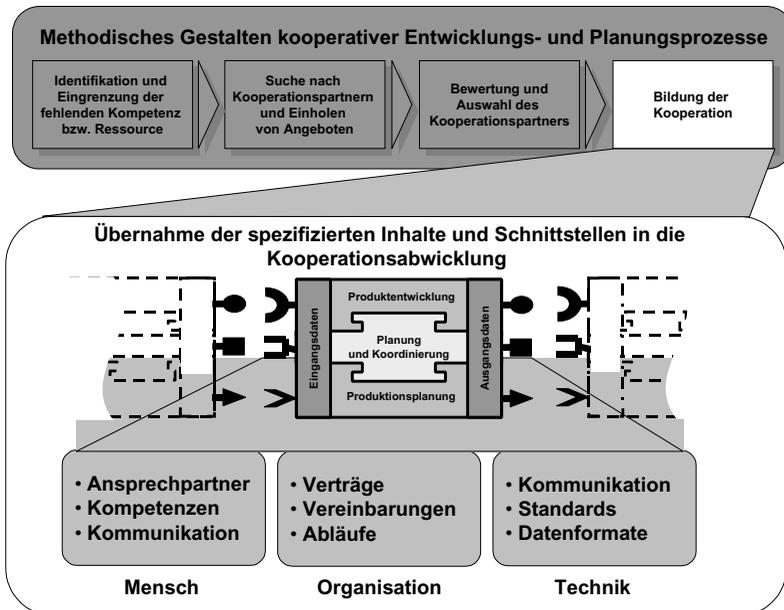


Abbildung 5-31: Unterstützung der Kooperationsbildung durch eine modularisierte Beschreibung von Entwicklungs- und Planungsleistungen

Die im Rahmen der Modularisierung erfolgte Beschreibung aller relevanten Schnittstellen einer unternehmensübergreifend erbrachten Entwicklungs- und Planungsdienstleistung erlaubt über die Phase der Kooperationsanbahnung hinaus auch eine Unterstützung der nachgelagerten Prozesse der Kooperationsabwicklung, die im Folgenden beschrieben werden soll.

Durch die in Kapitel 3 beschriebenen Möglichkeiten virtueller Prototypen und des unternehmensübergreifenden Datenaustauschs, welche der Stand der Technik bereits heute bietet (vgl. KRAUSE ET AL. 2001; MILBERG U. KOEPFER 1990; ABRAMOVICI ET AL. 1998), können in der Phase der eigentlichen Kooperationsabwicklung verteilte Entwicklungs- und Planungsprozesse entlang der festgelegten Schnittstellen auch über Unternehmensgrenzen hinweg durchlaufen werden. Standardisierte Datenformate für Produkt- und Prozessdaten, wie sie beispielsweise durch STEP oder EDI geboten werden, erlauben hierbei auch die Kopplung unterschiedlicher Entwicklungs- und Planungswerkzeuge (BULLINGER ET AL. 1999; SCHÖTTNER 2000). Heterarchische Kompetenznetzwerke bieten hierbei zusätzlich die Möglichkeit, die in den Anfragen und Angeboten verwendeten Daten direkt in die jeweiligen PDM- und PPS-Systeme der Kooperationspartner zu übernehmen (vgl. z.B. REINHART ET AL. 2001; REINHART U. V. DER HAGEN 2001; REINHART ET AL. 2002).

Der in Kapitel 3.1.2 eingegrenzte Betrachtungsumfang der vorliegenden Arbeit endet mit der Kooperationsbildung, also dem Beginn der inhaltlichen Erbringung der vereinbarten Entwicklungs- und Planungsdienstleistung. Dennoch soll an dieser Stelle noch kurz auf den Schritt der *Prozessverwertung* in dem in Abbildung 5-1 dargestellten *Lebenszyklus* kooperativer Engineering-Prozesse eingegangen werden. Dieser ist der Nutzung des kooperativen Entwicklungs- und Planungsprozesses nachgelagert.

Nach Beendigung der im Rahmen der Kooperation vereinbarten Tätigkeiten hat im Sinne des in Kapitel 3.4 erläuterten Qualitätsmanagements ein Vergleich der erzielten Ergebnisse mit den eingangs angestrebten Zielen zu erfolgen. Diese *Prozessmessung* stellt einen Schritt zur *Beherrschung* kurzfristig gestalteter Entwicklungs- und Planungsprozesse dar und kann unabhängig von einander durch den Dienstleistungsnachfrager und zugleich durch den Dienstleistungsanbieter erfolgen, da letztlich von beiden Seiten eine *Prozessverbesserung* angestrebt wird.

Eine solche Nachbetrachtung der Aufwände und Erträge der Kooperation dient in der in Abbildung 5-1 dargestellten abschließenden Phase der Prozessverwertung als Kriterium für eine Wiederverwendung des modularisierten Prozessbausteins. Bereits durch erfolgreich abgeschlossene und positiv bewertete Kooperationen höher qualifizierte modularisierte Kooperationslösungen können auf diese Weise künftig bevorzugt für die Lösung vergleichbarer Aufgabenstellungen herangezogen werden.

Die im Rahmen dieser Arbeit vorgestellte Methode beschränkt sich innerhalb dieses Kreislaufs auf die Planung und Gestaltung kurzfristiger Entwicklungs- und Planungs-

kooperationen. Sie soll im folgenden Abschnitt nochmals zusammenfassend betrachtet werden.

5.6 Zusammenfassung der Methode

Ausgangspunkt einer kurzfristigen Bildung unternehmensübergreifender Entwicklungs- und Planungsoperationen ist – wie bereits in Kapitel 2 dargestellt - die Notwendigkeit, ein zeitlich begrenztes Marktpotenzial zu nutzen, für das bestimmte Kompetenzen im eigenen Unternehmen fehlen. Auf Grund der Dynamik des Marktumfeldes ist es dabei nicht sinnvoll, diese Kompetenzlücke langfristig durch eigene Ressourcen zu schließen.

Die im Rahmen dieser Arbeit vorgestellte Methode bietet hierfür eine generische Vorgehensweise zur strukturierten Planung, Gestaltung und Bewertung derartiger Kooperationen. Hierbei wird eine, an die VDI 2221 angelehnte, systematische Planung, Generierung, Bewertung und Auswahl möglicher Kooperationslösungen durchlaufen.

Um die in Abschnitt 5.1 beschriebene Problematik dynamisch-iterativer Entwicklungsprozesse mit den Anforderungen an die determinierte Beschreibung einer extern zu vergebenden Dienstleistung zu lösen, werden innerhalb eines Entwicklungsprozesses modularisierte Prozesselemente eingegrenzt.

Auf Basis der so beschriebenen Anforderungen können nun geeignete Kooperationspartner gesucht werden. Hierfür werden heterarchische Kompetenznetzwerke genutzt, in denen verschiedene Anbieter von Entwicklungs- und Planungsleistungen vertreten sind. Die Netzwerke erlauben, durch marktliche Konfigurationsmechanismen eine ausreichend große Zahl von Kooperationslösungen zu generieren.

Bei der Auswahl des optimalen Kooperationspartners gilt es, die besonderen Anforderungen an kurzfristig gebildete Kooperationen der Entwicklung und Planung zu berücksichtigen. Dies erfolgt durch einen vektoriellen Vergleich der Anforderungen mit den erhaltenen Lösungen, die Bildung der Kennzahl der Vorgabeabweichung und einen Kosten-Nutzen-Vergleich aller erhaltenen Kooperationslösungen.

Ausgehend von diesem Auswahlverfahren erfolgt abschließend eine Kooperationsbildung mit dem jeweils optimalen Kooperationspartner.

Basierend auf diesen theoretischen Grundlagen stellt das nachfolgende Kapitel dieser Arbeit die praktische Umsetzung der beschriebenen Vorgehensweise auf Grundlage eines heterarchischen Kompetenznetzwerks vor

6 Prototypische Umsetzung und Verifizierung der Methode

Wie in Kapitel 3.3.3.2 gezeigt wurde, können durch heterarchisch aufgebaute Kompetenznetzwerke auf Basis einer vorliegenden Anfrage innerhalb kurzer Zeit mögliche Kooperationslösungen generiert werden. Dies unterstützt die in Kapitel 5.1 vorgestellte systematische Vorgehensweise zur Gestaltung von Entwicklungs- und Planungsk Kooperationen.

Über die Erfüllung dieser Aufgabe hinaus kann ein solches Netz jedoch auch eine geeignete Plattform zur Umsetzung der vorgestellten Methode aller vier in Abbildung 5-2 vorgestellten Bereiche des methodischen Gestaltens von Entwicklungs- und Planungsk Kooperationen bieten.

Um die Praxistauglichkeit der beschriebenen Vorgehensweise zu verifizieren, wurde unter der Domäne *www.Engineering-Net.de* ein heterarchisch organisiertes Kompetenznetzwerk als Kooperationsportal eingerichtet. Es ermöglicht den teilnehmenden Unternehmen die Nutzung der vorgestellten Methode zur kurzfristigen Bildung unternehmensübergreifender Entwicklungs- und Planungsk Kooperationen.

Das folgende Kapitel soll die Funktionsweise des Netzwerks und der darin implementierten Vorgehensweise modularisierter Dienstleistungen anhand mehrerer konkreter Praxisbeispiele erläutern.

6.1 Aufbau, Arbeitsweise und Strukturierung des Kompetenznetzwerks Engineering-Net.de

Das *Engineering-Net.de* ist seit März 2001 am Markt präsent und verbindet derzeit 18 Entwicklungs- und Planungsdienstleister aus dem Bereich maschinenbaulicher und verfahrenstechnischer Erzeugnisse durch eine organisatorische und informationstechnische Plattform. Es fällt auf Grund seiner Ausrichtung und Strukturierung unter die durch SCHLIFFENBACHER (2000) und RUDORFER (2001) beschriebenen eindimensionalen Kompetenznetzwerke.

Kern der hier vorgestellten praktischen Unterstützung der entwickelten Methode durch das *Engineering-Net.de* ist eine implizit durch die Nutzung dieses Netzwerks entstehende Anwendung. Hierfür wurden die Merkmale und Schritte der Methode so in der Benutzeroberfläche des Netzes abgelegt, dass aus der Anwendung heraus selbstständig eine systematische Planung und Gestaltung kurzfristig zu bildender Engineering-Kooperationen resultiert. Hierzu wurden im Netzwerk entsprechend automatisierte Formularseiten zur Erzeugung von Anfragen und Angeboten erstellt, deren Aufbau die vorgestellte Vorgehensweise nachvollzieht (vgl. Abbildung 6-1).

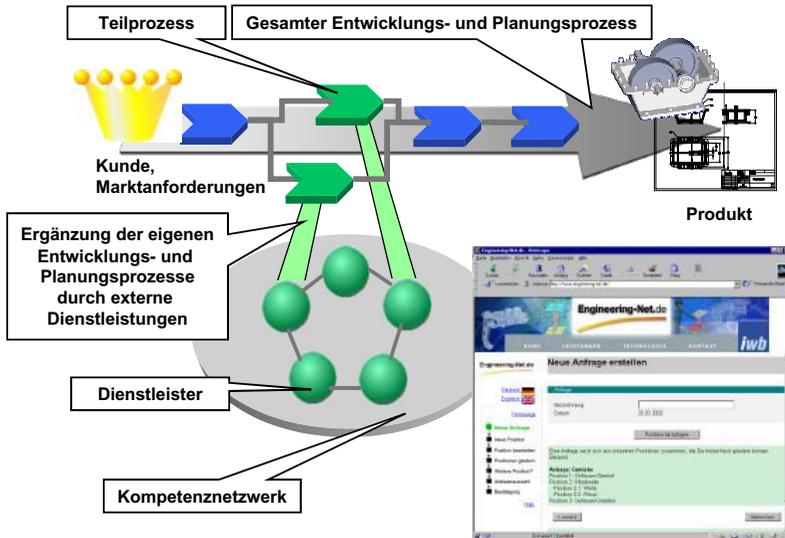


Abbildung 6-1: Grundkonzept des Engineering-Net.de (REINHART U. V. DER HAGEN 2001B, S. 120)

Im Unterschied zu den durch SCHLIFFENBACHER (2000) und MEHLER (1999) vorgestellten Vorgehensweisen zur Bildung statisch-determinierter Produktionskooperationen bildet das dargestellte *Engineering-Net.de* dynamisch-iterative Engineering-Prozesse ab. Daher wurden die Fähigkeiten des Netzwerks hinsichtlich möglicher Feedback- und Iterationsschleifen zwischen Dienstleistungsanbieter und Nachfrager erweitert.

Innerhalb des Netzwerks werden durch Dienstleister einzelne Entwicklungs- und Planungskompetenzen angeboten, durch welche der Kunde entweder bestehende Lücken in der eigenen Wertschöpfungskette ausfüllen oder eine vollkommen eigenständige Wertschöpfungskette konfigurieren kann. Neben der Vermittlung von Engineering-Dienstleistern als Kooperationspartner ist auch die Unterstützung des Kunden bei der kurzfristigen Gestaltung und dem Aufbau von Entwicklungs- und Planungs-kooperationen Ziel des *Engineering-Net.de*.

Auf Basis einer nur einmal versandten Anfrage erhält der Kunde über das Netzwerk innerhalb kurzer Zeit eine Reihe vergleichbarer Angebote zurück, aus denen der am besten geeignete Dienstleister gewählt werden kann und – ebenfalls über das *Engineering-Net.de* – einen Auftrag durch den Dienstleistungsnachfrager erhält. Der Ablauf einer Kooperationsbildung über das Netzwerk erfolgt analog zu dem in Abbildung 5-2 dargestellten methodischen Gestalten kooperativer Entwicklungs- und Planungsprozesse (vgl. Abbildung 6-2).

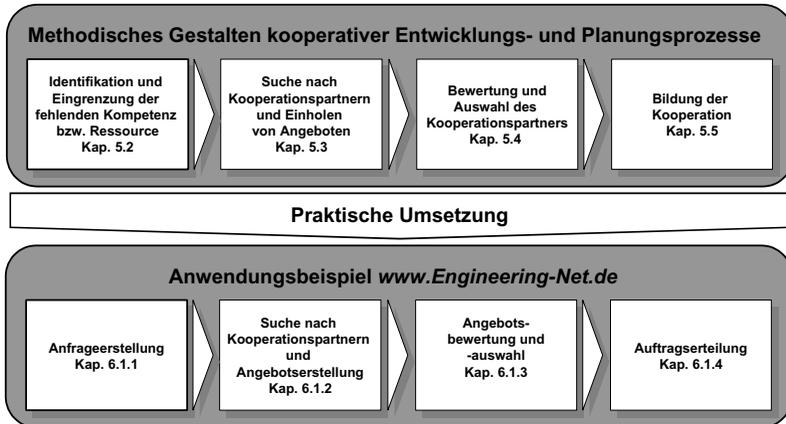


Abbildung 6-2: Anwendung des methodischen Gestaltens kooperativer Entwicklungs- und Planungsprozesse im Engineering-Net.de

In seiner Funktionsweise erlaubt das *Engineering-Net.de* dem Nachfrager einer Dienstleistung, über das Medium des Internets strukturierte Aufgabenspezifikationen mit dafür geeigneten Dienstleistern abzustimmen. Hierbei wird der systemunabhängige HTML-Standard verwendet, so dass die Nutzung des Netzwerks und der darin umgesetzten Methode nicht an bestimmte Systemvoraussetzungen gebunden ist. Sowohl Kunde als auch Dienstleister bewegen sich hierbei in gesicherten Bereichen des Netzes, auf die jeweils nur sie Zugriff haben. Um der eingangs genannten Forderung nach Sicherheit der gespeicherten und übertragenen Daten Rechnung zu tragen, unterstützt das Netzwerk zudem das Verschlüsselungsverfahren *Secure-Socket-Layer* (SSL).

Abbildung 6-3 fasst die über das Portal unterstützten Schritte einer kurzfristigen Gestaltung unternehmensübergreifender Entwicklungs- und Planungsprozesse in detaillierterer Form zusammen. Hierbei ist anzumerken, dass – wie bereits in Abschnitt 5.4.3 erläutert – die vorgestellte Methode in den Bereichen der Anfrageauswertung und der Angebotsbewertung lediglich eine Assistenz- nicht aber eine Entscheidungsfunktion darstellen kann. Für die hiervon betroffenen Bereiche, die in Abbildung 6-3 gesondert hervorgehoben sind, stellt das Netzwerk dem Anwender keine direkte Softwareunterstützung, sondern dokumentierte Vorgehensweisen und Berechnungsfunktionen zur Verfügung.

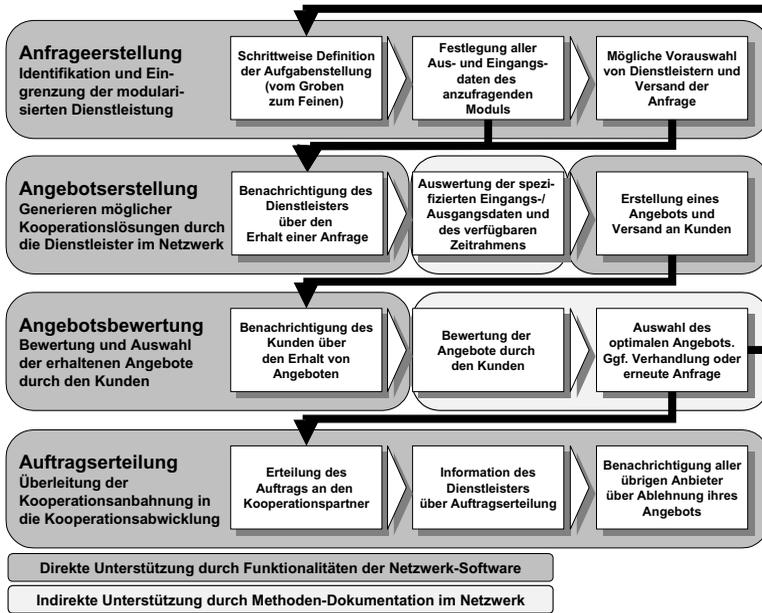


Abbildung 6-3: Direkte und indirekte Unterstützung der kurzfristigen Bildung von Entwicklungs- und Planungs Kooperationen durch das Engineering-Net.de

Die folgenden Abschnitte erläutern die Vorgehensweise bei der Nutzung des Netzwerks innerhalb dieser Schritte und die Unterstützung der Methoden-anwendung durch die jeweilige Benutzeroberfläche.

6.1.1 Die Anfrageerstellung im Engineering-Net.de

Die Benutzeroberfläche des Portals führt bei der Anfrageerstellung schrittweise zu einer Detaillierung des Problems im Sinne der Methode modularisierter Dienstleistungen. Hierbei geht der Dienstleistungsnachfrager durch die in Abschnitt 5.2.2.2 erläuterte Klassifizierung der Engineering-Dienstleistung von einer zunächst allgemeinen Abgrenzung des Problems zu einer genau spezifizierten Beschreibung des abgegrenzten Aufgabenbereichs über.

Die daraus resultierende Darstellung der erwarteten Ergebnisse der Kooperation legt Inhalte und Ausgangsdaten des anzufragenden Moduls fest. Als Ergänzung können optional die verfügbaren Eingangsdaten hinzugefügt werden. Hierdurch sinkt zwar die erhaltene Gesamtzahl möglicher Kooperationslösungen, welche das gewünschte

Ergebnis liefern, zugleich steigt aber auch die Genauigkeit der Aufgabenbeschreibung und damit die Gesamtqualität der auf die Anfrage erhaltenen Angebote.

Diese Vorgehensweise erlaubt eine Eingrenzung des anzufragenden Moduls, ohne die innerhalb der Dienstleistung ablaufenden Prozesse explizit vorzugeben. Dies lässt im Sinne der Lösungsfindung einen großen Spielraum zu. Dadurch können auch bei der Anfrageerstellung die spezifischen Kompetenzen der einzelnen Anbieter in denjenigen Bereichen genutzt werden, in denen der Kunde über unzureichende Kompetenzen verfügt.

Zugleich wird die zunehmende Spezifizierung der Anfrage dazu genutzt, den Kreis der Dienstleister einzuschränken, welche als Empfänger der Anfrage innerhalb des Netzwerks in Frage kommen. Diese Eingrenzung erfolgt automatisch durch die Software der Kooperationsplattform auf Basis vorab festgelegter Kompetenzprofile der Dienstleistungsanbieter. Dem Kunden werden dabei nach Abschluss der Aufgabenspezifizierung alle dafür in Frage kommenden Dienstleister als mögliche Empfänger der Anfrage zusammengestellt. Innerhalb dieser kann der Dienstleistungsnachfrager eine nochmalige Einschränkung vornehmen, oder die Anfrage an die gesamte Gruppe versenden.

Gemeinsam mit dem Anwendungsfeld dienen die auf diese Weise definierten Angaben zu einer ersten Vorauswahl geeigneter Dienstleister. Anbieter, die beispielsweise keine Simulation für Produktionsprozesse anbieten, erhalten so keine Anfragen hinsichtlich einer solchen Leistung. Dies grenzt den Umfang der zu bearbeitenden Anfragen ein und erhöht die Gesamteffizienz des Netzwerks (vgl. hierzu auch MEHLER 1999 und SCHLIFFENBACHER 2000).

Zu Beginn der Anfrageerstellung wird vom Kunden eine allgemeine Bezeichnung der angeforderten Dienstleistung verlangt. Hierzu können für komplexer strukturierte Anfragen einzelne Unterpositionen zu der Hauptanfrage hinzugefügt werden. Diese Unterpunkte werden zunächst in der Reihenfolge ihrer Erstellung aufgelistet, können jedoch danach manuell in eine gewünschte Gliederungshierarchie gebracht werden. Im Anschluss hieran gelangt der Teilnehmer in eine Umgebung, in der er seine gesuchte Dienstleistung spezifizieren kann.

In diesem, in Abbildung 6-4, dargestellten Formular findet sich die in Kapitel 5.2.2.2 definierte Unterteilung in *Primär-* und *Sekundärdienstleistungen* (vgl. hierzu auch Abbildung 5-7) und die Aufteilung in die jeweiligen Untergruppen wieder. Zur schnellen Auswahl und zur Erhöhung der Übersichtlichkeit sind die verschiedenen Begriffe, nicht in einer Baumstruktur, sondern in Tabellenform angeordnet. Die jeweiligen Unterbereiche sind als sogenannte *Hyperlinks* implementiert und führen zu eigenen Formularen, welche die für jede Untergruppe eigene Klassifizierungsstruktur umsetzen.

Anfrage *Testanfrage* - Neue Position

Eingeloggt ist: Florian von der Hagen, iwv Simulationszentrum (Kunde)

Position [Hilfe](#)

Bezeichnung:

Art der Dienstleistung

Engineering
Planungs- und Entwicklungsdienstleistungen

[Analyse](#)
Problemanalyse, Ideenfindung, Marktanalyse

[Konzeption und Planung](#)
Entwicklung und Ausarbeitung möglicher Lösungskonzepte

[Simulation und Bewertung](#)
Erkennen, Bewerten und Optimieren von Eigenschaften

[Konstruktion und Detaillierung](#)
Ausarbeitung und Detaillierung bestehender Konzepte

Organisation und Support
Dienstleistungen im weiteren Engineering-Umfeld

[Projekt- und Datenmanagement](#)
Organisation und Verwaltung von Projekten/Projektdateien, Datenkonvertierung

[Schulungen und Fortbildung](#)

[Leasing](#)
Vermietung von Hard- und Software bzw. Personal

Durch Auswahl der zu dieser Position gehörigen Dienstleistung gelangen Sie zu einem Formular, in dem Sie nähere Angaben zu der Position machen können.

Abbildung 6-4: Spezifizierung der Untergruppen eines Dienstleistungsmoduls im Anfrageformular des *Engineering-Net.de*

Im Folgenden soll am Beispiel der Untergruppe *Simulation und Bewertung* das entsprechende Formular und die darin enthaltene Vorgehensweise näher beschrieben werden. Die übrigen Unterformulare sind in ähnlicher Form aufgebaut. Sie entsprechen in ihrem Aufbau den im Anhang zusammengefassten Klassifizierungsstrukturen aus Kapitel 5.2.2.2.

Das Formular für die Anfrage einer Dienstleistung des Bereichs *Simulation und Bewertung* beinhaltet eine Reihe von Feldern, die bereits mit einer Vorauswahl an Möglichkeiten versehen sind. Durch die Auswahl des angezeigten Inhalts kann so das Dienstleistungsmodul in kurzer Zeit klassifiziert werden. Alle mit einem Stern gekennzeichneten Felder sind hierbei als Pflichtfelder in jedem Fall auszufüllen, alle übrigen sind optional.

Anfrage *Testanfrage* - Position *Testanfrage* bearbeiten

Eingelogg't ist: Florian von der Hagen, iwv Simulationszentrum (Kunde)

Position Test - Simulation und Bewertung

Bereich der Dienstleistung: * Produkt Produktion

Konstruktionstyp:

Umfang:

Gewünschtes Ergebnis: * Analyse Lösungsvorschläge Ausgearbeitete Lösung

Ausgangslage: Vorlage vorhanden Anforderungen vorhanden

Datenverfügbarkeit ab:

Art und Umfang der Eingangsdaten:

Format Eingangsdaten:

Beschreibung der gewünschten Dienstleistung: *

Art und Umfang der Ausgangsdaten:

Format Ausgangsdaten:

Termin der Fertigstellung:

Termin Angebotsabgabe: *

Datei(en) anfügen/entfernen:

* Pflichtfeld

Klicken Sie auf **Eingaben abschicken** um mit der Anfrageerstellung fortzufahren.
Beim Klicken auf die **zurück**-Schaltfläche gehen Ihre Eingaben verloren und Sie gelangen auf die vorherige Seite.

Abbildung 6-5: Formular zur Beschreibung der modularisierten Dienstleistung "Simulation und Bewertung" im Engineering-Net.de

Zu Beginn erfolgt die Klassifizierung des Anwendungsfelds der Dienstleistung. Es wird lediglich zwischen den Bereichen *Produkt* und *Produktion* unterschieden, da andere

Merkmale hier nicht sinnvoll sind. Hierbei können auch beide Punkte zugleich ausgewählt werden, sollte dies erforderlich sein. Anschließend daran erfolgt die Auswahl des Anwendungsfeldes der Kooperation. Hier stehen dem Kunden die Möglichkeiten *Neuplanung*, *Neukonstruktion* und *Anpassung*, *Änderung*, *Optimierung* zur Auswahl. Daran knüpft sich die Bestimmung des Kooperationsumfangs an, welcher sich auf ein *komplettes Produkt*, eine *Baugruppe*, eine *Komponente* oder ein *Einzelteil* beziehen kann. Im Anschluss wird noch das gewünschte Kooperationsergebnis festgelegt. Hier stehen die Möglichkeiten *Problemanalyse*, *Lösungsvorschlag* oder eine *ausgearbeitete Lösung* zur Auswahl. Abgeschlossen wird die Anfrageerstellung durch eine Beschreibung der Ein- und Ausgangsdaten hinsichtlich ihres Inhalts und ihres Formats. Ergänzend kommen hierbei noch Zeitvorgaben hinsichtlich der erforderlichen Angebotsabgabe, der Verfügbarkeit der Eingangsdaten und der Dauer der Kooperation hinzu.

Zusätzlich hierzu besteht die Möglichkeit, konkrete Dateien an die Anfrage anzuhängen. Dies können erläuternde Skizzen, Fotografien oder andere Daten sein, welche den Dienstleister bei der Angebotsabgabe unterstützen.

Da das Feld der unternehmensübergreifenden Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen einen zu großen Bereich umschließt, der sich zudem laufend ändert, lassen sich nicht alle denkbaren Ein- und Ausgangsdaten durch Auswahlfelder abdecken. Daher folgt den vorgegebenen Auswahlfeldern ein Textfeld, in dem der Kunden diese Angaben frei formulieren kann. Ergänzend können dann Beispieldateien zur exakten Beschreibung von Inhalt, Struktur und Formaten der jeweiligen Informationen zusammen mit der Anfrage versandt werden.

Mit der Komplettierung dieser Angaben kann die Anfrage entweder gespeichert oder in andere EDV-Systeme exportiert werden. Der Kunde erhält dann die bereits beschriebene Liste aller für die Dienstleistung in Frage kommenden Anbieter. Er kann das Angebot automatisch an alle Dienstleister aus dieser Liste verschicken lassen oder einige manuell auswählen. In diesem Fall erhalten lediglich die ausgewählten Unternehmen die Anfrage.

6.1.2 Anfrageauswertung und Angebotserstellung im Engineering-Net.de

Hat ein Anbieter eine Anfrage im *Engineering-Net.de* erhalten, so erhält er eine automatisierte, elektronische Benachrichtigung per E-Mail. Der Vorteil dieses Vorgehens liegt darin, dass weder der Kunde, noch der Dienstleister laufend das Portal aufsuchen müssen, sondern lediglich dann aktiv werden, wenn ein Schritt zur Kooperationsbildung durch einen Partner eingeleitet wurde. Hierbei ist es für den Dienstleister nicht ersichtlich, welche anderen Anbieter noch eine entsprechende Anfrage erhalten haben.

Bei der Bearbeitung der Anfrage stehen den Anbietern die Möglichkeiten einer direkten Rückfrage an den Absender der Anfrage und der Abgabe eines Angebots zur Verfügung.

Innerhalb des Prozesses der Angebotserstellung ist es dem Dienstleistungsanbieter wiederum möglich, die Rolle eines Generalunternehmers zu übernehmen und seinerseits die Rolle eines Kunden für diejenigen Bereiche der Anfrage einzunehmen, die an einen Unterdienstleister vergeben werden sollen. Hinsichtlich der Abgabe eines Angebots ist ein solches Konsortium jedoch gegenüber einem Einzeldienstleister stets im Nachteil, da dieser bedeutend schneller auf eine Kundenanfrage reagieren kann.

Anfragen/Angebote Detail

Eingelogg ist:

Anfrage [hilfe](#)

Anfrage von:
Ansprechpartner:

Anschrift: Osterreich

Anfragebezeichnung: Konstruktion eines GuDteils

Anfrage ID: 461

Anfragedatum: 06.11.2001

Status

Positionen: **Dateien:**

Pos. 1 [Konstruktion](#)

Rückfrage Wenn Sie Rückfragen bzgl. der Anfrage haben, können Sie mit **Rückfrage** eine e-mail an den Absender schreiben. Mit **Anfrage exportieren** können Sie die Anfrage als Textdatei exportieren. Durch Ankllicken von **komplette Anfrage anzeigen** öffnen Sie ein neues Fenster mit einer Übersicht der gesamten Anfrage. Wenn Sie die Anfrage aus Ihrer Übersicht löschen wollen, müssen Sie auf **Anfrage löschen** drücken.

komplette Anfrage anzeigen

Anfrage exportieren

Anfrage löschen

Angebot

Angebots ID: 485

Angebotsdatum: 17.11.2001

Angebotsstatus:

Preis: **10000,00 EUR**

Positionen:

Pos. 1 [Konstruktion](#) im Gesamtpreis

komplettes Angebot anzeigen Mit **Angebot exportieren** können Sie Ihr Angebot als Textdatei exportieren. Durch das Ankllicken von **komplettes Angebot anzeigen** wird ein neues Fenster mit einer Übersicht des gesamten Angebots geöffnet.

Angebot exportieren

[zurück zum Anfang](#)

Drücken Sie auf **Angebot erstellen** um ein Angebot für diese Anfrage zu erstellen.

Abbildung 6-6:

Darstellung einer Anfrage und Bearbeitungsmöglichkeiten bei der Angebotsabgabe im Engineering-Net.de

Der Dienstleister kann in seinem Angebot auf die in der Spezifikation der modularisierten Dienstleistung angegebenen Merkmale eingehen und die nicht festgelegten Bereiche durch eigene Vorschläge ergänzen. Hierdurch werden diejenigen Kriterien festgelegt, nach welchen der Kunde die anschließende Bewertung des Angebots durchführt.

Es ist dem Dienstleister in diesem Abschnitt auch möglich, darauf hinzuweisen, wenn bestimmte durch den Kunden festgelegte Merkmale der Dienstleistung aus seiner Sicht eine Bearbeitung erschweren oder gar unmöglich machen und entsprechende Alternativen vorschlagen.

Zur Vervollständigung des Angebots kann der Anbieter einen Gesamtpreis für die angeforderte Dienstleistung angeben. Am Ende dieses Schritts erfolgt aus dem *Engineering-Net.de* heraus der Versand des Angebots an den Kunden.

Ebenso wie der Dienstleistungsnachfrager hat auch der Dienstleistungsanbieter die Möglichkeit, alle Daten der Anfrage und des Angebots separat abzuspeichern bzw. diese als ASCII-Datei in andere Systeme zu exportieren.

6.1.3 Unterstützung der Angebotsauswahl durch das Engineering-Net.de

Analog zur Information des Dienstleisters über erhaltene Anfragen wird der Kunde durch das Netzwerk per E-Mail über den Eingang der abgegebenen Angebote automatisch benachrichtigt. Liegen diese für den Kunden im Portal vor, so werden sie ihm in seinem Bereich des Netzwerks zur Ansicht bereitgestellt. Durch Auswahl der einzelnen Angebote in der Übersichtsliste gelangt der Kunde zu einer detaillierten Anzeige der Angebotsinformationen. Hier können alle Einzelheiten der von den Dienstleistern vorgeschlagenen Kooperationslösungen eingesehen werden. Falls zu den einzelnen Positionen verschiedene Preise festgelegt worden sind, so wird dies ebenfalls angezeigt.

Die vorgestellte Methode zur Angebotsbewertung wird dem Kunden durch das *Engineering-Net.de* in Form einer Beschreibung der Vorgehensweise und einer Tabellenkalkulation zur Berechnung der Vorgabeabweichung und einer Kosten-/Nutzen-Darstellung für jedes erhaltene Angebot zur Verfügung gestellt (vgl. Abbildung 6-7).

Hierbei sind durch den Dienstleistungsnachfrager zunächst diejenigen Erfüllungsbestandteile der modularisierten Dienstleistung auszuwählen und zu gewichten, auf deren Basis die Bewertung der erhaltenen Angebote erfolgen soll. Zusätzlich gibt der Benutzer noch für die Berechnung des Anforderungsvektors die angestrebte Kooperationsdauer ein.

Die gewählten Erfüllungsbestandteile werden dann als Bewertungskriterien durch den Dienstleistungsnachfrager hinsichtlich der beiden Qualitätsmerkmale Inhalt und Schnitt-

stellen für jedes Angebot bewertet. Ergänzt werden diese Merkmale jeweils durch die Angabe der Kooperationsdauer und der Kooperationskosten der erhaltenen Angebote.

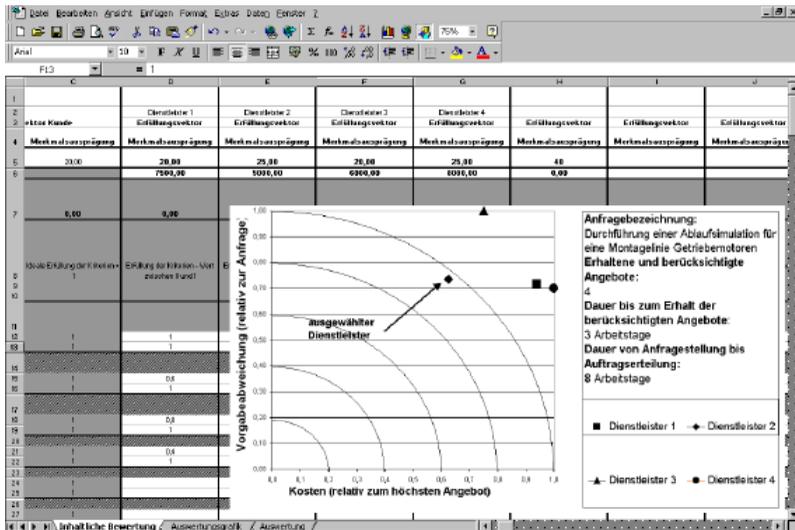


Abbildung 6-7: Umsetzung der Methode zur Ermittlung der Kennzahl zur Vorgabeabweichung in einer Tabellenkalkulation

Für den Fall, dass kein in allen Punkten geeignetes Angebot erhalten wurde, stehen dem Dienstleistungsnachfrager eine bilaterale Rücksprache mit dem jeweils am besten geeigneten Dienstleister zur Klärung noch offener Details, eine erneute Generierung von Kooperationslösungen durch eine optimierte Anfrage und ein nochmaliges Durchlaufen des Anfrageformulars zur Verfügung. Alle drei Varianten werden direkt durch die Benutzeroberfläche des Netzwerks unterstützt.

Stimmen alle Bereiche eines erhaltenen Angebots mit den Anforderungen des Kunden überein, so kann der Kunde direkt zur Auftragserteilung übergehen.

6.1.4 Auftragserteilung für Entwicklungs- und Planungs-koperationen im Engineering-Net.de

Zur Auftragserteilung bzw. Absage an die anbietenden Dienstleister stellt die Benutzeroberfläche des *Engineering-Net.de* dem Kunden eigene Bedienelemente (vgl. Abbildung 6-8) zur Verfügung. Diese erlauben es, auf ein erhaltenes Angebot eine gezielte Rückfrage an den Dienstleistungsanbieter (z.B. zur Klärung noch offener Punkte) zu stellen, das erhaltene Angebot nochmals anzusehen, bzw. über eine ASCII-Schnittstelle in ein anderes System (z.B. ein PDM- oder PPS-System) zu exportieren und einen Auftrag zu erzeugen bzw. das Angebot abzulehnen.

Im Falle der Auftragserteilung erhalten alle übrigen Dienstleister, an welche die Anfrage versandt wurde, automatisch eine Mitteilung, dass der Auftrag an einen anderen Dienstleister vergeben wurde.

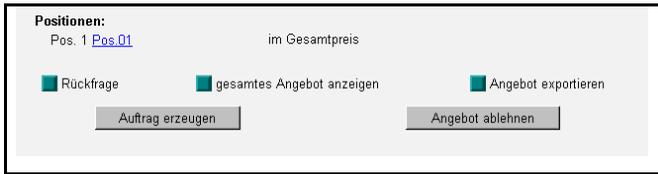


Abbildung 6-8: Befehls- und Anzeigenelemente zur Auftragserteilung und Angebotsablehnung im Engineering-Net.de

6.2 Gestaltungsbeispiele von Kooperationsbeziehungen

Der folgende Abschnitt stellt exemplarisch die konkrete Umsetzung kurzfristiger Gestaltungsprozesse unternehmensübergreifender Entwicklungs- und Planungs-kooperationen auf Basis des *Engineering-Net.de* dar.

Hierfür sollen in drei Fallbeispielen die relevanten Gestaltungsschritte und die Erfahrung der beteiligten Unternehmen beschrieben werden. Um den in Kapitel 2 dargestellten Defiziten der Kooperationsanbahnung komplexerer Aufgabenstellungen dynamisch-iterativer Teilprozesse in der Entwicklung und Planung Rechnung zu tragen, wurden hierfür Beispielprojekte ausgewählt. Für diese lag nach Aussage der beteiligten Unternehmen die Vorlaufzeit einer Kooperationsbildung bisher oberhalb von drei Wochen.

6.2.1 Praxisbeispiel 1: Anfrage einer Dienstleistung für die Produktionsplanung

Ein Unternehmen der Sparte Sondermaschinenbau erhielt eine Kundenanfrage für die Entwicklung und Planung einer Montagelinie für Getriebemotoren. Der Kunde setzte in seiner Anfrage neben der eigentlichen Konstruktionsaufgabe auch explizit eine vorangehende Dimensionierungsplanung der Montageanlage durch eine Ablaufsimulation voraus.

Die genannte Sondermaschinenbaufirma verfügte zwar über die erforderliche Kompetenz in der Planung, Auslegung und Konstruktion einer solchen Anlage, nicht jedoch über die Kompetenz für die Durchführung einer Ablaufsimulation. Um dennoch kurzfristig ein Angebot für die Planung der Montagelinie abgeben zu können, nutzte der Sondermaschinenbauer das *Engineering-Net.de*, um für die Durchführung der Simulationsaufgabe einen geeigneten Subunternehmer zu finden. Das gezeigte Beispiel beinhaltet nur eine Unterposition und wurde vom Dienstleistungsnachfrager somit nicht weiter untergliedert (vgl. hierzu auch Abbildung 10-16).

Bei der Eingrenzung und Beschreibung der anzufragenden Dienstleistung konnte der Anwender ohne vorherige Einweisung in das System innerhalb von fünfzehn Minuten eine entsprechende Anfrage erzeugen. Der Bedienkomfort wurde als angenehm und gut bewertet.

Alle wichtigen Daten, die zur Anfrageerstellung notwendig waren, konnten in die Formulare eingegeben werden. Ergänzend wurde noch eine Prinzipskizze der vorgesehenen Anlage an die Anbieter mitversandt.

Über das Netzwerk erhielt der Nachfrager innerhalb von drei Arbeitstagen vier Angebote zurück. Zwei der Dienstleister nahmen vorab noch einmal telefonisch Rücksprache mit dem Ersteller der Anfrage, um noch offene Details zu klären. Um die Zeit für die Beantwortung der Anfrage zur Auslegung der Montagelinie entsprechend zu verringern, berücksichtigte der Anfrager bei der anschließenden Bewertungsphase lediglich diese vier Antworten. Die erhaltenen Angebote waren zudem ausführlich genug, um Rückfragen bei den Dienstleistungsanbietern nicht erforderlich zu machen.

Auf Basis der in den Angeboten enthaltenen Kriterien wählte der Sondermaschinenbauer den optimalen Kooperationspartner aus und integrierte dessen inhaltlichen Beitrag und den sich ergebenden Zeitrahmen wiederum in sein abgegebenes Angebot für die Auslegung der Montageanlage. Dies beanspruchte eine Woche. Auch hier erfolgte in einem Fall eine direkte Rücksprache mit einem Anbieter zur Klärung eines im Angebot noch offen gebliebenen Erfüllungsbestandteils.

Für diese Prozedur benötigte der Dienstleistungsnachfrager nach eigenen Angaben bisher zwei bis drei Wochen. Die unten stehende Abbildung 6-9 fasst die beschriebene Kooperationsbildung übersichtsartig zusammen und zeigt die Anwendung der in Kapitel 5.4.2.3 beschriebenen Methode der Kosten-Nutzen-Betrachtung von Kooperationslösungen auf Basis einer vektoriellen Sichtweise (vgl. hierzu auch Abbildung 5-28). Im Anhang dieser Arbeit ist in Kapitel 10.4 die beschriebene Anfrage zusätzlich durch das ausgefüllte zugehörige Anfrageformular illustriert.

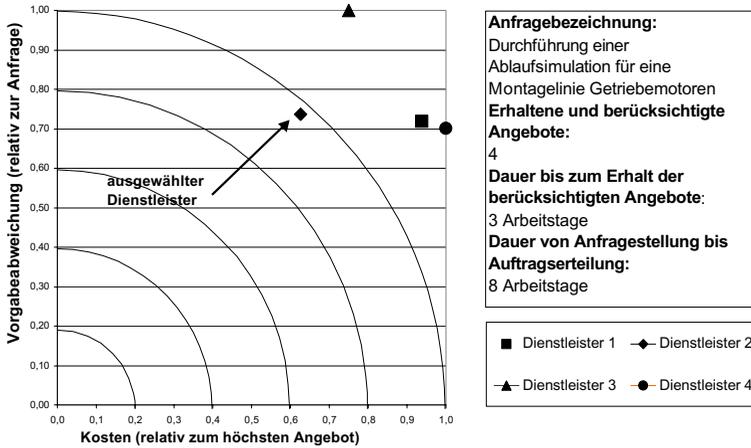


Abbildung 6-9: Kosten-Nutzen-Diagramm für Kooperationslösungen einer Ablaufsimulation zur Produktionsplanung (Praxisbeispiel 1)

6.2.2 Praxisbeispiel 2: Anfrage einer Dienstleistung für die Konstruktion einer Prüfvorrichtung

Ein Entwicklungs- und Planungsdienstleister der Luft- und Raumfahrtindustrie wurde im Rahmen eines bereits laufenden Entwicklungsprojekts mit der Aufgabe konfrontiert, eine Fügeverbindung für eine Flugzeugkomponente durch die Verwendung von Klebertechnik auszuführen. Zur Absicherung des damit verbundenen Herstellprozesses schreiben die entsprechenden Sicherheitsrichtlinien einen Zug- und Druckversuch an der Komponente vor, welcher alle denkbaren Lastfälle auf das Bauteil erfasst.

Da für die Konstruktion und den Aufbau der Versuchseinrichtung keine personellen Ressourcen verfügbar waren, nutzte der Dienstleister das *Engineering-Net.de*, um diese Aufgabe kurzfristig an einen externen Unterauftragnehmer auslagern zu können.

Durch die in der folgenden Abbildung 6-9 dargestellte Anfrage wurde ein dafür geeignetes Dienstleistungsmodul hinsichtlich seiner Eigenschaften klassifiziert und die entsprechenden Randbedingungen der Ein- und Ausgangsdaten, sowie die einzuhaltenden Termine spezifiziert. Auch bei der Erstellung dieser Anfrage fiel dem Dienstleistungsnachfrager der verhältnismäßig geringe Aufwand hierfür positiv auf. Innerhalb eines Zeitraums von zwanzig Minuten konnte eine auf die Projektsituation angepasste Anfrage erstellt und an die hierfür in Frage kommenden Dienstleister verschickt werden.

Auf die beschriebene Anfrage erhielt der Kunde innerhalb von vier Arbeitstagen fünf Antworten, aus denen er drei in die engere Wahl einbezog. Hierbei erfolgten von drei Anbietern konkrete Rückfragen zu Teilbereichen der erhaltenen Anfrage, die jeweils bilateral zwischen diesen und dem Dienstleistungsnachfrager geklärt wurden.

Nach dem beschriebenen Verfahren einer vektoriellen Betrachtung legte der Kunde die aus seiner Sicht gegebenen Gewichtungen und Faktoren fest und ermittelte für die erhaltenen Angebote jeweils die Abweichungsvektoren und die Vorgabeabweichung. Auf Grund dieser Informationen wählte der Kunde den optimalen Dienstleister aus und vergab einen entsprechenden Auftrag innerhalb von acht Arbeitstagen. Dies verkürzte die Zeit für eine Kooperationsbildung nach Aussagen des Kunden um etwa eine Woche von bisher dreieinhalb auf zweieinhalb Wochen.

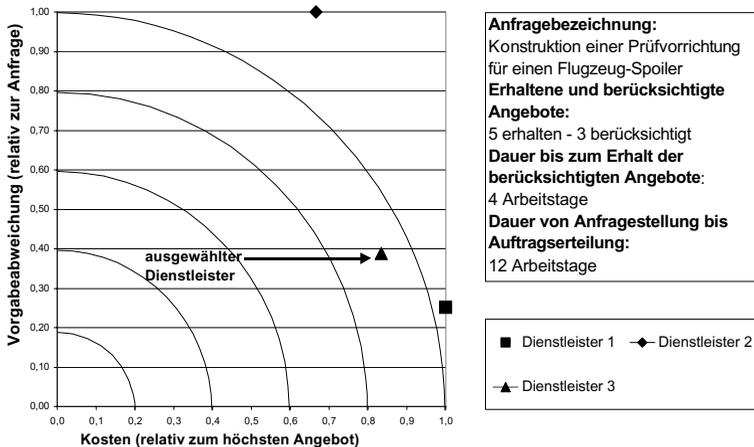


Abbildung 6-10: Kosten-Nutzen-Diagramm für Kooperationslösungen einer Konstruktionsdienstleistung (Praxisbeispiel 2)

Das zum beschriebenen Praxisbeispiel 1 gehörige Anfrageformular ist im Anhang dieser Arbeit in Kapitel 10.4 aufgeführt.

6.2.3 Praxisbeispiel 3: Anfrage einer Dienstleistung zur Produktentwicklung

Das dritte hier genannte Praxisbeispiel einer systematischen Gestaltung kurzfristiger Entwicklungs- und Planungsk Kooperationen beleuchtet die entsprechenden Vorgänge aus der Sicht des Dienstleistungsanbieters.

Ein Anbieter von Konstruktions- und Simulationsdienstleistungen für die Auslegung von Werkzeugmaschinen erhielt eine entsprechend der vorgegebenen Methode

modularisierte Anfrage für eine Schwingungsanalyse eines Werkzeugmaschinenbetts. Der Kunde hatte hierbei das gesuchte Dienstleistungsmodul durch die verfügbaren 3D-CAD- und Prozessdaten der Maschine, die erwarteten Aussagen der Simulation und eine entsprechende Terminvorgabe spezifiziert. Eine exakte Vorgabe, auf welche Art und Weise die geforderten Nachweise der Produkteigenschaften zu erbringen sind, wurde nicht festgelegt.

Der Dienstleister erstellte auf Basis dieser Anfrage ein konkretes Angebot über die Umwandlung der 3D-CAD-Daten in ein FEM-Modell und die Simulation der Eigenschaften dieses Modells ausgehend von den gegebenen Prozessparametern der Maschine. Als Ergebnis wurde eine Aufbereitung aller Aussagen der Simulation in Aussicht gestellt. Ausgehend von den zur Verfügung stehenden Informationen konnte der Zeit- und Kostenaufwand der Simulation durch den Dienstleister für die Angebotsabgabe nach dessen Aussagen ohne Schwierigkeiten kalkuliert werden. Hierbei waren für die Angebotsabgabe keine Rücksprachen mit dem Kunden erforderlich.

Durch die Nutzung der vorhandenen Formulare und der direkten Benachrichtigung über den Erhalt einer Anfrage konnte der Aufwand zur Bearbeitung einer Anfrage von bisher zwei Arbeitstagen auf einen halben Arbeitstag reduziert werden. Im vorliegenden Fall konnte bereits am nachfolgenden Arbeitstag ein Angebot abgegeben werden. Im Durchschnitt kann die Zeit für eine Angebotsabgabe nach Ansicht des Dienstleisters auf diese Weise um etwa die Hälfte verringert werden. Die folgende Abbildung zeigt die beschriebene Anfrage im *Engineering-Net.de* aus Sicht des empfangenden Dienstleisters. Da die Betrachtung dieses Vorgangs die Sichtweise des Dienstleistungsnachfragers bewusst ausblendet, erfolgt an dieser Stelle keine grafische Zusammenfassung bzw. Bewertung der übrigen abgegebenen Angebote. Das entsprechende Anfrageformular für das erläuterte Praxisbeispiel ist mit seinen Inhalten separat im Anhang dieser Arbeit in Kapitel 10.4 aufgeführt.

Auf Basis der mit dem Betrieb des in Kapitel 6.1 beschriebenen Kompetenznetzwerks und durch die in Kapitel 2.2 zusammengefassten Unternehmensbefragung soll nun im folgenden Kapitel eine Bewertung der im Rahmen dieser Arbeit vorgestellten Methode und eine Abschätzung der durch die Nutzung der Methode entstehenden Aufwendungen und Vorteile erfolgen.

7 Bewertung der vorgestellten Methode

Wie die in Kapitel 2.2 behandelte Befragung betroffener Unternehmen und der praktische Einsatz des *Engineering-Net.de* gezeigt haben, besteht ein grundsätzliches Interesse produzierender Unternehmen an einer Nutzung von Kooperationsnetzwerken zur kurzfristigen Gestaltung unternehmensübergreifender Entwicklungs- und Planungs-kooperationen.

Auf lange Sicht entscheidet jedoch die Erfüllung der in Kapitel 4 definierten Anforderungen und das Aufwand-/Nutzen-Verhältnis einer solchen Anwendung über den dauerhaften Einsatz der Methode zur Erhöhung der Wandlungsfähigkeit von Unternehmen.

7.1 Überprüfung der Anforderungserfüllung

Die entwickelte Methode zur kurzfristigen Planung und Gestaltung unternehmens-übergreifender Engineering-Kooperationen erlaubt die schnelle Anpassung der Entwicklungs- und Planungsprozesse eines Unternehmens zur Nutzung zeitlich begrenzter Marktpotenziale.

Sind die erforderlichen strategischen Entscheidungsgrundlagen für den Rahmen kurzfristig gebildeter Engineering-Kooperationen einmal geschaffen worden, so fällt der Aufwand für ein Unternehmen hinsichtlich der Anwendung der Methode gering aus. Durch die Nutzung vorgegebener Strukturen für die Anfrageerstellung und Angebots-erstellung und die Bereitstellung aller erforderlichen informationslogistischen Strukturen im Kompetenznetzwerk wird die Methode implizit durch ihre Anwendung ohne eigentlichen Initialaufwand eingeführt.

Um die beschriebene Methode zur Bewertung erhaltener Angebote optimal ausnutzen zu können, sind allerdings die zu bewertenden Erfüllungsbestandteile und deren Gewichtung sorgfältig auszuwählen. Da diese Faktoren zu der einzigen Kennzahl der Vorgabeabweichung (vgl. Kapitel 5.4.2.2) aggregiert werden, wird die Empfehlung für die Auswahl eines Dienstleisters maßgeblich durch diese Vorgaben bestimmt.

Die folgende Abbildung 7-1 stellt die in Kapitel 4 aufgestellten Anforderungen hinsichtlich ihrer Erfüllung übersichtsartig zusammen. Hierbei ist anzumerken, dass einige arbeitsorganisatorische Teilbereiche der Lösung, wie beispielsweise die Qualitätskontrolle von Kooperationslösungen oder die Unterstützung der Ablauforganisation einer Kooperation, stärker durch Maßnahmen der betroffenen Unternehmen, als durch die vorgestellte Methode beeinflusst werden. Somit ist durch die vorgestellte Lösung keine vollständige Erfüllung der Aufgabenstellung, sondern lediglich eine unterstützende Funktion möglich.

Flexibilität, Anpassbarkeit und Weiterentwicklung der Methode	
Integration bestehender und künftiger Kompetenzarten der Entwicklung und Planung	◐
Unabhängigkeit der Methode von der Organisationsform des Unternehmens	●
Systemneutrale Softwareplattform	●
Unternehmensweit verfügbares Werkzeug	●
Anforderungen an Prozesse kurzfristig gebildeter Entwicklungs- und Planungsoperationen	
Definiertes Vorgehen zur Planung, Gestaltung und zum Aufbau kooperativer Entwicklungs- und Planungsprozesse	●
Verbesserung der Wandlungs- und Reaktionsfähigkeit eines Unternehmens	●
Widerspruchsfreiheit gegenüber bereits bestehenden oder laufenden Prozessen und Abläufen	●
Unterstützung einer Optimierung der Faktoren Zeit, Qualität und Kosten	●
Möglichkeit der Festlegung von Qualitätskriterien für Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen	●
Möglichkeit zur Parallelisierung verschiedener Entwicklungsprozesse	●
Entkopplung einzelner Aktivitäten	●
Klar definierbare Ein- und Ausgangszustände	●
Kooperationsbildung unternehmensübergreifender Entwicklungs- und Planungsprozesse	
Ermöglichung der Konzentration auf Kernkompetenzen	●
Trennung zwischen eigenen und fremden Abläufen	●
Bildung der Aufbau- und Ablauforganisation entlang der Systemgrenzen	●
Unterstützung statisch-determinierter und dynamisch-iterativer Prozesse	●
Angaben des Arbeitsumfangs, der Rahmenbedingungen und der Ausgangs- und Zielgrößen	●
Unterstützung der Ablauforganisation durch die Aufbauorganisation der Kooperationen	◐
Bewertungsverfahren zur Auswahl eines Dienstleisters	●
Einführung der Methode in den Unternehmen	
Unterstützung einer zentralen und dezentralen Kooperationsplanung	●
Integration bereits vorhandener Standards des Unternehmens	◐
Keine Konflikte mit den Grundfähigkeiten zur Kooperation (RUDORFER (2001))	●

Legende

- Weitgehende Erfüllung der Anforderung
- ◐ Teilweise Erfüllung der Anforderung
- Keine Erfüllung der Anforderung

Abbildung 7-1: Zusammenfassende Bewertung der Erfüllung der gesetzten Ziele der Arbeit

7.2 Bewertung von Aufwand und Nutzen der Methode

Für Dienstleistungsanbieter und –nachfrager liegt das Interesse an der Nutzung von Kompetenznetzwerken für Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen zu Beginn primär in der Erschließung zusätzlicher Kunden-/Anbieterkontakte über das Internet und der Präsenz in einem Portal mit vielen verschiedenen Dienstleistungen und

Dienstleistern. Die Erfahrung bei der Anwendung der vorgestellten Methoden und Software-Hilfsmittel zeigt jedoch, dass hierdurch auch eine deutliche Reduzierung des Aufwandes bei der Anfrage- bzw. der Angebotserstellung zu realisieren ist. Entwicklungs- und Planungs Kooperationen können schneller und mit geringerem Aufwand gebildet werden, als dies mit herkömmlichen Vorgehensweisen möglich ist. Dieser Abschnitt soll daher den konkreten Aufwand und Nutzen der beschriebenen Vorgehensweise zur kurzfristigen Kooperationsbildung abschätzen.

Ein wesentliches Element der Methode ist die Nutzung heterarchischer Kompetenznetzwerke zur Kooperationsbildung. Für einen einzelnen Kunden ist der Betrieb eines solchen Portals in der Regel wirtschaftlich nicht sinnvoll, obgleich eine Reihe von Großunternehmen diese sogenannten *Einkaufsportale* betreiben.

Demnach entstehen durch die Anwendung der Methode Aufwände an drei Stellen:

- Bei dem **Nachfrager** einer Dienstleistung
- Bei dem **Anbieter** von Dienstleistungen
- Bei dem **Betreiber** des Kompetenznetzwerks

Nutzen entsteht dagegen in der Regel nur bei den beiden erstgenannten Gruppen. Der Netzwerkbetreiber legt seine Aufwendungen dagegen in Form von Kosten auf die Nutzer um. Im Folgenden soll als ein Extrem davon ausgegangen werden, dass diese Kosten nicht durch den Nachfrager von Dienstleistungen, sondern durch die Anbieter getragen werden. Da die in dieser Arbeit beschriebene Vorgehensweise primär auf den Nutzen des Dienstleistungsnachfragers ausgerichtet ist, kann die Bereitschaft, hierfür Kosten zu übernehmen als höher angesehen werden. Die folgenden Betrachtungen stellen unter diesem Gesichtspunkt somit eine *Worst-Case*-Betrachtung dar.

7.2.1 Betrachtung von Aufwand und Nutzen für den Dienstleistungsnachfrager

Im Rahmen der Abschätzung des Aufwandes und des Nutzens für Dienstleistungsnachfrager sind einerseits die direkten Aufwendungen eines Unternehmens durch die Anwendung der beschriebenen Methode und der Nutzung des Netzwerks und andererseits zwei Arten von Nutzen zu berücksichtigen, welche der Dienstleistungsnachfrager erzielt:

- Einen **direkten Nutzen** durch Zeit- und Geldeinsparungen durch die Anfrageerstellung im Netzwerk
- Einen **indirekten Nutzen** durch die Verkürzung der Zeit für die Kooperationsbildung und damit durch den früheren Erhalt der Kooperationsergebnisse

Ausgehend von den durch die Befragung von konkreten Anwendern des *Engineering-Net.de* gewonnenen Informationen über die zeitlichen und finanziellen Aufwendungen bei einer herkömmlichen Vorgehensweise der Anfrageerstellung für eine kurzfristig zu

bildende Entwicklungs- und Planungs Kooperation und bei der Nutzung der beschriebenen Methode, soll im Folgenden zunächst eine **Abschätzung des direkten Aufwandes und Nutzens** vorgenommen werden.

Die in Kapitel 2 dargestellte Unternehmensbefragung und die mit dem Betrieb des *Engineering-Net.de* gesammelten Erfahrungen zeigen, dass durch die strukturierten Vorgaben beispielsweise bei der Erstellung von zehn gleichen Anfragen der Aufwand hierfür von bisher im Durchschnitt ca. 35 Minuten je Anfrage auf 10 Minuten für alle Anfragen zusammen gesenkt werden können. Zusätzlich entfällt durch die Anbieter-vorauswahl durch die Netzwerksoftware und den gemeinsamen Versand aller Anfragen über das Netzwerk ein großer Teil des bisherigen Versandaufwandes per Post oder per Fax.

Für den Nachfrager einer Entwicklungs- und Planungsdienstleistung ergibt sich hieraus ein direkter Nutzen durch die Verbesserung der Anfrageerstellung, der basierend auf GABLER (2001) wie folgt abgeschätzt werden kann:

Aufwand für die Anfrageerstellung		
	Bisheriges Vorgehen ohne methodisches Gestalten von Engineering- Kooperationen	Nutzung des methodischen Gestaltens von Engineering- Kooperationen
Zeitaufwand für die erstmalige Bearbeitung einer Anfrage	60 min	25 min
Zeitaufwand für die Bearbeitung von 10 identischen Anfragen	5,83 h (10x35 min)	10 min
Kosten (Stundensatz 87,5 € je Ingenieurstunde)	510,42 €	14,58 €
Versandkosten von 10 Anfragen	15 €	0,10 €
Gesamtkosten bei 10 identischen Anfragen	525,42 €	14,68 €
Nutzen der Methode bei der Anfrageerstellung		
Kostensparnis bei der Nutzung eines Kompetenznetzwerks für die Anfrageerstellung		510,73 €
Zeitlicher Vorteil der Nutzung eines Kompetenznetzwerks für die Anfrageerstellung		5,67h

Abbildung 7-2: *Abschätzung des direkten Aufwandes und Nutzens der Methode für einen Dienstleistungsnachfrager bei der Anfrageerstellung*

Die genannten Zahlenwerte stellen hierbei lediglich eine Schätzgrundlage dar. Real sinkt beispielsweise der Zeitaufwand für die mehrfache Bearbeitung einer Anfrage durch Wiederholeffekte ebenfalls leicht ab.

Die Abschätzung des **indirekten Nutzens** der Methode, die sich für den Dienstleistungsnachfrager aus der deutlich früheren Kooperationsbildung ergibt, gestaltet sich dagegen deutlich schwieriger.

Die Erfahrung des *Engineering-Net.de* haben gezeigt, dass durch die netzwerkunterstützten Anfrage- und Angebotsprozesse der konkrete Zeitpunkt der Kooperationsbildung im Durchschnitt in einem Drittel der bisherigen Zeit erreicht werden kann. In wie weit sich diese Ersparnis monetär quantifiziert, hängt zu einem großen Teil von dem jeweils durch eine externe Engineering-Kompetenz zu ergänzenden Prozess und dem Umfang des daran beteiligten Entwicklungsteams ab. Ein direkter monetärer Nutzen der Tatsache, dass das Ergebnis eines Teilprozesses um eine Woche früher verfügbar ist, kann nicht allgemein abgeleitet bzw. abgeschätzt werden.

So kann dieser Nutzen daher auf der einen Seite gegen Null gehen, wenn die früher gelieferten Ergebnisse der Dienstleistung noch nicht von den nachfolgenden Prozessen genutzt werden können. Als anderes Extrem kann jedoch auch der gesamte unternehmensinterne Entwicklungs- und Planungsprozess still stehen, bis die erforderlichen Ergebnisse durch den Dienstleister geliefert werden, so dass der gesamte Entwicklungsprozess durch die vorgestellte Methode um die eingesparte Zeit zur Kooperationsbildung verkürzt wird.

Überträgt man beispielsweise die in den Praxisbeispielen realisierten Zeitverkürzungen von ca. 10 Arbeitstagen auf den in Abbildung 3-6 dargestellten Entwicklungsprozess einer Werkzeugmaschine, so könnten Personalkosten in einer Maximalhöhe von etwa 300.000 €, für die Entwicklung eines Verkehrsflugzeugs sogar bis zu 75 Mio. € eingespart werden. Hierbei wurde jedoch von der unrealistischen Annahme ausgegangen, dass keine Möglichkeit zur Durchführung alternativer Tätigkeiten im Prozess besteht.

In konkreten Fällen ist jedoch durchaus eine direkte Abschätzung von Einsparungspotenzialen möglich, beispielsweise wenn aufwändige Fehlerkorrekturen vermieden oder Konventionalstrafen für Terminüberschreitungen abgewendet werden können.

GABLER (2001) nennt für diese möglichen Situationen eine Betrachtung der sogenannten **Opportunitätskosten** als Alternative zu direkt quantifizierbaren Kosten. Hierbei werden die Kosten der alternativen Verwendung eines knappen Faktors berechnet bzw. geschätzt. Dies können beispielsweise die quantifizierbaren Kosten einer Versicherung sein, welche den nicht kalkulierbaren Kosten eines Schadensfalls gegenüber stehen.

LOTTER (1992) beschreibt mit der *Rule-of-Ten* eine jeweilige Verzehnfachung der Änderungskosten zwischen den Entwicklungsstufen *Entwicklung*, *Produktionsplanung*, *Prototyp* und *Vorserie*. Dies stellt somit ein Maß für die Opportunitätskosten eines frühzeitigeren Erhalts von Zwischenergebnissen dar. So könnten beispielsweise durch eine solche Zeitersparnis anfallende Änderungskosten zur Korrektur von Planungsfehlern vermieden werden.

Geht man davon aus, dass die genannten Kostensprünge nicht diskret, sondern kontinuierlich stattfinden, so kann man die Entwicklung der Änderungskosten zwischen zwei beliebigen Entwicklungsphasen durch die Exponentialfunktion 10^x annähern. Die folgende Abbildung 7-2 erläutert diesen Zusammenhang.

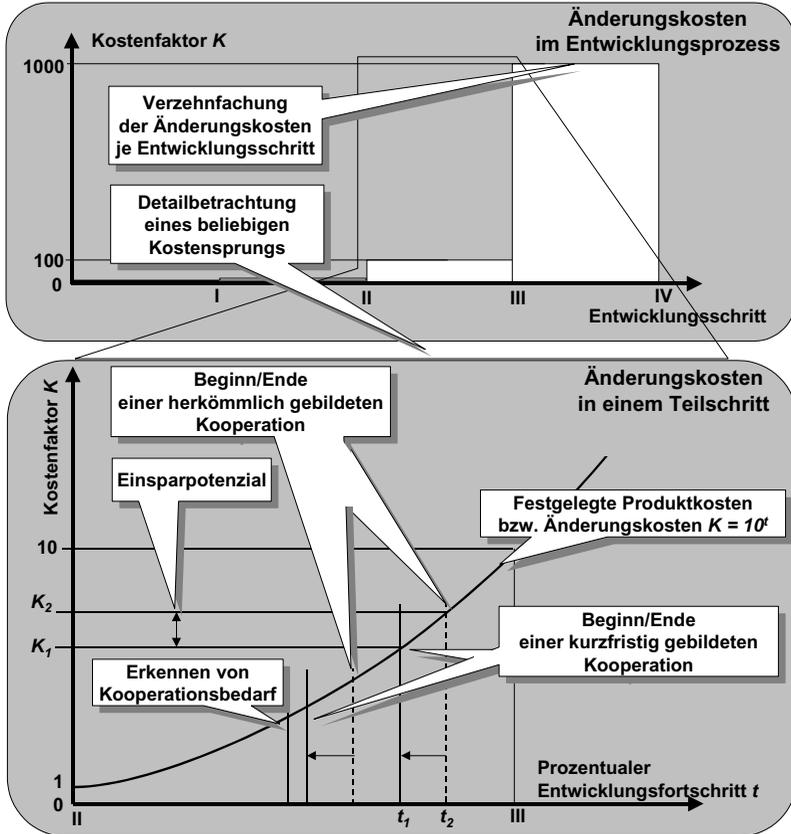


Abbildung 7-3: *Indirekter Nutzen kurzfristiger Kooperationen durch frühere Ergebnislieferung externer Kooperationspartner*

Wie bereits erläutert, kann für das in Abbildung 7-3 dargestellte Einsparpotenzial $K_2 - K_1$ kein absoluter Abschätzungswert angegeben werden, da dieser von dem Zeitpunkt der Kooperationsbildung innerhalb des Entwicklungsprozesses abhängt. Nach BRONSTEIN U. SEMENDJAJEW (1991) ist jedoch das relative Einsparpotenzial in Form des Verhältnisses von K_2 zu K_1 konstant mit:

$$\frac{K_2}{K_1} = 10^{(t_2 - t_1)} \quad \text{(Gleichung 15)}$$

Die Werte t werden hierbei prozentual zur Gesamtzeit des Entwicklungsschritts gesehen. Um die Größenordnungen abzuschätzen, in welchen sich eine solche Einsparung üblicherweise bewegt, soll die bereits in Kapitel 5.2.2.1 erwähnte FEM-Berechnung als Beispiel dienen. Der Entwicklungsprozess für das Maschinenbett einer Werkzeugmaschine beansprucht ca. 20 Wochen (100 Arbeitstage). Setzt man diese Zeit mit 100% an, so ergibt sich aus einer 10 Arbeitstage früher erfolgenden Kooperationsbildung nach der vorgestellten Methode eine Zeitersparnis von 10%. Dies führt nach der o.g. Gleichung 16 zu einer relativen Kosteneinsparung von etwa 26% für anfallende Änderungskosten (vgl. Gleichung 16).

$$\frac{K_2}{K_1} = 10^{\left(\frac{100-90}{100}\right)} = 1,26 \quad \text{(Gleichung 16)}$$

Sind auf Grund der Ergebnisse der Berechnung beispielsweise Änderungskosten in Höhe von 10.000 € notwendig, so hätten diese durch eine kurzfristig gebildete Kooperation auf Basis der erarbeiteten Methode um ca. 2.600 € verringert werden können.

7.2.2 Aufwand und Nutzen für den Dienstleistungsanbieter

Die Erfahrungen der Anbieter von Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen im *Engineering-Net.de* haben gezeigt, dass unterstützende Funktionen des Netzwerks zu einer Verkürzung der Angebotsbearbeitung um ca. 50% führen.

Dieser Wert deckt sich mit den durch SCHLIFFENBACHER (2000) beschriebenen Erfahrungen mit produzierenden Netzwerken und ist insbesondere durch die modulare Strukturierung der angefragten Dienstleistung bedingt, welche Anfragen vollständig und exakt beschreibt, so dass in der Regel keine Rückfragen erforderlich sind. Darüber hinaus können Angebote ohne eine neuerliche Eingabe der Anfragedaten direkt auf deren Grundlage generiert werden. Ein zusätzlicher Nutzen ist die Möglichkeit mit einer Anfrage zusammen bereits Daten und Dokumente zu verschicken, die dann ebenfalls direkt bei der Angebotserstellung zur Verfügung stehen.

Aus dieser Betrachtung heraus ergibt sich die in der folgenden Abbildung 7-4 dargestellte Kostenabschätzung:

Aufwand für die Angebotserstellung		
	Bisheriges Vorgehen ohne methodisches Gestalten von Engineering- Kooperationen	Nutzung des methodischen Gestalten von Engineering- Kooperationen
Zeitaufwand für die Bearbeitung	16 h	8 h
Kosten (Stundensatz 87,5 €)	1400 €	700 €
Versandkosten des Angebots	1,50 €	0,10 €
Kosten der Netzwerkteilnahme	0 €	0 € (vom Dienstleister getragen)
Gesamtkosten	1401,50 €	700,10 €
Kostenersparnis bei der Nutzung eines Kompetenznetzwerks		701,40 €
Zeitlicher Vorteil der Nutzung eines Kompetenznetzwerks		8h

Abbildung 7-4: Abschätzung des unmittelbaren Aufwandes und Nutzens der Methode für einen Dienstleister bei der Angebotserstellung

Hieraus kann gefolgert werden, dass sich für einen Entwicklungs- und Planungs-dienstleister neben den bereits genannten, nicht direkt quantifizierbaren Vorteilen einer Teilnahme am Kompetenznetzwerk auch ein direkt quantifizierbarer Nutzen aus der Zeitersparnis bei der Anfragenbearbeitung ergibt. Sollen Dienstleistungsanbieter also motiviert werden, die primär für den Kunden vorteilhafte Kooperationsbildung über Kompetenznetzwerke zu nutzen, so dürfen die Kosten hierfür den Nutzen nicht übersteigen.

7.2.3 Aufwand und Nutzen für den Betreiber eines Kompetenznetzwerks

Der Betreiber zieht aus der Bereitstellung eines Kooperationsnetzwerkes Nutzen in Form der Einnahme von Nutzungsgebühren. Diese sollen in dieser Betrachtung nicht durch die Nachfrager, sondern die Anbieter der jeweils über das Netzwerk vermittelten Kompetenzen aufgebracht werden. Basierend auf einer von SCHLIFFENBACHER (2000, S. 143ff) vorgenommenen Abschätzung der Aufbau- und Betriebskosten eines Kooperationsnetzwerks für Produktionsdienstleistungen können diese Kosten wie in Abbildung 7-5 gezeigt abgeschätzt werden. Während SCHLIFFENBACHER (2000) jedoch von einer eigens entwickelten Softwarelösung und dem Betrieb des Netzwerks innerhalb eines bestehenden Unternehmens ausgeht, soll an dieser Stelle von einem vollständig unabhängigen Betrieb des Kompetenznetzwerks mit eigener Infrastruktur und eigenem

Marketing ausgegangen werden (vgl. Abbildung 7-5). Alle folgenden Berechnungen stellen jeweils eine Extremwertabschätzung dar und dienen der Ermittlung von Maximalwerten, die deutlich über den tatsächlich erforderlichen Kosten liegen.

Einmaliger Aufwand bzw. Investitionen		
Personalkosten für den Aufbau des Kompetenznetzwerks auf Basis bestehender Softwarelösungen	50.000 €	
Software für das Kompetenznetzwerk	20.000 €	
Rechner und Hardware	10.000 €	
WWW-, Sicherheits- und Datenbanksoftware	15.000 €	
Summe Investitionen	95.000 €	
Abschreibungen		23.750 €
Laufende Kosten pro Jahr		
Betrieb Kompetenznetzwerke (1 MA)	100.000 €	
Wartung (10% der Softwareabschreibungen)	625 €	
Internetanschluss	10.000 €	
Marketingaufwand	30.000 €	
Gebäude, Infrastruktur	20.000 €	
Summe Laufende Kosten pro Jahr		160.625 €
Gesamtkosten pro Jahr		
		184.375 €

Abbildung 7-5: Abschätzung des jährlichen Aufwands des Betriebs eines Kompetenznetzwerks (in Anlehnung an SCHLIFFENBACHER 2000)

Verbindet man diese Kosten mit dem, in Abschnitt 7.2.2 abgeschätzten, monetären Nutzen für Dienstleistungsanbieter in Höhe von ca. 700 €, so zeigt sich, dass der Betrieb eines solchen Netzwerks ab ca. 300 durch Dienstleistungsnachfrager bearbeitete Anfragen je Jahr als kostendeckend angesehen werden kann, da die Einsparpotenziale der Dienstleister die Kosten des Netzwerks übersteigen (vgl. Abbildung 7-6). Hierbei wird davon ausgegangen, dass die Dienstleistungsanbieter durch die Teilnahme im Netzwerk nicht mehr Anfragen erhalten, als zuvor.

Geht man davon aus, dass die bisher im *Engineering-Net.de* vertretenen kleinen und mittleren Dienstleistungsanbieter repräsentativ sind, so ergibt sich die in Abbildung 7-6 gezeigte Abschätzung für die Mindestzahl an notwendigen Dienstleistungsnachfragern und Anbietern im Netzwerk. Nimmt man bei einem durchschnittlichen Entwicklungsdienstleister eine Gesamtzahl von 15 erfolgreich durchgeführten Projekten je Jahr an, für die bei einer Erfolgsquote von 0,2 demnach 75 Angebote abgegeben wurden und verbindet dies mit dem in Kapitel 2 ermittelten Anteil von 17% aller über Netzwerke erhaltenen Anfragen, so ergeben sich ca. 12 im Netzwerk bearbeitete Angebote je Dienstleister und Jahr. Aus der zuvor hergeleiteten Zahl von 300 erforderlichen

Anfragen kann somit eine Mindestzahl von 25 Dienstleistern für den kostendeckenden Betrieb eines Netzwerks abgeschätzt werden. Verteilt man die Kosten des Betriebs des Netzwerks vollständig auf diese Dienstleister, so ergibt sich ein Kostenanteil von 7.500,- € für jeden teilnehmenden Dienstleister.

Ausgehend von der Annahme, dass jeder Kunde ca. 4 Anfragen je Jahr über das Netzwerk stellt, kann der Betrieb eines Netzwerks ab ca. 75 Kunden als kostendeckend abgeschätzt werden (vgl. Abbildung 7-6).

Dienstleistungsanbieter		
Durchschnittliche Zahl an Projekten pro Jahr	15	
Projekte je abgegebenes Angebot	0,2	
Anteil an über Netzwerke erhaltene Projekte	17 %	
Bearbeitete Angebote im Netzwerk je Dienstleister und Jahr		ca. 12
Netzwerkbetreiber		
Einsparpotenzial je Dienstleister und Anfrage	700 €	
Netzwerkkosten pro Jahr	185.000 €	
Zahl der erforderlichen Anfragen	ca. 300	
Zahl der erforderlichen Dienstleister im Netzwerk		ca. 25
Resultierende, maximale Teilnahmekosten je Dienstleister und Jahr	ca. 7.500 €	
Dienstleistungsnachfrager		
Zahl der Anfragen im Netzwerk je Kunde und Jahr	4	
Zahl der erforderlichen Kunden im Netzwerk		ca. 75

Abbildung 7-6: Abschätzung eines kostendeckenden Betriebs für Kompetenznetzwerke zur Entwicklung und Planung

Die hier abgeschätzten Kosten geben jeweils nur eine grobe Richtlinie für den kostendeckenden Betrieb eines Kompetenznetzwerks für Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen vor. Steigt die Zahl der Kunden über den Richtwert hinaus, so verbessert sich für den Dienstleistungsanbieter das Verhältnis aus monetärem Nutzen und Teilnahmebeitrag. Steigt die Zahl der Dienstleistungsanbieter über den geschätzten Wert, so kann der Netzwerkbetreiber die Teilnahme zu einem geringeren Betrag kostendeckend anbieten.

7.2.4 Zusammenfassung von Aufwand, Nutzen und Risiken für den Anwender der Methode

Wie in Abbildung 3-6 zusammengefasst ist, umfasst der durchschnittliche Entwicklungsprozess einer Werkzeugmaschine etwa 100 Mitarbeiter und benötigt 2 Jahre. Bei einem extern vergebenen Entwicklungsvolumen von ca. 20% und auf Basis des, in der

Unternehmensbefragung (vgl. Kapitel 2.2) ermittelten durchschnittlichen Auftragsvolumens von 100.000 €, kann abgeschätzt werden, dass im Schnitt bei der Entwicklung einer Werkzeugmaschine 20 Einzelaufträge extern vergeben werden.

Nimmt man diesen Wert als Grundlage, so kann ein Unternehmen durch den Einsatz der beschriebenen Methode zur kurzfristigen Bildung von Entwicklungs- und Planungs-k Kooperationen bei der Erstellung der hierfür erforderlichen Anfragen ein direktes Einsparpotenzial von ca. 5.000 € realisiert werden.

Ergänzend hierzu kommt der indirekte Nutzen kurzfristig gebildeter Kooperationen in Form einer Verringerung eventuell anfallender Änderungskosten um ca. 26% für das Beispiel Werkzeugmaschinen.

Diesen Vorteilen stehen Aufwände in Form einer einmalig erforderlichen Festlegung der Rahmenbedingungen kurzfristig gebildeter Engineering-Kooperationen in Form von Szenario- und Kernkompetenz-Analysen gegenüber.

Wie bereits erläutert, generiert die erarbeitete Vorgehensweise keine zusätzlichen Prozesse bei der Kooperationsbildung, sondern weist diesen lediglich eine strukturierte Systematik zu. Hierdurch wird kein direkter Mehraufwand im Vergleich zu bisherigen Vorgehensweisen der Kooperationsbildung erzeugt.

Diesen Vorteilen stehen jedoch die bereits in Abschnitt 2 beschriebenen Risiken kurzfristig gebildeter unternehmensübergreifender Entwicklungs- und Planungs-k Kooperationen gegenüber.

Die Zusammenarbeit mit unbekanntem Entwicklungspartnern birgt stets das Risiko eines Missbrauchs der ausgetauschten Daten und Informationen durch unbefugte Dritte. MCKEE (2000) nennt hierbei eine nachweisliche Schadenssumme von 265 Mio. US-\$, welche alleine im Jahr 2000 in den USA durch unbefugt erlangte Daten verursacht wurde. Die zugehörige Dunkelziffer wird als nochmals doppelt so hoch angenommen, da die entsprechenden Straftaten oftmals entweder nicht bemerkt oder nicht angezeigt wurden. POHL U. CERNY (1998) stellen in diesem Zusammenhang jedoch heraus, dass lediglich 18% aller nachgewiesenen Fälle von Datendiebstahl durch externe Täter, wie Zulieferer, Kunden, Mitbewerber oder Unbekannte verursacht wurde, während 82% aller Täter innerhalb des betroffenen Unternehmens zu finden waren.

LESSING (1998) beschreibt daher neben den *passiven Abwehrmaßnahmen*, wie Passwörter, Sicherheitsabfragen und Verschlüsselung insbesondere *aktive Sicherheitsmaßnahmen* als Kernaspekt einer wirksamen Abwehrstrategie. Zu diesen Maßnahmen gehören unter anderem eine laufende Kontrolle und Beobachtung aller bestehenden Datenbestände durch spezielle Überwachungsprogramme. Diese sind in der Lage, auffällige Veränderungen zu registrieren und zu melden.

Als weiteres Risiko kommt die generelle Gefahr des Scheiterns der Kooperation hinzu. Hierbei können bestehende Referenzen und eine detaillierte Unternehmensbeschreibung nur bedingt einen Ersatz für persönliche Erfahrungen darstellen. Eine Zusammenarbeit

mit solchen “Stammdienstleistern“ wird jedoch entsprechend der zunehmenden Dynamik des Marktumfeldes produzierender Unternehmen immer seltener möglich bzw. sinnvoll sein.

Der Einsatz eines Kompetenznetzwerks für die Generierung möglicher Kooperationslösungen stellt hierbei nur eine denkbare Maßnahme zur Anwendung der Methode modularisierter Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen dar.

Der langfristige Erfolg eines solchen Netzwerks hängt, wie gezeigt wurde, maßgeblich von dessen Bekanntheitsgrad, der Marktposition, der Größe und der Qualität der angebotenen Leistungen ab. Fehlen Dienstleistungsanbieter oder –nachfrager, so kann sich ein derartiges Netzwerk langfristig nicht behaupten. Speziell die derzeit angespannte Situation der sogenannten *New Economy* lässt Forschungsansätze im Umfeld des Internets in einem eher kritischen Licht erscheinen. Kern der vorgestellten Methode war es allerdings nicht, geeignete Vorgehensweisen für die erfolgreiche Vermarktung und den Betrieb eines Kompetenznetzwerks zu erstellen, sondern Methoden und Werkzeuge für die kurzfristige Planung und Gestaltung von Engineering-Kooperationen zu erarbeiten.

Darüber hinaus entstehen durch die Nutzung von Kompetenznetzwerken für Unternehmen eine Reihe von Vorteilen, welche im Rahmen dieser Arbeit nicht näher betrachtet werden sollen, hierzu gehören neben Aspekten einer gezielten Vermarktung der Nutzung des Mediums *Internet* durch Dienstleistungsanbieter auch das Sammeln von Erfahrungen im Umgang mit elektronisch basierten Geschäftsprozessen und das gezielte Optimieren eigener Abläufe hin auf diese neuen Kommunikationsformen.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Die vorliegende Arbeit hatte das Ziel, ein methodisches Vorgehen für eine kurzfristige Gestaltung unternehmensübergreifender Entwicklungs- und Planungsprozesse zu schaffen. Hierdurch können produzierende Unternehmen wandlungsfähig ihre eigenen Prozesse zur Gestaltung von Produkt und Produktionsprozess aufbauen.

Motiviert wird dieses Ziel durch ein dynamischer werdendes Marktumfeld und kürzer werdende Innovationszyklen, die es einzelnen Unternehmen künftig nur noch begrenzt erlauben werden, auf häufig wechselnde Marktanforderungen reagieren zu können.

Wie gezeigt wurde, haben speziell kleinere und mittlere Unternehmen bereits heute Bedarf für die Einbeziehung externer Dienstleistungen. Dies ist in der Regel nicht durch eine generelle Unfähigkeit, auf Kundenwünsche ausreichend reagieren zu können, bedingt, sondern dadurch, dass die beschriebene dynamische Marktentwicklung hier keine Fokussierung auf den teuren und zeitaufwändigen Aufbau nicht langfristig benötigter Spezialkompetenzen zulässt.

Eine Befragung betroffener Unternehmen und eine Untersuchung des Standes der Forschung und der Technik ergab, dass bereits heute die erforderlichen Methoden und Werkzeuge zur Abwicklung unternehmensübergreifender Entwicklungs- und Planungs-k Kooperationen bestehen.

Für die Anbahnung dieser Formen der Zusammenarbeit wird jedoch ein für die Anforderungen eines turbulenten Marktumfeldes zu langer Zeitraum benötigt, da die Suche nach geeigneten Kooperationspartnern und die Abstimmung der kooperativen Entwicklungs- und Planungsprozesse bei der Kooperationsbildung nicht ausreichend durch Methoden und Werkzeuge unterstützt werden.

Um diese Aufgabenstellung zu lösen, wurde ein systematisches Vorgehen zur Planung und Gestaltung kooperativer Engineering-Prozesse entwickelt. Dieses basiert auf einer Eingrenzung derjenigen Prozesselemente im Entwicklungs- und Planungsprozess, für deren Bearbeitung keine ausreichenden Kompetenzen bzw. Ressourcen im eigenen Unternehmen vorhanden sind. Die so modularisierten Prozesselemente bilden dann die Aufgabenstellung für eine zu suchende Kooperationslösung, auf deren Grundlage ein geeigneter Dienstleister zu finden ist.

Als zweites Element der vorgestellten Methode setzt ein heterarchisches Kompetenznetzwerk diese Modulbeschreibung über eine Anfrage an die teilnehmenden Dienstleister in eine ausreichend große Zahl möglicher Kooperationslösungen um. Hierbei erfolgt die Generierung der Kooperationslösungen selbstständig auf Basis marktlicher Mechanismen.

Als dritter Schritt werden diese Lösungen dann durch ein in der Methode beschriebenes Bewertungsverfahren evaluiert, so dass der am besten geeignete Dienstleistungsanbieter ausgewählt und zu einer Kooperationsbildung herangezogen werden kann.

Grundlage der praktischen Umsetzung der entwickelten Vorgehensweise stellt das Kompetenznetzwerk *Engineering-Net.de* dar. Diese Plattform unterstützt die erarbeitete Vorgehensweise durch automatisierte Abläufe und systematisch strukturierte Anfrage- und Angebotsformulare, so dass die Anwendung der Methode direkt aus der Nutzung des Netzwerks heraus resultiert.

Ausgehend von den mit dem Netzwerk gesammelten Erfahrungen konnten auf Basis real durchgeführter Kooperationsbildungen die Anwendbarkeit und der Nutzen der Vorgehensweise bestätigt werden. Im Umfeld der Bewertung des monetären Nutzens der erarbeiteten Methode zeigte sich jedoch der Bedarf nach einer geeigneten Abschätzung der Folgekosten eines Scheiterns von Entwicklungs- und Planungs Kooperationen.

Über das Ziel der vorliegenden Arbeit hinaus ergeben sich jedoch eine Reihe weiterer Gesichtspunkte, welche an dieser Stelle nicht behandelt wurden.

So weist die direkte Übernahme der in der Kooperationsanbahnung festgelegten Informationen in die in den Unternehmen bestehenden PPS-, PDM- und CA-Ketten noch Defizite auf. Auch die gezielte Optimierung von Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen hin zu kurzfristig in die Prozessketten anderer Unternehmen integrierbaren Prozesselementen war nicht Gegenstand der hier erläuterten Betrachtungen.

Die bereits im vorangegangenen Kapitel erläuterten Vor- und Nachteile der Nutzung heterarchischer Kompetenznetzwerke und des Mediums Internet können ebenfalls als Grundlage weiterer Forschungsaktivitäten dienen, welche langfristige Strategien für die Gestaltung elektronischer und unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse auf Basis von Internet-Technologien bereitstellen. Nur durch Prozesse, die laufend umgestaltet werden können und die in der Lage sind, permanent durch neue verfügbare Technologien erweitert zu werden, kann im eingangs beschriebenen Marktumfeld die Zukunft kleiner und mittlerer Unternehmen langfristig gesichert werden.

9 Literatur

ABRAMOVICI ET AL. 1998

Abramovici, M.; Gerhard, D.; Langenberg, L.: Supporting Distributed Product Development Processes with PDM. In: Krause, F.-L., Heimann, R., Raupach, C. (Editors) New Tools and Workflows for Product-Development - Proceedings of the CIRP Seminar STC Design, May 14-15, 1998. Berlin: Fraunhofer IRB 1998. S 1-11.

AGGTELEKY 1980

Aggteleky, B.: Fabrikplanung. Werkentwicklung und Betriebsrationalisierung Bd. 1, München, Wien: Hanser 1980.

BACKHAUS 1995

Backhaus, K.: Investitionsgütermarketing. 4. Überarbeitete Auflage. München: Vahlen 1995.

BEREKOVEN 1974

Berekoven, L.: Der Dienstleistungsbetrieb: Wesen - Struktur - Bedeutung. Wiesbaden: Gabler 1974.

BGB 1999

C. H. Beck (Hrsg.): Bürgerliches Gesetzbuch (BGB). 44. Aufl. München: dtv 1999.

BIGGIORGERO ET AL. 2001

Biggioggero, G. F.; Reinhart, G.; Carnevale, M.: Industrial Products Development: A Methodology for the Evaluation of the Design Tools Chain - ADM 2001, 12th International Conference on Design Tools and Methods in Industrial Engineering. Rimini: ADM 2001.

BIGUS U. BIGUS 1998

Bigus, J. P.; Bigus, J.: Constructing Intelligent Agents With Java: A Programmer's Guide to Smarter Applications. Wiley & Sons 1997.

BIRKHOFFER 2000

Birkhofer, H.: Skriptum zur Vorlesung Produktentwicklung an der Technischen Universität Darmstadt. Darmstadt: TU (Eigenverlag), 2000.

BLEY U. FOX 1994

Bley, H.; Fox, M.: Entwicklung eines featurebasierten Konzepts zur Montageplanung. VDI-Berichte 1171. Düsseldorf: VDI-Verlag 1994, S. 231-250.

BLEY U. WUTTKE 1997

Bley, H.; Wuttke, C.: Logistikgerechte Produktentwicklung durch Kopplung von Produkt und Prozessmodellierung. VDI-Berichte 1357. Düsseldorf: VDI-Verlag 1997, S. 243-262.

BOUDOUH 1999

Boudouh, T.: Modelling reactive Design Processes in concurrent Engineering. Proceedings ICED99. Berlin: Springer 1999, S. 333-336.

BRANDNER 2000

Brandner, S.: Integriertes Produktdaten- und Prozessmanagement in virtuellen Fabriken. München: Utz 2000.

BRANDNER U. V. DER HAGEN 1998

Brandner, S.; v. der Hagen, F.: Studie zum unternehmensübergreifenden Austausch von Produkt- und Geschäftsdaten. iwb Augsburg: Interner Projektbericht 1998.

BROCKHAUS U. FUHRMEISTER 1998

Brockhaus, R.; Fuhrmeister, K.: EDM/PDM-integrierter Datenaustausch in der Automobilzulieferindustrie. EDM-Report (1998) 4, S. 34-39.

BROCKHAUS 2000

Brockhaus: Brockhaus – Die Enzyklopädie in 24 Bänden. Leipzig: F.A. Brockhaus 2000.

BRONSTEIN U. SEMENDJAJEW 1991

Bronstein, I. N.; Semendjajew, K. A.: Taschenbuch der Mathematik. Leipzig: Teubner 1991.

BROWN ET AL. 1994

Brown, S.; Fisk, R.; Bitner, M. J.: Tracking the Evolution of the Services Marketing Literature. Journal of Retailing, 69 (1) (Spring 1993). New York: Elsevier Science 1993. S. 61-103.

BULLINGER 1996

Bullinger, H.-J.: Concurrent Simultaneous Engineering Systems. Berlin: Springer, 1996.

BULLINGER 1999

Bullinger, H.-J.: Entwicklung innovativer Dienstleistungen. In: Dienstleistungen: Innovationen für Beschäftigte
Wiesbaden: Gabler 1999.

BULLINGER ET AL. 1996

Bullinger, H.-J., Warschat, J., Wissler, K.-F., Seitz, V.: Rapid Product Development - ein ganzheitliches Produktentwicklungskonzept. Konstruktion 48 (1996) 10, S. 305 -312.

BULLINGER ET AL. 1999

Bullinger, H.-J.; Bröcker, A.; Wagner, F.: Die verteilte Produktentwicklung im Zusammenhang von DMU, VR und EDMS. In: VDI Berichte 1497: Beschleunigung der Produktentwicklung durch EDM/PDM- und Feature-Technologie. Düsseldorf: VDI 1999.

BULLINGER U. WARSCHAT 1995

Bullinger, H.; Warschat, J. (Hrsg.): Concurrent Simultaneous Engineering. Berlin: Springer 1995.

BULTJE U. VAN WIJK 1998

Bultje, R.; van Wijk, J.: Taxonomy of Virtual Organisations, based on definitions, characteristics and typology. Online im Internet: URL: http://www.virtualorganization.net/news/nl_2.3/nl_2-3a4.pdf.

COLLIN 2001

Collin, H.: Management von Produkt-Informationen in kleinen und mittelständischen Unternehmen. München: Doktorhut 2001.

CORSTEN 1994

Corsten, H.: Betriebswirtschaftslehre. München: Oldenburg 1994.

DAENZER U. HUBER 1994

Daenzer, W. u. Huber F. (Hrsg.): Systems Engineering - Methodik und Praxis. 8.Auflage. Zürich: Industrielle Organisation 1994.

DANGELMAIER 1997

Dangelmaier, W. (Hrsg.): Vision Logistik. Paderborn: Heinz Nixdorf Institut 1997. (HNI-Schriftenreihe 31).

DATHE 1998

Dathe, J.: Kooperationen: Leitfaden für Unternehmen. München, Wien: Hanser 1998.

DAVIDOW U. MALONE 1992

Davidow, W. H.; Malone, M. S.: The Virtual Corporation. New York: Harper Collins 1992.

DEDIG 2001

Deutsche EDI-Gesellschaft (Hrsg.) EDI Jahrbuch 2001. Berlin: Beuth 2001.

DIN EN ISO 9000-9004

DIN EN ISO 9000-9004, Ausgabe:2000-12: Qualitätsmanagementsysteme - Grundlagen und Begriffe (ISO 9000:2000). Berlin: Beuth, 2001.

DIN 55350

DIN 55350: Begriffe zu Qualitätsmanagement und Statistik (Teil 1 bis 34). Berlin: Beuth, 2001.

DÖLLNER 1997

Döllner, G.: Konzipierung und Anwendung von Maßnahmen zur Verkürzung der Produktentwicklungszeit am Beispiel der Aggregateentwicklung. Braunschweig: Institut für Konstruktionslehre 1997.

DUDEN FREMDWÖRTERBUCH 1990

Wissenschaftlicher Rat der Dudenredaktion (Hrsg.): Duden Fremdwörterbuch. 5. Aufl. Mannheim: Dudenverlag 1990.

EHRENSPIEL U. NEESE 1989

Ehrlenspiel, K.; Neese, J.: Ein Expertensystem zur Schadenanalyse an Wälzlagerlagern (SAWEX). In: Expertensysteme in Entwicklung und Konstruktion, Baden-Baden, 13./14.11.1989. Düsseldorf: VDI 1989, S. 269-289.

EHRENSPIEL 1990

Ehrlenspiel, K.: Wissensbasierte Systeme im Konstruktionsbereich - Vergleich zur konventionellen Programmierung. Festschrift Prof. Pahl, TH Darmstadt. Berlin: Springer 1990, S. 283-292.

EHRENSPIEL 1995

Ehrlenspiel, K.: Integrierte Produktentwicklung – Methoden für Prozessorganisation, Produkterstellung und Konstruktion. München, Wien: Hanser 1995.

EIGELDINGER 2001

Eigeldinger, A.: Aufbau von virtuellen Unternehmen für die kooperative Abwicklung von Großprojekten. Düsseldorf: VDI 2001.

EISENHARDT U. TABRIZI 1995

Eisenhardt, K.; Tabrizi, B. N.: Accelerating Adaptive Processes: Product Innovation in the Global Computer Industry. *Administrative Science Quarterly*, 40 (1995), S. 84-110.

EVERSHEIM 1989

Eversheim, W.: *Organisation in der Produktionstechnik Band 3: Arbeitsvorbereitung*. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1989.

EVERSHEIM U. LAUFENBERG 1995

Eversheim, W.; Laufenberg, L.: Markterfolg ist planbar. Integrierte Gestaltung von Simultaneous Engineering-Projekten. *VDI-Z 137 (1995) 1-2*, S. 32-36.

EVERSHEIM U. SCHUH 1996

Eversheim, W.: Integrierte Produkt- und Prozessgestaltung. In: Eversheim, W.; Schuh, G. (Hrsg.): *Hütte – Taschenbuch für Betriebsingenieure (Betriebshütte)*. 7. Auflage. Berlin: Springer, 1996, Teil 1, S. 7-1 – 7-150.

EVERSHEIM ET AL. 1995A

Eversheim, W.; Rozenfeld, H.; Bochtler, W.; Gräßler, R.: A Methodology for an Integrated Design and Process Planning based on a Concurrent Engineering Reference Model. *Annals of the CIRP 44 (1995) 1*, S. 403-406.

EVERSHEIM ET AL. 1995B

Eversheim, W.; Bochtler, W., Laufenberg, L.: *Simultaneous Engineering – von der Strategie zur Realisierung – Erfahrungen aus der Industrie für die Industrie*. Berlin: Springer 1995.

FASSOT 1995

Fassot, G.: *Dienstleistungspolitik industrieller Unternehmen: Sekundärdienstleistungen als Marketinginstrument bei Gebrauchsgütern*. Zugl. Diss., Universität Kaiserslautern. Wiesbaden: Gabler 1995.

FELDMANN 1996

Feldmann, C.: *Eine Methode für die integrierte rechnergestützte Montageplanung*. Berlin: Springer 1996 (iwb Forschungsberichte 104).

FISCHER 2000

Fischer, T.: *BMW Product Data Service Center – Strategy and Tasks of Supplier Integration*. In: ProSTEP GmbH (Hrsg.): *Der globale, virtuelle Produktentstehungsprozess – Standards, Technologien und Anwendungsszenarien*. Darmstadt: ProSTEP 2000, S. 135-143.

FISCHER U. WEBER 1996

Fischer, W.; Weber, M.: Projektmanagement zur effizienten Unterstützung von Produktentwicklungen. VDI-Z 138 (1996) 11/12, S. 58-62.

FLIESS U. JAIN 1995

Fliess, K.; Jain, A.: Information Technology, a Catalyst for Process Optimization. In: Virtual Prototyping – Virtual Environments and the Product Design Process. Padstow: TJ Press 1995.

FREHR 1999

Frehr, H.-U.: Total-Quality-Management. In Masing, W. (Hrsg.): Handbuch Qualitätsmanagement (4. Auflage). München, Wien: Hanser 1999.

GABLER 2001

Gabler, T. (Hrsg.): Gablers Wirtschaftslexikon (15. Auflage). Wiesbaden: Gabler2001.

GAITANIDES ET AL. 1994

Gaitanides, M.; Scholz, R.; Vrohling, A.; Raster, M.: Prozessmanagement. München, Wien: Hanser 1994.

GARBE 1998

Garbe, B.: Industrielle Dienstleistungen: Einfluss und Erfolgsfaktoren. Zugl. Diss., Wissenschaftliche Hochschule für Unternehmensführung Koblenz. Wiesbaden: Gabler 1998.

GAUSEMEIER U. KESPOHL 2000

Gausemeier, J.; Kespohl, H.: Plattform Kooperatives Produktengineering – Ein innovatives Transferinstrument. In: Gausemeier, J., Lückel, J. (Hrsg.): 4. Internationales Heinz Nixdorf Symposium, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 82, 2000.

GAUSEMEIER ET AL. 1996

Gausemeier, J.; Fink, A.; Schlake, O.: Szenario-Management. Planen und Führen mit Szenarien, 2. Auflage. München, Wien: Hanser 1996.

GAUSEMEIER ET AL. 2000

Gausemeier, J.; Lindemann, U.; Reinhart, G., Wiendahl, H.-P.: Kooperatives Produktengineering – Ein neues Selbstverständnis des ingenieurmäßigen Wirkens. Paderborn: HNI-Verlagsschriftenreihe (Band 79) 2000.

GEIGER 1999

Geiger, W.: Qualitätsmanagement bei immateriellen Produkten. In; Masing, W. (Hrsg.): Handbuch Qualitätsmanagement (4. Auflage). München, Wien: Hanser 1999. S. 767-786.

GÖPFERT 1998

Göpfert, J.: Modulare Produktentwicklung. Wiesbaden: Gabler, 1998.

GOLDMAN ET AL. 1994

Goldman, S. L.; Nagel, R. N.; Preiss, K.: Agile Competitors and Virtual Organizations: Strategies for Enriching the Customer. New York: Van Nostrand Reinhold 1994.

GRABOWSKI ET AL. 1993

Grabowski, H.; Anderl, R.; Polly, A.: Integriertes Produktmodell. Berlin: Beuth 1993.

GROLL 1991

Groll, K.-H.: Erfolgssicherung durch Kennzahlensysteme. 4., erweiterte Auflage. Freiburg: Rudolf Haufe 1991.

GRUNWALD 2001

Grunwald, S.: Methode zur Anwendung der flexiblen integrierten Produktentwicklung und Montageplanung. München: Utz 2001.

GUTENBERG 1983

Gutenberg, E.: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre I: Die Produktion (24 Aufl.). Berlin: Springer 1983.

GWB 1999

C. H. Beck (Hrsg.): Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB). In: C. H. Beck (Hrsg.): Wettbewerbsrecht und Kartellrecht. 20. Aufl. München: dtv 1998.

HABERFELLNER ET AL. 1997

Haberfellner, R.; Nagel, P.; Becker, M.; Büchel, A.; v. Massow, H.: Systems Engineering: Methodik und Praxis. 9. Aufl. Zürich: Industrielle Organisation 1997.

HAGEL U. ARMSTRONG 1997

Hagel, J.; Armstrong, A.G.: Net gain: expanding markets trough virtual communities. Cambridge, MA: Harvard Business School Press 1997.

V. DER HAGEN 1998

v. der Hagen, F.: Physische und virtuelle Prototypen in der Produktentwicklung. In: Reinhart, G.; Milberg, J. (Hrsg.): Rapid Prototyping. iwv Seminarberichte 38. München: Utz 1998.

V. DER HAGEN 1999

v. der Hagen, F.: Virtuelle Produktion: Prozeß- und Produktsimulation. In: Reinhart, G.: Virtuelle Produktion. Seminarberichte iwv 1999 Nr. 47. München: Utz 1999.

V. DER HAGEN 2000

v. der Hagen, F.: Unternehmensübergreifendes Produkt- und Prozessengineering. In: Reinhart, G.(Hrsg.): Virtuelle Produktion – Prozess- und Produktsimulation iwv Seminarberichte 54. München: Utz 2000.

HAMMER 1991

Hammer, R.-M.: Unternehmensplanung: Lehrbuch der Planung und strategischen Unternehmensführung, (4. Auflage), München, Wien: Hanser 1991.

HEIMBERG U. FREY 1997

Heimberg, R.; Frey, K.: CAPE – Computer Aided Production Engineering. Industrie Management 13 (1997) 6, Supplement Engineering Management, S. E27 – E29.

HEINEN 1991

Heinen, E.: Industriebetriebslehre. 9. Aufl. Wiesbaden: Gabler 1991.

HERMSEN 2000

Hermesen, M.: Ein Modell zur kundenindividuellen Konfiguration produktnaher Dienstleistungen – Ein Ansatz auf Basis modularer Dienstleistungsobjekte. Aachen: Shaker 2000.

HGB 1999

Beck, C. H. (Hrsg.): Handelsgesetzbuch (HGB), (34. Aufl.). München: dtv 1999.

HINTERHUBER ET AL. 1996

Hinterhuber, H. H.; Friedrich, S. A.; Handlbauer, G.; Stuhc, U.: Die Unternehmung als kognitives System von Kernkompetenzen und strategischen Geschäftseinheiten. In: Wildemann, H. (Hrsg.): Produktions- und Zuliefernetzwerke. München: TCW Transfer-Centrum 1996, S. 67-103.

HIRSCHMANN 1998

Hirschmann, P.: Kooperative Gestaltung unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse. Wiesbaden: Gabler 1998. (Schriften zur EDV-orientierten Betriebswirtschaft).

HIRSCHBERG 2000

Hirschberg, A.: Verbindung der Produkt- und Funktionsorientierung in der Fertigung. München: Utz 2000.

HUANG U. MAK 1999

Huang, G. Q.; Mak, K. L.: Web-based Workflow Management in collaborative Product Development. Proceedings ICED99. Berlin: Springer 1999, S. 1813-1816.

HUBKA 1984

Hubka, V.: Theorie des Konstruktionsprozesses – Grundlage einer wissenschaftlichen Konstruktionslehre. Berlin: Springer 1984.

JASCHINSKI 1998

Jaschinski, C.: Qualitätsorientiertes Redesign von Dienstleistungen. Aachen: Shaker 1998.

JUGEL 1989

Jugel, S.; Zerr, K.: Dienstleistungen als strategisches Element eines Technologiemarketings. In: Marketing Zeitschrift für Forschung und Praxis, 3/1989, S. 196-172. 1989.

KARNER 1999

Karner, M.: Simulationsgestützte Planung von Produktionssystemen – Praxisbeispiele. In: Reinhart, G.; Milberg, J. (Hrsg.): Virtuelle Produktion – Prozess- und Produktsimulation iwv Seminarberichte 47. München: Utz 1999.

KASCHMIEDER 2000

Kaschmieder, D.: Lieferantenintegration bei DaimlerChrysler– von Data Transfer zum Data Sharing. In: ProSTEP GmbH (Hrsg.): Der globale, virtuelle Produktentstehungsprozess – Standards, Technologien und Anwendungsszenarien. Darmstadt: ProSTEP 2000, S. 163-172.

KEMMNER U. GILLESSEN 1999

Kemmner, G.-A.; Gillessen, A.: Virtuelle Unternehmen – Ein Leitfaden zum Aufbau und zur Organisation einer mittelständischen Unternehmenskooperation. Heidelberg: Physica 1999.

KIESER U. KUBICEK 1983

Kieser, A.; Kubicek, H.: Organisation, 2. neubearbeitete und erweiterte Auflage. Berlin, New York: de Gruyter 1983.

KLEINSORGE 1999

Kleinsorge, P.: Total Quality Management und die Wertschöpfungskette im Unternehmen. In: Masing, W. (Hrsg.): Handbuch Qualitätsmanagement (4. Auflage). München, Wien: Hanser 1999, S. 49-64.

KLINK 1998

Klink, J.: Produktionsnetzwerke im Überblick: Eine Typologie. In: Westkämper, E. (Hrsg.): Auftrags- und Informationsmanagement in Produktionsnetzwerken: Konzepte und Erfahrungsberichte, Stuttgart. Stuttgart: Fraunhofer IRB 1998, S. 35–52.

KLOCKE 1998

Klocke, F. (Hrsg.): Produktion 2000plus – Visionen und Forschungsfelder für die Produktion in Deutschland, Untersuchungsbericht zur Definition neuer Forschungsfelder für die Produktion nach 1999, Freundeskreis des Laboratoriums für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre der RWTH, e.V., 1998.

KRALLMANN 1996

Krallmann, H.: Systemanalyse im Unternehmen: Geschäftsprozessoptimierung, partizipative Vorgehensmodelle, objektorientierte Analyse. 2. Auflage. München, Wien: Oldenbourg 1996.

KRAUSE ET AL. 2001

Krause, F.-L.; Tang, T.; Ahle, U. (Hrsg.): Integrierte Virtuelle Produktentstehung – Fortschrittsbericht April 2001. München: Hanser 2001.

KREIKEBAUM 1997

Kreikebaum, H.: Strategische Unternehmensplanung, 6. überarbeitete Auflage, Stuttgart, Köln, Berlin: Kohlhammer 1997.

KRÖHER 2001

Kröher, M.: Tickets für die Zukunft – Wie innovative Verfahren und Produkte das Wachstum anregen. In: Manager Magazin 9 (2001). S. 160-174.

KUNZ U. SCHREIBER 2000

Kunz, J.; Schreiber, A.: Produktdatenintegration mit XML – gibt es noch Bedarf für STEP? In: ProSTEP GmbH (Hrsg.): Der globale, virtuelle Produktentstehungsprozess – Standards, Technologien und Anwendungsszenarien. Darmstadt: ProSTEP 2000, S. 249-266.

LEHMANN 1993

Lehmann, A.: Dienstleistungsmanagement: Strategien und Ansatzpunkte zur Schaffung von Servicequalität. Stuttgart: Schäffer-Pöschel 1995.

LESSING 1998

Lessing, G.: Parameterspezifische Schwachstellenanalyse – Basisfunktionalität in geschotteten Produktionsstätten. In: In Bauknecht, K.; Büllsbach, A.; Pohl, H.; Teufel, S. (Hrsg.): Sicherheit in Informationssystemen SIS'98. Zürich: Springer 1998.

LINDEMANN U. REICHWALD 1998

Lindemann, U.; Reichwald, R.: Integriertes Änderungsmanagement. Berlin: Springer 1998.

LINDEMANN U. KLEEDÖRFER 1997

Lindemann, U.; Kleedörfer, R.: Erfolgreiche Produkte durch Integrierte Produktentwicklung. In: Reinhart, G. (Hrsg.); Milberg, J.(Hrsg.): Mit Schwung zum Aufschwung – Information, Inspiration, Innovation, München. Landsberg/Lech: Moderne Industrie 1997.

LINDEMANN ET AL. 2001

Lindemann, U.; Gerst, M.; Eckert, C.; Clarkson, J.: Innovation in the Tension of Change and Reuse. In: Proceedings International Conference on Engineering Design, ICED 01 Glasgow: IME (Eigenverlag) 2001.

LINNER 2000

Linner, S.: e-Manufacturing – Produktionsplanung im Zeitalter des Internet. In: Reinhart, G. (Hrsg.): Virtuelle Produktion – Produkt und Prozesssimulation. Seminarberichte iwv 1999 Nr. 54. München: Utz 2000.

LINNHOF 1996

Linnhoff, M.: Eine Methodik für das Benchmarking von Entwicklungskooperationen. Aachen: Shaker 1996.

LOTTER 1992

Lotter, B.: Wirtschaftliche Montage. Düsseldorf: VDI 1992.

MALERI 1994

Maleri, R.: Grundlagen der Dienstleistungsproduktion (3. Aufl.). Berlin, Heidelberg: Springer 1994.

MALONE U. CROWSTON 1991

Malone, T.W.; Crowston, K.: Towards an Interdisciplinary Theory of Coordination. Center for Coordination Science, Massachusetts Institute of Technology, Working Paper 120. Massachusetts: MIT 1991.

MARTIAL 1993

Martial, von F.: Planen in Multi-Agenten Systemen. In: Müller H.J. (Hrsg.): Verteilte Künstliche Intelligenz - Methoden und Anwendungen. Mannheim: BI Wissenschaftsverlag 1993, S. 92-132.

MASING 1999

Masing, W.: Handbuch Qualitätsmanagement (4. Auflage). München, Wien: Hanser 1999.

MAUDERER U. BILLING 1999

Mauderer, M.; Billing, G.: Enhancing Efficiency and Transparency of Manufacturing System Planning Through Comprehensive and Integrated Tool Support. London: CAPE 1999.

McKEE 2000

McKee, B.: Current and Future Danger - A CSI Primer on Computer Crime and Information Warfare. San Francisco: CSI (Eigenverlag) 2000.

MEHLER 1999

Mehler, B. H.: Aufbau virtueller Fabriken aus dezentralen Partnerverbänden. München: Utz 1999.

MERKEL 1995

Merkel, H.: Logistik Managementsysteme. München: Oldenburg, 1995.

MERTINS ET AL. 1994

Mertins, K.; et al.: Modellierungsmethoden für rechnerintegrierte Produktionsprozesse. München, Wien: Hanser 1994.

MEYER 1996

Meyer, A.: Grundsatzfragen und Herausforderungen des Dienstleistungsmarketing. Wiesbaden: Dt. Universitätsverlag 1996.

MEYER 1998

Meyer, A.: Handbuch Dienstleistungs-Marketing. Stuttgart: Schäffer-Poeschel 1998.

MEYER U. TOSTMANN 1987

Meyer, A.; Tostmann, P. W.: Dienstleistungsmarketing. In: Jahrbuch der Absatz- und Verbrauchsforschung 33. Jg. (4/1987). Dunker & Humblot: Berlin 1987.

MILBERG U. KOEPFER 1990

Milberg, J.; Koepfer, T.: Wettbewerbsvorteile durch rechnerintegrierte Konstruktion und Produktion. In: VDI-Berichte Nr. 830. Düsseldorf: VDI-Verlag 1990.

MILBERG 2000

Milberg, J.: Unternehmenspolitik im Wandel. In: Reinhart, G.; Hoffmann, H.: Münchener Kolloquium: ...nur der Wandel bleibt – Wege jenseits der Flexibilität. München: Utz 2000, S. 311-331.

MILES U. SNOW 1984

Miles, R. E.; Snow, C. C.: Fit, Failure and the Hall of Fame. California Management Review 26 (1984) 3, S. 10–28.

MURR 1999

Murr, O.: Adaptive Planung und Steuerung von integrierten Entwicklungs- und Planungsprozessen. München: Utz 1999.

MÜTHLEIN 1995

Müthlein, T.: Virtuelle Unternehmen: Unternehmen mit einem rechtssicheren informationstechnischen Rückgrat. In: Heilmann, H. et al. (Hrsg.): Virtuelle Organisation. Heidelberg: Hüthig 1995, S. 69–77. (HMD Theorie und Praxis der Wirtschaftsinformatik 185).

NOBELIUS 1999

Nobelius, D.: Evaluating Virtual Reality in an Advanced Engineering Setting. In: New Structures for Design Management. 9th International Forum on Design Management Research and Education. Design Management Institute (Eigenverlag). New York: DMI 1999.

NOCH 1995

Noch, R.: Dienstleistungen im Investitionsgüter-Marketing: Strategien und Umsetzungen. München: FGM 1995.

NEUGEBAUER 2000

Neugebauer, F.: ENX – Das Branchennetzwerk der europäischen Automobilindustrie. In: ProSTEP GmbH (Hrsg.): Der globale, virtuelle Produktentstehungsprozess – Standards, Technologien und Anwendungsszenarien. Darmstadt: ProSTEP 2000.

OSSOLA-HARING 2000

Ossola-Haring, C.: Kennzahlen zur Unternehmensführung. In: Ossola-Haring, C. (Hrsg.): Das große Handbuch. Landsberg / Lech: Verlag Moderne Industrie 2000, S. 15-85.

PAHL U. BEITZ 1997

Pahl, G.; Beitz, W.: Konstruktionslehre. Methoden und Anwendung. 5. Auflage. Berlin: Springer 1997.

PENNELL ET AL. 1989

Pennell, J. P.; Winner, R. L.; Bertrand, H. E.; Slusarczuk, M. M. G.: Concurrent Engineering – An Overview for Autotestcon. In: Proceedings Autotestcon 89 Conference, 25.-28. Sept. 1989, Philadelphia, USA, S. 88-99.

PERIGOT U. PAPOUSTIS 2001

Perigot, F.; Papoustis, C.: Guidelines for Partnership in industrial Subcontracting. Brüssel: UNICE 2001.

PFEIFER 1996

Pfeifer, T.: Qualitätsmanagement: Strategien, Methoden, Techniken (2. Auflage). München, Wien: Hanser 1996.

PICOT ET AL. 1996

Picot, A.; Reichwald, R., Wigand, R. T.: Die grenzenlose Unternehmung. Wiesbaden: Gabler 1996.

PILLER 1998

Piller, F.: Kundenindividuelle Massenproduktion: Die Wettbewerbsstrategie der Zukunft. München, Wien: Hanser 1998.

POHL U. CERNY 1998

Pohl, H.; Cerny, D.: Information Warfare: Der Krieg im Frieden. In Bauknecht, K.; Büllsbach, A.; Pohl, H.; Teufel, S. (Hrsg.): Sicherheit in Informationssystemen SIS'98. Zürich: Springer 1998.

PROBST 1987

Probst, G.: Selbst-Organisation – Ordnungsprozesse in sozialen Systemen aus ganzheitlicher Sicht. Berlin: Paul Parey 1987.

PROBST ET AL. 1997

Probst, G.; Romhardt, K.; Raub, S.: Wissen managen, Wiesbaden: Gabler 1997.

RANKY 1994

Ranky, P.: Concurrent Engineering and Enterprise Modelling. Assembly Automation 14 (1994) 3, S. 14 – 21.

REINHART 1996

Reinhart, G.: Instrumente für den Erfolg am globalen Markt. In: 13. Deutscher Montagekongress. Landsberg: Verlag moderne Industrie, 1996, S. 1-17.

REINHART 2000

Reinhart, G.: Im Denken und Handeln wandeln. In: Reinhart, G., Hoffmann, H. (Hrsg.): Münchner Kolloquium: ...nur der Wandel bleibt – Wege jenseits der Flexibilität. München: Utz 2000, S. 17-40.

REINHART U. BLESSING 1999

Reinhart, G.; Blessing, S.: Mechatronische Produkte und Virtuelle Produktion. In: iwv Newsletter 2 (1999) 7, S. 1-2.

REINHART U. GRUNWALD 1999

Reinhart, G.; Grunwald, S.: Mit der Kernkompetenzanalyse zur richtigen Strategie für Produktionsunternehmen. Industrie Management 15 (1999) 2. S. 57-61.

REINHART U. SCHLIFFENBACHER 1997

Reinhart, G.; Schliffenbacher, K.: Zehn Unternehmen erproben in Augsburg den Verbund auf Zeit. Blick durch die Wirtschaft 40 (1997) 228, S. 6.

REINHART U. V. DER HAGEN 1999

Reinhart, G.; v. der Hagen, F.: Unternehmensübergreifender Datenaustausch in virtuellen Fabriken. In: Reinhart, G. (Hrsg.): Virtuelle Fabrik: Neue Wege für kleine und mittelständische Unternehmen. München: TCW Transfer-Centrum 1999, S. 77–86.

REINHART U. V. DER HAGEN 2001A

Reinhart, G.; v. der Hagen, F.: Integrated and distributed product development through paralleled mechanical and electrical design. CIRP-Seminar "Design in the new Economy". Stockholm: KTH (Eigenverlag) 2001, S. 115-120.

REINHART U. V. DER HAGEN 2001B

Reinhart, G.; v. der Hagen, F.: Verkabelungsplanung durch Kopplung von 3D-CAD und E-CAD - Integration von mechanischer und elektrischer Konstruktion am Beispiel von Werkzeugmaschinen. CAD/CAM-Report 1/2001. Heidelberg: Dressler 2001.

REINHART ET AL. 1996A

Reinhart, G.: Planung von Produktionssystemen. In: Eversheim, W.; Schuh, G. (Hrsg.): Betriebshütte - Produktion und Management. Berlin: Springer, 1996.

REINHART ET AL. 1996B

Reinhart, G.; Lindemann, U.; Heinzl, J.: Qualitätsmanagement: Ein Kurs für Studium und Praxis. Berlin: Springer 1996.

REINHART ET AL. 1997

Reinhart, G., Lindemann, U.; Bichlmaier, C.; Feldmann, C.; Glander, M.; Schmalzl, B. Zanker, W.: Integrierte Produktentwicklung in Konstruktion und Montageplanung. Projektmanagement 8 (1997) 1, S. 4-15.

REINHART ET AL. 1998

Reinhart, G., Cuiper, R.; Loferer, M.: Cooperative Engineering - nur ein neues Schlagwort? In: Reinhart, G.: Montage-Management - Lösungen zum Montieren am Standort Deutschland. München: TCW 1998 (TCW-report Nr. 6), S. 13 – 17.

REINHART ET AL. 1999

Reinhart, G.; Dürrschmidt, S.; Hirschberg, A.; Selke, C.: Wandel – Bedrohung oder Chance? IoManagement (1999) 5, S. 20-24.

REINHART ET AL. 2001

Reinhart, G.; Weber, V.; Rudorfer, W.: Marktresponsive Supply Chains auf Basis kompetenzzentrierter Unternehmensnetzwerke. In: Industrie Management 17(2001), S. 35-40.

REINHART ET AL. 2002

Reinhart, G.; Broser, W.; v. der Hagen, F.; Suchanek, S.; Weber, V.: Produktionsdienstleistung per Mausklick – E-Business in kompetenzorientierten Unternehmensnetzwerken. In: Albach, H.; Kaluza, B.; Kersten, W.(Hrsg.): Wertschöpfungsmanagement als Kernkompetenz. Wiesbaden: Gabler 2002.

ROTHERING 1993

Rotering, J.: Zwischenbetriebliche Kooperation als alternative Organisationsform. Stuttgart: Schaeffer-Poeschel 1993.

ROTH 1982

Roth, K.: Konstruieren mit Konstruktionskatalogen. Berlin: Springer 1982.

RUDORFER 2001

Rudorfer, W.: Eine Methode zur Qualifizierung von produzierenden Unternehmen für Kompetenznetzwerke. München: Utz 2001.

SAERTZ 1993

Saertz, B.: Entwicklung einer Methodik zur Parallelisierung von Planungsabläufen. Aachen: Shaker 1993.

SCHERNIKAU 2001

Schernikau, J.: Gestaltung von mechatronikgerechten Organisationen in der Produktentwicklung. Aachen: Shaker 2001.

SCHER ET AL. 2000

Scheer, A.-W.; Beinbauer, M.; Habermann, F.: Integrierte E-Prozessmodellierung. *Industrie Management* 16 (2000) 3, S. 19-22.

SCHLIFFENBACHER 2000

Schliffenbacher, K.: Konfiguration virtueller Wertschöpfungsketten in dynamischen, heterarchischen Kompetenznetzwerken. München, Utz 2000.

SCHLIFFENBACHER ET AL. 1999

Schliffenbacher, K.; Rudorfer, W.; Reinhart, G.: Configuration of virtual value chains. In: Mertins, K. u. a. (Hrsg.): *Global Production Management*. Boston: Kluwer Academic Publishers 1999. S. 399 – 407.

SCHÖTTNER 2000

Schöttner, J.: *Produktdatenmanagement in der Fertigungsindustrie*. München, Wien: Hanser, 2000.

SCHOLZ 1996

Scholz, C.: Virtuelle Unternehmen: Organisatorische Revolution mit strategischer Implikation. *Management & Computer* 4 (1996) 1, S. 27–34.

SCHUH 1998

Schuh, G.: *MOTION Change Management. Von der Strategie zur Umsetzung*. Aachen: Shaker 1998.

SCHUH ET AL. 1998A

Schuh, G.; Millarg, K.; Göransson, A.: *Virtuelle Fabrik: Neue Marktchancen durch dynamische Netzwerke*. München, Wien: Hanser 1998.

SCHUMANN 1994

Schumann, G.: Adaptive Planung des Produktentwicklungsprozesses. München, Wien: Hanser 1994.

SPUR 2000

Spur, G.: Virtuelle Produktionstechnik – E-Manufacturing. Einführungsvortrag zum WGP-Workshop 18.10.2000. Berlin: iwf 2000.

SCHWARZ 1997

Schwarz, W.: Methodisches Konstruieren als Mittel zur systematischen Gestaltung von Dienstleistungen. Berlin: IPK 1997.

STEINWASSER 1996

Steinwasser, P.: Modulares Informationsmanagement der integrierten Produkt- und Prozessplanung. Bamberg: Meisenbach 1996.

STIEFBOLD 1998

Stiefbold, O.: Konzeption eines reaktionsschnellen Planungssystems für Logistikketten auf Basis von Software-Agenten. Karlsruhe: Grässer 1998.

SWEENEY 1992

Sweeney, M.: How to perform Simultaneous Process Engineering. Integrated Manufacturing Systems 3 (1992) 1, S. 15 – 19.

TANNER ET AL. 1998

Tanner, H.R.; Schuh, G.; Müller, M.; Tockenbürger, L.: MOTION – the European approach for participative business reengineering. Team Performance Measurement, Vol 4 Issue 4, 1998, S. 177-185.

TEUBNER 1999

Teubner, R. A.: Organisations- und Informationssystemgestaltung. Theoretische Grundlagen und integrierte Methoden. Wiesbaden: Gabler 1999.

TRIPPNER U. ANDERL 2000

Trippner, D.; Anderl, R.: STEP, Standard for the Exchange of Product Model Data - Eine Einführung in die Entwicklung, Implementierung und industrielle Nutzung der Normenreihe ISO 10303 (STEP). Stuttgart: Teubner 2000.

ULRICH U. EPPINGER 1995

Ulrich, K.T.; Eppinger, S.D.: Product Design and Development. New York: McGraw-Hill 1995.

UHLMANN 1998

Uhlmann, E.: Regionale Stärken für globale Chancen durch technologische Innovationen. In: IX. Internationales Produktionstechnisches Kolloquium 98 (Tagungsband). Berlin: Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik 1998, S. 13-27.

UHLMANN 2001

Uhlmann, E.: Entwickeln und Produzieren in Netzwerken und Verbänden – Chancen für kleinere und mittlere Unternehmen. wt Werkstattstechnik 91 (2001) H. 1, S. 2.

VDI 1983

VDI (Hrsg.): Lexikon der Produktionsplanung und –steuerung: Begriffszusammenhänge und Begriffsdefinitionen. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1983.

VDI RICHTLINIE 2221-2223

VDI (Hrsg.): VDI-Richtlinie 2221-2223: Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte. Düsseldorf: VDI, 1993.

WARNECKE 1999

Warnecke H.-J.: Unternehmensmanagement im Wandel – Neue Wege zum Erfolg. In: Warnecke H.-J.; Braun, J. (Hrsg.): Vom Fraktal zum Produktionsnetzwerk. Berlin: Springer 1999.

WARSCHAT U. GANZ 2000

Warschat, J.; Ganz, W.: Gestaltung und Management von F&E-Kooperationen. Wie Wissen in Forschung und Entwicklung zielgerichtet genutzt wird. In: iomanagement 10 (2000), S. 53-58.

WEBER 1998

Weber, H.: Konzept eines Modells zur Produktentwicklung. Berlin: IPK 1998.

WHEELWRIGHT U. CLARK 1995

Wheelwright, S. C.; Clark, K. B.: Leading Product Development - The Senior Manager's Guide to Creating and Shaping the Enterprise. New York: Free Press 1995.

WESTKÄMPER 1999A

Westkämper, E. (Hrsg.): Sonderforschungsbereich 467 – Wandlungsfähige Unternehmensstrukturen für die variantenreiche Serienproduktion. Ergebnisberichte 1997, 1998, 1999. Stuttgart: Universität Stuttgart (Eigenverlag) 1999.

WESTKÄMPER 1999B

Westkämper, E.: Die Wandlungsfähigkeit von Unternehmen. Wt Werkstattstechnik 89 (1999) 4, S. 131-140.

WESTKÄMPER ET AL. 1997

Westkämper, E.; Dudenhausen H.-M.; Schmidt, T.: Automatisierte Verhandlungen in elektronischen Märkten. ZWF 92 (1997) 1–2, S. 60–63.

WIENDAHL 1997

Wiendahl, H.-P.: Betriebsorganisation für Ingenieure (4. Auflage). München, Wien: Hanser 1997.

WILDEMANN 1987

Wildemann, H.: Strategische Investitionsplanung: Methoden zur Bewertung neuer Produktionstechnologien. Wiesbaden: Gabler 1987.

WILDEMANN 1996

Wildemann, H.: Management von Produktions- und Zuliefernetzwerken. In: Wildemann, H. (Hrsg.): Produktions- und Zuliefernetzwerke. München: TCW Transfer-Centrum 1996, S. 13-45.

WILDEMANN 2000

Wildemann, H.: Vernetzte Produktionsunternehmen. ZWF 95 (2000) 4, S. 141-145.

WUCHERER 2000

Wucherer, K.: Informationstechnologie – die Chance zu neuen Systemkonzepten. In: Reinhart, G., Hoffmann, H. (Hrsg.): Münchner Kolloquium: ...nur der Wandel bleibt – Wege jenseits der Flexibilität. München: Utz 2000, S. 245-259.

ZAPF 1990

Zapf, H.: Industrielle und gewerbliche Dienstleistungen, Wiesbaden: Teubner 1990.

10 Anhang

10.1 Beschreibung möglicher Ein- und Ausgangsgrößen modularisierter Dienstleistungen

In Kapitel 5.2.2 wurde die Methode der modularisierten Dienstleistung zur Determinierung dynamisch-iterativer Bereiche eines Entwicklungs- und Planungsprozesses erläutert. Hierbei werden innerhalb des Prozesses abgegrenzte Module gebildet, die über Schnittstellen mit dem übrigen Prozess verbunden sind.

Die im Rahmen dieser Arbeit vorgestellte Methode der Modularisierung beschriebenen Ein- und Ausgangsgrößen einer Modularisierten Dienstleistung definieren in ihrer allgemeinen Form die *Schnittstellen* eines Moduls. Zugleich stellen sie in Form konkret zwischen den Kooperationspartnern ausgetauschter Informationsinhalte die *Erfüllungsbestandteile* dar, nach denen der Nutzen einer Kooperation bewertet werden kann.

GRUNWALD (2001) beschreibt die Nutzung von *Prozessbausteinen* mit fest vordefinierten Schnittstellen für die Gestaltung unternehmensinterner Entwicklungs- und Planungsprozesse. Für die kurzfristige Bildung von Kooperationen mit bisher unbekanntem Partnern sind solche Schnittstellen jedoch nicht flexibel genug. Somit erfolgt im Rahmen dieser Arbeit für die Ein- und Ausgangsgrößen modularisierter Engineering-Dienstleistungen keine vollständig detaillierte Beschreibung aller möglichen Ausprägungen und Werte, sondern lediglich eine Aufstellung häufig gebrauchter Größen.

Aus diesen können durch den Dienstleistungsnachfrager flexibel alle relevanten Schnittstellen ausgewählt und für die Beschreibung der gesuchten modularisierten Dienstleistung verwendet werden. Dies erfolgt nach der in Kapitel 5.2.2.1 erläuterten Vorgehensweise zur Modularisierung dynamisch-iterativer Teilschritte. Hierbei fasst der Dienstleistungsnachfrager alle aus seiner Sicht erforderlichen Ein- und Ausgangsgrößen und die Rahmenbedingungen der gesuchten Kooperationslösung in einer Anfrage zusammen.

Diese Größen können in die drei Ebenen der Produktentwicklung, der Produktionsplanung und der Planung und Koordinierung unterteilt werden. Die folgende Tabelle fasst hierfür mögliche Faktoren zusammen und kann somit als Unterstützung des Modularisierungsprozesses genutzt werden. Als Grundlage dieser Zusammenstellung dienen die durch die 18 Dienstleistern des *Engineering-Net.de* gemachten Erfahrungen.

Schnittstellenkategorie	Betroffener Bereich	Beschreibung – Beispiel/Dokumentenform
Geometrische Ein- und Ausgangsinformationen		
	Produktionsplanung	
		Blocklayout, Materialbereitstellflächen
		CAD-Modelle – Bauraum, Grob-/Feingeometrie, Hüllgeometrie, Abmessungen, Abstände, Anschlussmaße, Außenabmessungen, Bauraum, Dimensionen, freier Bauraum, Geometrie Verbindungselemente, freier Bauraum, Kollisionen, Kontakte
		CAD-Modelle der Maschinen, Anlagen und Aufspannungen
		Feinlayout – Layout der Arbeitsplätze und Anlagen
		Groblayout - Anordnung von Arbeitsplätzen
		Groblayout – Bereitstellflächen und Bereichsflächen
		Groblayout - Verfügbarer Freiraum für die Produktionsanlage
		Grobmodell der Anlage – Prinzipanordnung der Systeme
		NC-Programme
		Teilkonzepte Anlage
	Produktentwicklung	
		Anschlussmaße
		CAD-Modell – Außenabmessungen, Bauraum, Dimensionen, freier Bauraum, Geometrie, Verbindungselemente, Grob-/Feingeometrie, Hüllgeometrie, Abstände, freier Bauraum, Kollisionen, Kontakte
		Entwurfszeichnung
		Konzeptskizzen
		Produktstruktur, Teilezahl, Anordnung der Bauteile,

10.1 Beschreibung möglicher Ein- und Ausgangsgrößen modularisierter Dienstleistungen

		Bauräume
		Toleranzen
	Planung und Koordinierung	
		Bearbeiter der Daten
		Datenformat
		Freigabestatus
		Reifegrad der Daten
		Umfang der Daten
		Versionsstand der Daten
Funktionelle Ein- und Ausgangsinformationen		
	Produktionsplanung	
		Anlagendaten – CAD-Modelle
		Anlagenkonzept - Layoutskizzen
		Arbeitsinhalte/Arbeitsplatz - Prozessplan
		CAD-Daten Betriebsmittel
		Fertigungslastenheft
		Fertigungspläne, abgesichert
		Fördereinrichtungen, Zuführeinrichtungen
		Funktionsmodell
		Handhabungssysteme
		Montagelastenheft
		Montierbarkeit, abgesichert
		Prüffunktionen - Prüfplan
		Werkstoff – CAD-Modell
	Produktentwicklung	
		CASE/CACE-Daten
		Dichtung und Schmierung
		E-CAD Schaltpläne

		Freiheitsgrade Produkt
		Funktionsmaße - Produktlastenheft
		Kollisionen - Entwurfszeichnung
		Kontakte – CAD-Modell
		Kontaktflächen
		Modulbildung – CAD-Modell
		Produktkonzept - Konzeptskizzen
		Prototyp Produkt
		Toleranzen
		Verformungen
		Werkstoff
		Werkstoff Betriebsmittel, CAD-Modell
		Zu prüfende Funktionen – Funktionsstruktur, Lastenheft
	Planung und Koordinierung	
		Bearbeiter der Daten
		Datenformate
		Freigabestatus
		Reifegrad der Daten
		Umfang der Daten
		Versionsstand der Daten
Inhaltliche Anforderungen		
	Produktionsplanung	
		Abzusichernde Eigenschaften der Produktionsanlage
		alternative Fügefolgen
		Amortisationszeit - Investitionsrechnung
		Änderungsbedarf
		Anlaufstrategie

10.1 Beschreibung möglicher Ein- und Ausgangsgrößen modularisierter Dienstleistungen

		Arbeitsplan
		Arbeitssystemwert
		Ausschussquote - Qualitätsbericht
		Automatisierbarkeit
		Automatisierungsgrad
		Blockbildung
		Durchzuführende Simulationen
		Durchzuführende Versuche
		Erforderliche Prüfmethode
		Fertigungsinformationen
		Fertigungsprozess - Prozessauswahl
		Fertigungsprozess - Prozessparameter
		Anlagenspezifische Randbedingungen
		Flächenbedarf - Lastenheft
		Freiheitsgrade Anlage - Lastenheft
		Fügefolgen, ausgewählt
		Fügerichtung
		geforderte Genauigkeit für Fügeeinrichtungen
		Handhabungsvorgang
		Investitionssumme
		Kapitalwert
		Materialfluss
		Montageanlagenziele - Montagelastenheft
		Montagekosten
		Montagevorgang freigegeben
		Montagevorgangziele
		Montagevorranggraph
		Ordnungsgrad Produkt
		Prozesse/Anlagen bewertet

		Prozessfähigkeit
		Prozessplan
		Pufferart
		Pufferdimension
		Rentabilität
		Steuerprogramm
		Stückzahlen
		Stückzahlen
		Transportflächen
		Umbau-/Installationskosten
		Verpackungskonzept
		Weiterer Analysebedarf
		Zu behebbende Defizite
	Produktentwicklung	
		Absicherung Eigenschaft Produkt
		Anforderungen - Pflichtenheft
		Art, Typ und Lieferant von Fremtteilen
		Bauteiltopologie
		Bedarf an Versuchen – Skizzen, Prinziplösungen
		Eigenteile
		Erlaubte/erforderliche Fügekraft
		Gewicht des Produkts
		Grobentwurf Funktionsträger - CAD-Modell
		Grobentwurf Produkt – CAD-Modell
		Güte Produktkonzept
		Kräfte; Momente
		Prinziplösungen Produkt - Skizzen
		Prinziplösungen, abgesichert
		Produktdesign – CAD-Modell

10.1 Beschreibung möglicher Ein- und Ausgangsgrößen modularisierter Dienstleistungen

		Produktdesign, bewertet
		Produkteigenschaften - Eigenschaftsliste
		Q-Merkmale
		Reklamationsquote
		Sicherheit
		Stückkosten
		Toleranzen
		vorhandene Schwachstellen - Dokumentation
		Weiterer Analysebedarf
		zu prüfende Funktionen - Lastenheft
		Zuverlässigkeit - Lastenheft
	Planung und Koordinierung	
		Bearbeiter der Daten
		Datenformate
		Eigen-/Fremdteile von Produkt und Produktionssystem
		Freigabestatus
		Lieferstatus der Produktionsanlage
		Reifegrad der Daten
		Umfang der Daten
		Versionsstand der Daten
Strukturinformationen		
	Produktionsplanung	
		Fixpunkte
		Kapazitätsteilung
		Verkettungsmittel
		vorhandene Schwachstellen
	Produktentwicklung	
		Änderungsbedarf

		Defizite
		Kundenvarianten
		Produktstruktur
	Planung und Koordinierung	
		Erzeuger der Information
		Format und Umfang der Informationsbeschreibung
Rahmenbedingungen der Kooperationslösung		
	Produktionsplanung	
		Freiheitsgrade im Prozess
		Qualitätsziele
	Produktentwicklung	
		Freiheitsgrade der Produktgestaltung
		Qualitätsziele
	Planung und Koordinierung	
		Ablaufplan, detailliert
		Arbeitsinhalte
		Entwicklungsauftrag
		Entwicklungszeit
		Fertigungsprozess
		Projektbudget
		Projektplan
		Projekttermine
		Projektziele
		Prüffunktionen
		Prüfvorgänge
		Vorgabezeitschätzung

Abbildung 10-1: Mögliche Ein-/Ausgangsgrößen und Rahmenbedingungen modularisierter Engineering-Dienstleistungen.

10.2 Klassifizierungs- und Beschreibungsmerkmale modularisierter Dienstleistungen

In Kapitel 5.2.2.2 dieser Arbeit wurde ein Konzept zur Klassifizierung und Beschreibung modularisierter Dienstleistungen erarbeitet und vorgestellt. Die so untergliederten Dienstleistungen teilen sich in die sechs Untergruppen *Analyse*, *Konzeption und Planung*, *Simulation und Bewertung*, *Konstruktion und Detaillierung*, *Daten- und Projektmanagement*, *Schulung und Fortbildung* und *Leasing*. Die folgenden Abbildungen stellen die Untergliederung für alle der genannten Untergruppen dar.

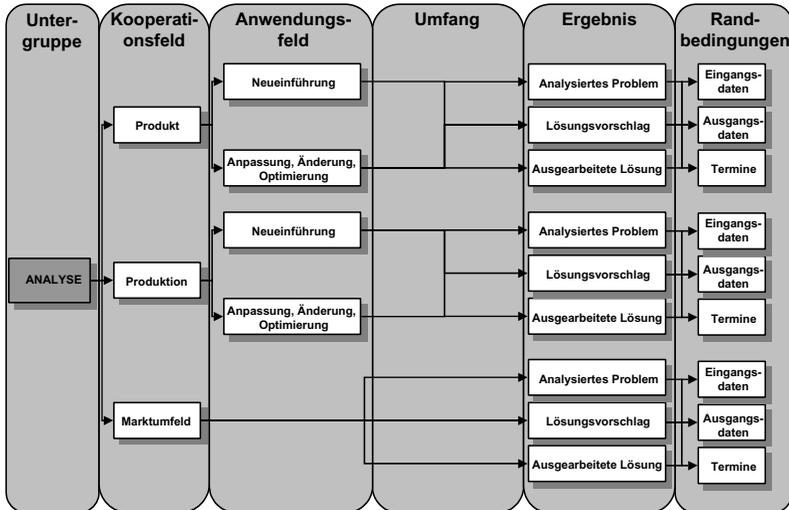


Abbildung 10-2: Klassifizierung und Beschreibungsmerkmale des Dienstleistungsbereichs "Analyse"

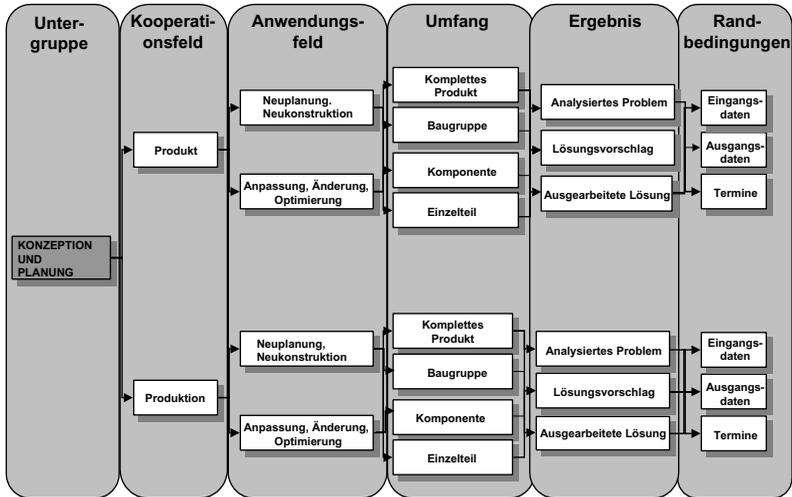


Abbildung 10-3: Klassifizierung und Beschreibungsmerkmale des Dienstleistungsbereichs "Konzeption und Planung"

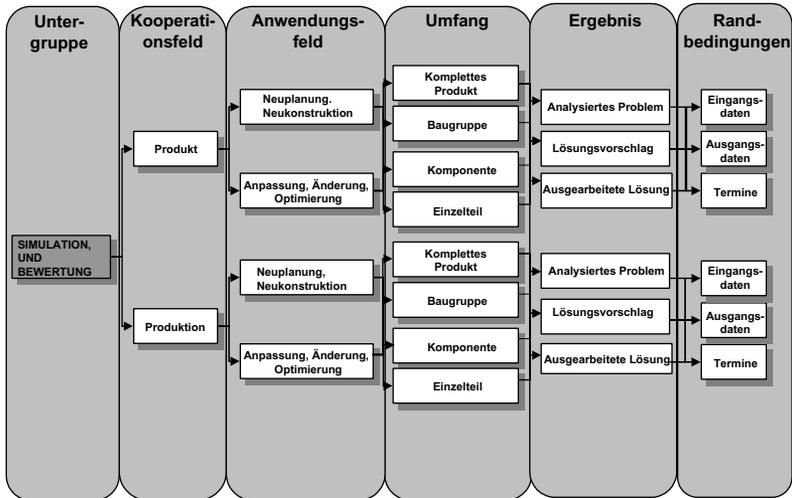


Abbildung 10-4: Klassifizierung und Beschreibungsmerkmale des Dienstleistungsbereichs "Simulation und Bewertung"

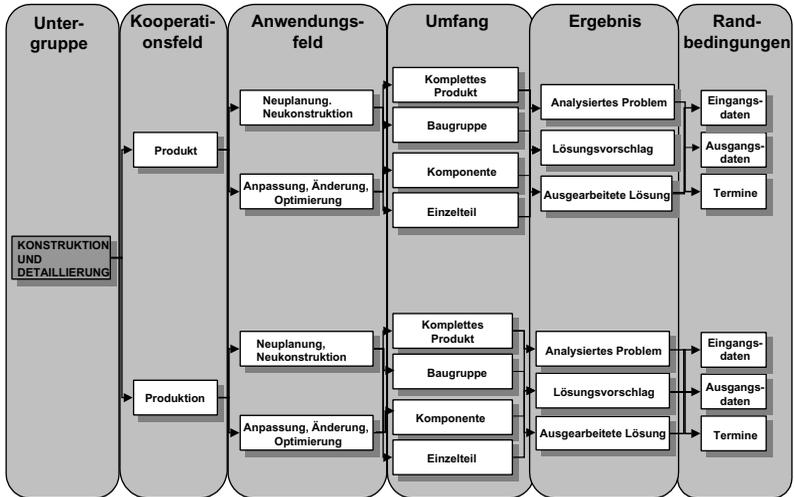


Abbildung 10-5: Klassifizierung und Beschreibungsmerkmale des Dienstleistungsbereichs "Konstruktion und Detaillierung"

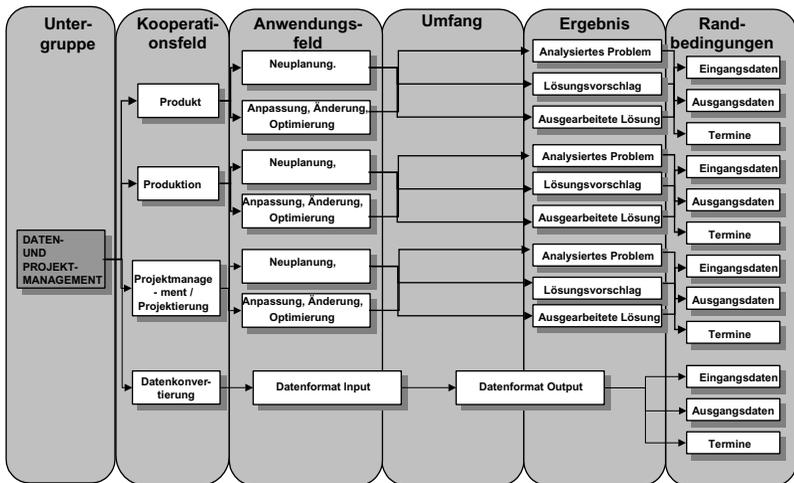


Abbildung 10-6: Klassifizierung und Beschreibungsmerkmale des Dienstleistungsbereichs "Daten- und Projektmanagement"

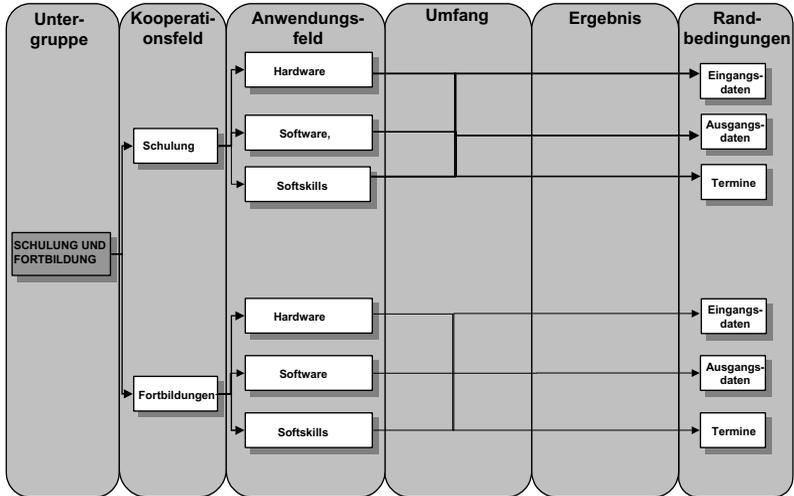


Abbildung 10-7: Klassifizierung und Beschreibungsmerkmale des Dienstleistungsbereichs "Schulung und Fortbildung"

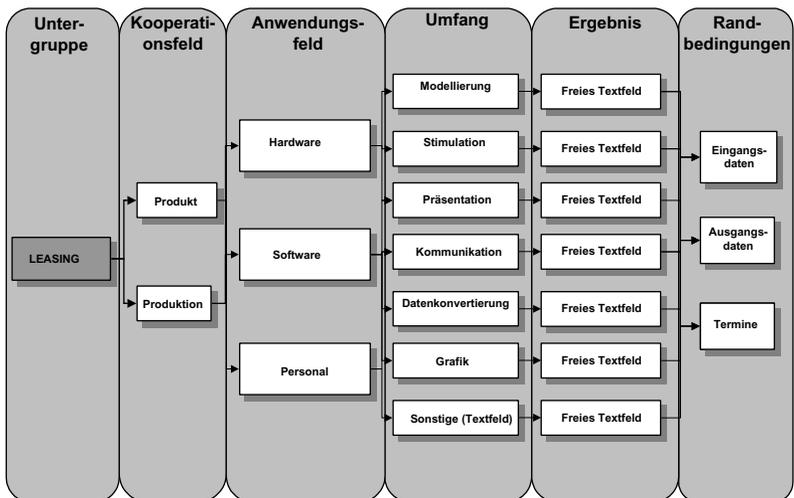


Abbildung 10-8: Klassifizierung und Beschreibungsmerkmale des Dienstleistungsbereichs "Leasing"

10.3 Anfrageformulare im Engineering-Net.de

Kapitel 6.1 der vorliegenden Arbeit stellt das *Engineering-Net.de* als das Konzept eines Kooperationsnetzwerks für die Unterstützung einer kurzfristigen Planung und Gestaltung unternehmensübergreifender Entwicklungs- und Planungskoperationen vor. Die hier verwendeten Formulare zur Anfrageerstellung unterstützen durch ihre Struktur die in Kapitel 5.2.2 beschriebene Methode der Modularisierung von Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen. Die Formulare orientieren sich dabei zusätzlich an den im vorangegangenen Kapitel 10.2 erläuterten Untergliederungsmerkmalen von Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen.

Die folgenden Abbildungen zeigen alle im *Engineering-Net.de* verwendeten Anfrageformulare für modularisierte Planungs- und Entwicklungsdienstleistungen.

Anfrage Testanfrage - Position Testanfrage bearbeiten

Eingelagert ist: Florian von der Hagen, iwb Simulationszentrum (Kunde)

[Homepage](#)

- Neue Anfrage
- Neue Position
- Position bearbeiten
- Anfrage-Gliederung
- Neuere Position?
- Leistungsverweil
- Beitragung

[Hilfe](#)

Position Testanfrage - Analyse

Bereich der Dienstleistung: ▼

Produkt
 Produktion
 Marktumfeld, Mitbewerber

Konstruktionstyp:

Gewünschtes Ergebnis: ▼

Analyse
 Lösungsvorschläge
 Ausgearbeitete Lösung

Ausgangslage: Vorlage vorhanden
 Anforderungen vorhanden

Datenverfügbarkeit ab:

Art und Umfang der Eingangsdaten:

Format Eingangsdaten:

Beschreibung der gewünschten Dienstleistung: ▼

Art und Umfang der Ausgangsdaten:

Format Ausgangsdaten:

Termin der Fertigstellung:

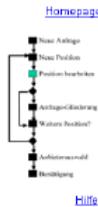
Termin Angebotsabgabe:

Datei(en) anfügen/entfernen:

* Pflichtfeld

Klicken Sie auf **Eingaben abschicken** um mit der Anfrageerstellung fortzufahren.
Beim Klicken auf die **zurück**-Schaltfläche gehen Ihre Eingaben verloren und Sie gelangen auf die vorherige Seite.

Abbildung 10-9: Formular des Engineering-Net.de für die Anfrage einer Dienstleistung aus der Hauptgruppe "Analyse"



Anfrage Testanfrage - Position Testanfrage bearbeiten

Eingelogg't ist: Florian von der Hagen, (wvb Simulationszentrum (Kunde))

Position Test - Konzeption und Planung

Bereich der Dienstleistung: Produkt Produktion

Konstruktionsart:

Umfang:

Gewünschtes Ergebnis: Analyse Lösungsvorschläge Ausgearbeitete Lösung

Ausgangslage: Vorlage vorhanden Anforderungen vorhanden

Datenverfügbarkeit ab:

Art und Umfang der Eingangsdaten:

Format Eingangsdaten:

Beschreibung der gewünschten Dienstleistung:

Art und Umfang der Ausgangsdaten:

Format Ausgangsdaten:

Termin der Fertigstellung:

Termin Angebotsabgabe:

Datei(en) anfügen/entfernen:

*** Pflichtfeld**

Klicken Sie auf **Eingaben abschicken** um mit der Anfrageerstellung fortzufahren.
Beim Klicken auf die **zurück**-Schaltfläche gehen Ihre Eingaben verloren und Sie gelangen auf die vorherige Seite.

Abbildung 10-10: Formular des Engineering-Net.de für die Anfrage einer Dienstleistung aus der Hauptgruppe "Konzeption und Planung"

Engineering-Net.de

Anfrage Testanfrage - Position Testanfrage bearbeiten
 Eingeloggt ist: Florian von der Hagen, ivb Simulationszentrum (Kunde)

[Homepage](#)

- Neue Anfragen
- Neue Positionen
- **Position bearbeiten**
- Anfrage-Überprüfung
- Weitere Positionen?
- Auftragszustand
- Bestellung

[Hilfe](#)

Position Test - Simulation und Bewertung

Bereich der Dienstleistung: Produkt Produktion

Konstruktionstyp:

Umfang:

Gewünschtes Ergebnis: Analyse Lösungsvorschläge Ausgearbeitete Lösung

Ausgangslage: Vorlage vorhanden Anforderungen vorhanden

Datenverfügbarkeit ab:

Art und Umfang der Eingangsdaten:

Format Eingangsdaten:

Beschreibung der gewünschten Dienstleistung:

Art und Umfang der Ausgangsdaten:

Format Ausgangsdaten:

Termin der Fertigstellung:

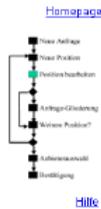
Termin Angebotsabgabe:

Datei(en) anfügen/entfernen:

* Pflichtfeld

Klicken Sie auf **Eingaben abschicken** um mit der Anfrageerstellung fortzufahren.
 Beim Klicken auf **die zurück**-Schaltfläche gehen Ihre Eingaben verloren und Sie gelangen auf die vorherige Seite.

Abbildung 10-11: Formular des Engineering-Net.de für die Anfrage einer Dienstleistung aus der Hauptgruppe "Simulation und Bewertung"



Anfrage Testanfrage - Position Testanfrage bearbeiten

Eingelegt ist: Florian von der Hagen, ivb Simulationszentrum (Kunde)

Position test - Konstruktion und Detaillierung

Bereich der Dienstleistung: * Produkt Produktion

Konstruktionstyp:

Umfang:

Gewünschtes Ergebnis: * Lösungsvorschläge Ausgearbeitete Lösung

Ausgangslage: Vorlage vorhanden Anforderungen vorhanden

Datenverfügbarkeit ab:

Art und Umfang der Eingangsdaten:

Format Eingangsdaten:

Beschreibung der gewünschten Dienstleistung: *

Art und Umfang der Ausgangsdaten:

Format Ausgangsdaten:

Termin der Fertigstellung:

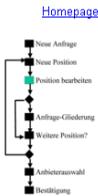
Termin Angebotsabgabe:

Datei(en) anlegen/entfernen:

* Pflichtfeld

Klicken Sie auf **Eingaben abschicken** um mit der Anfrageerstellung fortzufahren.
Beim Klicken auf die **zurück**-Schaltfläche gehen Ihre Eingaben verloren und Sie gelangen auf die vorherige Seite.

Abbildung 10-12: Formular des Engineering-Net.de für die Anfrage einer Dienstleistung aus der Hauptgruppe "Konstruktion und Detaillierung"

[Hilfe](#)

Anfrage Testanfrage - Position Testanfrage bearbeiten

Eingeloggt ist: Florian von der Hagen, iwv Simulationszentrum (Kunde)

Position Testanfrage - Projekt- und Datenmanagement

Bereich der Dienstleistung : *

Produktion
 Projektmanagement/Projektionierung
 Datenkonvertierung
 Produkt

Art der Dienstleistung:

Gewünschtes Ergebnis: *

Analyse
 Lösungsvorschläge
 Ausgearbeitete Lösung

Ausgangslage: Vorlage vorhanden
 Anforderungen vorhanden

Datenverfügbarkeit ab:

Art und Umfang der Eingangsdaten:

Format Eingangsdaten:

Beschreibung der gewünschten Dienstleistung: *

Art und Umfang der Ausgangsdaten:

Format Ausgangsdaten:

Gewünschter Beginn der Nutzung:

Termin Angebotsabgabe:

Datei(en) anfügen/entfernen:

* Pflichtfeld

Klicken Sie auf **Eingaben abschicken** um mit der Anfrageerstellung fortzufahren.
 Beim Klicken auf die **zurück**-Schaltfläche gehen Ihre Eingaben verloren und Sie gelangen auf die vorherige Seite.

Abbildung 10-13: Formular des Engineering-Net.de für die Anfrage einer Dienstleistung aus der Hauptgruppe "Daten- und Projektmanagement"

Engineering-Net.de

Anfrage Testanfrage - Position Testanfrage bearbeiten
 Eingeloggt ist: Florian von der Hagen, iw6 Simulationszentrum (Kunde)

[Homepage](#)

Neue Anfragen
 Neue Profile
 Profile bearbeiten
 Anfrage-Erstellung
 Warum Profile?
 Anmeldeprozess
 Beendigung

[Hilfe](#)

Position Testanfrage - Schulungen und Fortbildung

Veranstaltungstyp: Schulung
 Fortbildung

Themenschwerpunkt: Hardware
 Software
 Soft Skills

Beschreibung der gewünschten Dienstleistung >

Termin Angebotsabgabe:

Datei(en) anfügen/entfernen:

* Pflichtfeld

Klicken Sie auf **Eingaben abschicken** um mit der Anfrageerstellung fortzufahren.
 Beim Klicken auf die **zurück**-Schaltfläche gehen Ihre Eingaben verloren und Sie gelangen auf die vorherige Seite.

Abbildung 10-14: Formular des Engineering-Net.de für die Anfrage einer Dienstleistung aus der Hauptgruppe "Schulung und Fortbildung"

Engineering-Net.de

Anfrage Testanfrage - Position Testanfrage bearbeiten
 Eingeloggt ist: Florian von der Hagen, iwb Simulationszentrum (Kunde)

[Homepage](#)

- Neue Anfrage
- Neue Funktion
- Position bearbeiten
- Anfrage-Gleichung
- Weitere Produkte?
- Anbieterauswahl
- Bestätigung

[Hilfe](#)

Position Testanfrage - Leasing

Bereich des Leasings: Produkt
 Produktion
 Personal

Produktbereich: Hardware
 Software

Einsatzbereich: Modellierung
 Simulation
 Präsentation
 Kommunikation
 Datenkonvertierung
 Graphik
 Sonstige

Beschreibung der gewünschten Dienstleistung:

Gewünschter Beginn der Nutzung:

Gewünschtes Ende der Nutzungsdauer:

Termin Angebotsabgabe:

Datei(en) anfügen/entfernen:

^ Pflichtfeld

Klicken Sie auf **Eingaben abschicken** um mit der Anfrageerstellung fortzufahren.
 Beim Klicken auf die **zurück**-Schaltfläche gehen Ihre Eingaben verloren und Sie gelangen auf die vorherige Seite.

Abbildung 10-15: Formular des Engineering-Net.de für die Anfrage einer Dienstleistung aus der Hauptgruppe "Leasing von Personal, Hard- und Software"

10.4 Praxisbeispiele im Engineering-Net.de

Der folgende Abschnitt ergänzt die in den Kapiteln 6.2.1 bis 6.2.3 erfolgte Beschreibung konkreter Kooperationsbildungen im Kompetenznetzwerk *Engineering-Net.de* um die ausgefüllten Formulare der dabei erfolgten Anfragen.

Allgemeine Angaben	
Anfragebezeichnung:	Getriebemotoren - Montagelinie
Anfrage ID:	406
Anfrage Datum:	02.10.2001
Firma:	
Ansprechpartner:	
Anschrift:	
Positionen	
Pos. 1 Getriebemotoren - Montagelinie	
Position 1	
Positionbezeichnung:	Getriebemotoren - Montagelinie
Positionstyp:	Simulation und Optimierung
Positions ID:	193
Bereich der Dienstleistung:	Produktion
Konstruktionstyp:	Optimierungskonstruktion
Umfang:	Komplettes Produkt
Gewünschtes Ergebnis:	Analyse
Ausgangslage:	Vorlage vorhanden
Datenverfügbarkeit ab:	sofort
Art und Umfang der Eingangsdaten:	Anlagenlayout vorhanden, alle Stationen stehen fest, teilweise als Handarbeitsplätze, teilweise vollautomatisiert, Taktzeitvorgabe, Bandgeschwindigkeit ist vorgegeben.
Format Eingangsdaten:	DXF
Beschreibung der gewünschten Dienstleistung:	Sehr geehrte Damen und Herren, wir befinden uns in der Angebotsphase einer Produktionslinie für kleine Getriebemotoren. Unser Kunde wünscht nach der Auftragsvergabe eine Ablaufsimulation der Anlage, bei der die gleichmäßige Auslastung der jeweiligen Arbeitsplätze gewährleistet werden soll. D
Art und Umfang der Ausgangsdaten:	Mindestanzahl der WT's; wo ist die Taktzeitgrenze; Welche Station(en) sind der "Flaschenhals"
Format Ausgangsdaten:	DOC
Termin der Fertigstellung:	KW44-45
Termin Angebotsabgabe:	KW41
Angefügte Dateien:	Layout.dxf,

Abbildung 10-16: Anfrage einer Simulationsdienstleistung (Praxisbeispiel 1)

Allgemeine Angaben	
Anfragebezeichnung:	Konstruktion Belastungsvorrichtung
Anfrage ID:	535
Anfrage Datum:	18.01.2002
Firma:	
Ansprechpartner:	
Anschrift:	
Positionen	
Pos. 1 Konstruktion	
Position 1	
Positionbezeichnung:	Konstruktion
Positionstyp:	Konstruktion, Planung und Modellierung
Positions ID:	242
Bereich der Dienstleistung:	Produkt
Konstruktionstyp:	Neukonstruktion
Umfang:	Baugruppe
Gewünschtes Ergebnis:	Lösungsvorschläge Ausgearbeitete Lösung
Ausgangslage:	Anforderungen vorhanden
Datenverfügbarkeit ab:	18.01.2002
Art und Umfang der Eingangsdaten:	Ausschreibung für Belastungsvorrichtung
Format Eingangsdaten:	Word-Dok.
Beschreibung der gewünschten Dienstleistung:	Konstruktion einer Belastungsvorrichtung für einen Flugzeug Spoiler. 1. Ausarbeitung des Konstruktionskonzepts 2. 3D-Konstruktion 3. Anfertigung von Fertigungszeichnungen, Stücklisten, Assembly Zeichnungen
Art und Umfang der Ausgangsdaten:	CATIA V4.2 3D Modelle, Fertigungszeichnungen gemäß DIN Standart, Stückliste inkl. Normteile
Format Ausgangsdaten:	CATIA V4.2.2
Termin der Fertigstellung:	28.02.2002
Termin Angebotsabgabe:	25.01.2002
Angefügte Dateien:	Ausschreibung_Versuchsaufbau.doc,

Abbildung 10-17: Anfrage einer Konstruktionsdienstleistung (Praxisbeispiel 2)

Allgemeine Angaben	
Anfragebezeichnung:	
Anfrage ID:	419
Anfrage Datum:	08.10.2001
Firma:	
Ansprechpartner:	
Anschrift:	
Positionen	
Pos. 1 FEM-Berechnung	
Position 1	
Positionbezeichnung:	FEM-Berechnung
Positionstyp:	Simulation und Optimierung
Positions ID:	203
Bereich der Dienstleistung:	Produkt
Konstruktionstyp:	Änderungskonstruktion
Umfang:	Komplettes Produkt
Gewünschtes Ergebnis:	Analyse Lösungsvorschläge
Ausgangslage:	Vorlage vorhanden Anforderungen vorhanden
Datenverfügbarkeit ab:	08.10.01
Art und Umfang der Eingangsdaten:	ProE-CAD-Modelle Belastungen sing gegeben
Format Eingangsdaten:	ProEngineer
Beschreibung der gewünschten Dienstleistung:	Simulation und oPTIMIERUNG DES SCHWINGUNGSVERHALTENS DES MASCHINENBETTS
Art und Umfang der Ausgangsdaten:	
Format Ausgangsdaten:	
Termin der Fertigstellung:	
Termin Angebotsabgabe:	10.10.01

Abbildung 10-18: Anfrage über eine FEM-Simulation aus Sicht des empfangenden Dienstleistungsanbieters (Praxisbeispiel 3)

10.5 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Reaktion auf Technologiesprünge und neue Marktanforderungen durch Produktion und Produkt (in Anlehnung an LINDEMANN ET AL. 2001)	1
Abbildung 1-2: Zielsetzung und Gliederung der vorliegenden Arbeit	4
Abbildung 2-1: Erfolgsfaktor Wandlungsfähigkeit in turbulentem Umfeld (REINHART 2000, S. 39)	6
Abbildung 2-2: Strategien der Unternehmen zum erfolgreichen Agieren in dynamischen Märkten (in Anlehnung an BULLIGER ET AL. 1999).....	8
Abbildung 2-3: Kombination eine Konzentration auf Kernkompetenzen mit der Einbeziehung externer Kompetenzen als Ergebnis einer strategischen Unternehmensplanung (in Anlehnung an KREIKEBAUM 1997 und SCHERNIKAU 2001)	9
Abbildung 2-4: Vergleich wandlungsfähiger und herkömmlicher Entwicklungs- und Planungsketten	10
Abbildung 2-5: Bereiche und Dauer der Einbindung externer Kompetenzen und Ressourcen in produzierenden Unternehmen (Basierend auf GAUSEMEIER ET AL. 2000)	13
Abbildung 2-6: Gründe, Chancen und Risiken unternehmensübergreifender Kooperationen aus Sicht produzierender Unternehmen (in Anlehnung an GAUSEMEIER 2000, S. 120)	14
Abbildung 2-7: Formen, Auswahlkriterien und Vorlaufzeiten für Entwicklungs- und Planungsk Kooperationen (Quelle: Befragung von 15 Dienstleistern)	16
Abbildung 2-8: Kriterien für erfolgreiche Entwicklungs- und Planungsk Kooperationen (Quelle: Befragung von 15 Dienstleistern).....	17
Abbildung 3-1: Betrachtetes Umfeld des Standes der Forschung und der Technik	22
Abbildung 3-2: Referenzmodell des Kooperativen Produktengineering (GAUSEMEIER ET AL. 2000, S. 20).....	24
Abbildung 3-3: Beschreibung eines Prozessschritts durch die SADT-Modellierungsmethode (in Anlehnung an MERTINS ET AL. 1994).....	25
Abbildung 3-4: Statisch-determinierte Vorgehensweise bei Entwicklungs- und Planungsprozessen (in Anlehnung an EISENHARDT U. TABRIZI 1995 und SCHÖTTNER 2000).....	26
Abbildung 3-5: Dynamisch-iterative Vorgehensweise bei Entwicklungs- und Planungsprozessen (in Anlehnung an EISENHARDT U. TABRIZI 1995 und SCHÖTTNER 2000).....	26

Abbildung 3-6: Komplexität von Entwicklungsprojekten am Beispiel mechatronischer Produkte und Produktionssysteme (in Anlehnung an GRUNWALD 2001 und ULRICH U. EPPINGER 1995)	28
Abbildung 3-7: Kostenverursachung und Kostenfestlegung der Entwicklung und Planung bei der Nutzung zeitlich begrenzter Marktpotenziale (in Anlehnung an REINHART ET AL. 1996B und LOTTER 1992)	29
Abbildung 3-8: Arbeitsschritte der VDI-Richtlinien 2221&2222 und Vorgehenszyklus des Konstruierens (EHRENSPIEL 1995).....	31
Abbildung 3-9: Phasen des Product-Life-Cycle (nach WESTKÄMPER 1999A)	31
Abbildung 3-10: Informationsflüsse in der Produktentwicklung und Produktionsplanung (nach EHRENSPIEL 1995)	32
Abbildung 3-11: 5-Ebenen-Modell der Produktionsplanung nach BLEY (1994, S. 231)....	34
Abbildung 3-12: Verzahnung der Produktentwicklung und Produktionsplanung am Beispiel der Montageplanung (FELDMANN 1996).....	35
Abbildung 3-13: Geschäftsprozessbaustein zur flexiblen Gestaltung und Optimierung von Entwicklungs- und Planungsprozessen (MURR 1999, S. 49).....	38
Abbildung 3-14: Virtuelle Prototypen in der Produkt- und Produktionentstehung (nach SPUR 2000, S. 2).....	41
Abbildung 3-15: Kopplung verschiedener CA-Methoden (in Anlehnung an SCHÖTTNER 2000)	44
Abbildung 3-16: Datenverwaltung der Produkt- und Produktionsdaten durch PDM- und PPS-Systeme (BULLINGER ET AL. 1999)	45
Abbildung 3-17: Basisstruktur von Unternehmensnetzwerken zur Bildung von Kooperationsbeziehungen (SCHLIFFENBACHER 2000)	48
Abbildung 3-18: Struktur eines virtuellen Unternehmen auf der Basis dynamischer, hierarchieloser Netzwerke (SCHLIFFENBACHER 2000).....	49
Abbildung 3-19: Varianten der Generalunternehmerschaft in mehrdimensionalen Netzwerken (RUDORFER 2001, S. 19)	50
Abbildung 3-20: Unterschiedliche Eigenschaften von Sach- und Dienstleistungen (nach LEHMANN 1993 und JASCHINSKI 1998, S. 94).....	53
Abbildung 3-21: Abläufe der Sachgüter- und Dienstleistungserstellung (MALERI 1994, S. 170).....	54
Abbildung 3-22:Zusammenspiel zwischen Produktentwicklung und Produktionsplanung (MURR 1999, S. 9.).....	57

Abbildung 3-23: Grundlagen des Szenario-Managements (GAUSEMEIER ET AL. 2000, S. 139).....	60
Abbildung 3-24: Vorgehen und Ergebnis der Kernkompetenzanalyse (nach REINHART U. GRUNWALD 1999, S. 57 und HINTERHUBER 1996, S. 132).....	61
Abbildung 3-25: Kundenorientierte Wertschöpfungskette (KLEINSORGE 1999).....	66
Abbildung 3-26: Die 12 Hauptgebiete von Dienstleistungen nach DIN EN ISO 9004, Teil 2	69
Abbildung 3-27: Komponenten der unmittelbaren und mittelbaren Qualitätslenkung (in Anlehnung an GEIGER 1999)	70
Abbildung 3-28: Bewertung bestehender Ansätze hinsichtlich ihrer Eignung für die Anbahnung und Abwicklung kurzfristiger Engineering-Kooperationen ..	72
Abbildung 4-1: Spannungsfeld zwischen Anreizen und Hemmnissen bei der kurzfristigen Nutzung externer Kompetenzen (in Anlehnung an GAUSEMEIER ET AL. 2000 und SCHLIFFENBACHER ET AL. 1999).....	73
Abbildung 5-1: Übertragung des Product-Life-Cycle auf den Lebenszyklus kooperativer Entwicklungs- und Planungsprozesse	78
Abbildung 5-2: Übertragung des methodischen Konstruierens nach EHRENSPIEL (1995) auf die Planung kooperativer Entwicklungs- und Planungsprozesse - Gliederung des Kapitels 5	79
Abbildung 5-3: Potenziale und Gefahren einer Prozessmodularisierung in Entwicklungsprozessen (in Anlehnung an GRUNWALD 2001, S. 69 und GÖPFERT 1998, S. 157).....	81
Abbildung 5-4: Modell eines elementaren, determinierten Entwicklungsschritts (in Anlehnung an SCHUMANN 1994, S. 14)	82
Abbildung 5-5: Beispiele statisch-determinierter und dynamisch-iterativer Prozesse in Entwicklungskooperationen	83
Abbildung 5-6: Eingrenzung dynamisch-iterativer Bereiche des Entwicklungsprozesses als determinierte Dienstleistung	84
Abbildung 5-7: Funktionsbeschreibung modularisierter Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen durch Untergliederung der Tätigkeiten in Primär- und Sekundärdienstleistungen.....	88
Abbildung 5-8: Methode zur Modularisierung von Entwicklungsdienstleistungen auf Basis determinierter Entwicklungsprozesse.....	91
Abbildung 5-9: Verkettung mehrerer Dienstleistungsmodule zu einer unternehmensübergreifenden Wertschöpfungskette	92

Abbildung 5-10: Methode zur Modularisierung von Entwicklungs- und Planungsdienstleistung – Einordnung in die Gesamtmethode.....	93
Abbildung 5-11: Gliederungsansatz für Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen.....	95
Abbildung 5-12: Klassifizierungs- und Beschreibungsmerkmale modularisierter Dienstleistungen zur kurzfristigen Bildung von Entwicklungs- und Planungsk Kooperationen	96
Abbildung 5-13: Klassifizierungs- und Beschreibungsmerkmale modularisierter Dienstleistungen am Beispiel von Simulations- und Bewertungsdienstleistungen	97
Abbildung 5-14: Anwendung des Prozessmanagements auf die Methode der modularisierten Engineering-Dienstleistung (in Anlehnung an KLEINSORGE 1999)	98
Abbildung 5-15: Evolutionäre marktliche Konfiguration in heterarchischen Kompetenznetzwerken (in Anlehnung an SCHLIFFENBACHER 2000).....	100
Abbildung 5-16: Kooperationsbildung zur Erfüllung kundenindividueller Anforderungen in heterarchischen Kompetenznetzwerken (in Anlehnung an RUDORFER 2001)	100
Abbildung 5-17: Methode heterarchischer Kompetenznetzwerke zur Generierung möglicher Kooperationslösungen	101
Abbildung 5-18: Selbstorganisation in heterarchischen Kompetenznetzwerken zur Beherrschung der Komplexität unternehmensübergreifender Entwicklungsprozesse (in Anlehnung an PROBST 1987)	103
Abbildung 5-19: Bewertungskriterien modularisierter Dienstleistungen zur kurzfristigen Bildung von Entwicklungs- und Planungsk Kooperationen (in Anlehnung an LINNHOFF 1996).....	106
Abbildung 5-20: Beispiel eines n-dimensionalen Anforderungsvektors für Produktionsdienstleistungen nach SCHLIFFENBACHER (2000, S. 75)	108
Abbildung 5-21: Vektorielle Sichtweise zur Bewertung modularisierter Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen	111
Abbildung 5-22: Skalierungsmatrix für qualitative Zielkriterien (nach HABERFELLNER ET AL. 1997)	111
Abbildung 5-23: Zuordnungsfunktion für die Maßzahl m_{zi} auf die prozentuale Zeitabweichung eines Angebots	112
Abbildung 5-24: Umsetzung einer modularisierten Dienstleistungsanfrage in einen Anforderungsvektor	115
Abbildung 5-25: Umsetzung erhaltener Kooperationsangebote in Erfüllungsvektoren.....	116

Abbildung 5-26: Bewerten möglicher Kooperationslösungen durch Bilden eines Abweichungsvektors	116
Abbildung 5-27: Auswirkung der Abweichung des Erfüllungsvektors vom Anforderungsvektor.....	117
Abbildung 5-28: Abschließende Bewertung von Kosten und Nutzen von Kooperationslösungen durch ein Kosten-Nutzen-Diagramm	119
Abbildung 5-29: Ergebnisse und Maßnahmen des Auswahlprozesses modularisierter Dienstleistungen	120
Abbildung 5-30: Bewertung modularisierter Dienstleistungsangebote und Dienstleisterauswahl durch eine vektorielle Betrachtungsweise.....	121
Abbildung 5-31: Unterstützung der Kooperationsbildung durch eine modularisierte Beschreibung von Entwicklungs- und Planungsdienstleistungen	122
Abbildung 6-1: Grundkonzept des Engineering-Net.de (REINHART U. V. DER HAGEN 2001B, S. 120)	126
Abbildung 6-2: Anwendung des methodischen Gestaltens kooperativer Entwicklungs- und Planungsprozesse im Engineering-Net.de	127
Abbildung 6-3: Direkte und indirekte Unterstützung der kurzfristigen Bildung von Entwicklungs- und Planungsk Kooperationen durch das Engineering-Net.de	128
Abbildung 6-4: Spezifizierung der Untergruppen eines Dienstleistungsmoduls im Anfrageformular des Engineering-Net.de	130
Abbildung 6-5: Formular zur Beschreibung der modularisierten Dienstleistung “Simulation und Bewertung“ im Engineering-Net.de	131
Abbildung 6-6: Darstellung einer Anfrage und Bearbeitungsmöglichkeiten bei der Angebotsabgabe im Engineering-Net.de	133
Abbildung 6-7: Umsetzung der Methode zur Ermittlung der Kennzahl zur Vorgabeabweichung in einer Tabellenkalkulation.....	135
Abbildung 6-8: Befehlselemente zur Auftragserteilung und Angebotsablehnung im Engineering-Net.de.....	136
Abbildung 6-9: Kosten-Nutzen-Diagramm für Kooperationslösungen einer Ablaufsimulation zur Produktionsplanung (Praxisbeispiel 1)	138
Abbildung 6-10: Kosten-Nutzen-Diagramm für Kooperationslösungen einer Konstruktionsdienstleistung (Praxisbeispiel 2).....	139
Abbildung 7-1: Zusammenfassende Bewertung der Erfüllung der gesetzten Ziele der Arbeit.....	142

Abbildung 7-2: Abschätzung des direkten Aufwandes und Nutzens der Methode für einen Dienstleistungsnachfrager bei der Anfrageerstellung.....	144
Abbildung 7-3: Indirekter Nutzen kurzfristiger Kooperationen durch frühere Ergebnislieferung externer Kooperationspartner	146
Abbildung 7-4: Abschätzung des unmittelbaren Aufwandes und Nutzens der Methode für einen Dienstleister bei der Angebotserstellung.....	148
Abbildung 7-5: Abschätzung des jährlichen Aufwands des Betriebs eines Kompetenznetzwerks (in Anlehnung an SCHLIFFENBACHER 2000).....	149
Abbildung 7-6: Abschätzung eines kostendeckenden Betriebs für Kompetenznetzwerke zur Entwicklung und Planung.....	150
Abbildung 10-1: Mögliche Ein-/Ausgangsgrößen und Rahmenbedingungen modularisierter Engineering-Dienstleistungen.	183
Abbildung 10-2: Klassifizierung und Beschreibungsmerkmale des Dienstleistungsbereichs "Analyse"	183
Abbildung 10-3: Klassifizierung und Beschreibungsmerkmale des Dienstleistungsbereichs "Konzeption und Planung"	184
Abbildung 10-4: Klassifizierung und Beschreibungsmerkmale des Dienstleistungsbereichs "Simulation und Bewertung"	184
Abbildung 10-5: Klassifizierung und Beschreibungsmerkmale des Dienstleistungsbereichs "Konstruktion und Detaillierung"	185
Abbildung 10-6: Klassifizierung und Beschreibungsmerkmale des Dienstleistungsbereichs "Daten- und Projektmanagement"	185
Abbildung 10-7: Klassifizierung und Beschreibungsmerkmale des Dienstleistungsbereichs "Schulung und Fortbildung"	186
Abbildung 10-8: Klassifizierung und Beschreibungsmerkmale des Dienstleistungsbereichs "Leasing"	186
Abbildung 10-9: Formular des Engineering-Net.de für die Anfrage einer Dienstleistung aus der Hauptgruppe "Analyse"	188
Abbildung 10-10: Formular des Engineering-Net.de für die Anfrage einer Dienstleistung aus der Hauptgruppe "Konzeption und Planung"	189
Abbildung 10-11: Formular des Engineering-Net.de für die Anfrage einer Dienstleistung aus der Hauptgruppe "Simulation und Bewertung"	190
Abbildung 10-12: Formular des Engineering-Net.de für die Anfrage einer Dienstleistung aus der Hauptgruppe "Konstruktion und Detaillierung" .	191

Abbildung 10-13: Formular des Engineering-Net.de für die Anfrage einer Dienstleistung aus der Hauptgruppe "Daten- und Projektmanagement" ..	192
Abbildung 10-14: Formular des Engineering-Net.de für die Anfrage einer Dienstleistung aus der Hauptgruppe "Schulung und Fortbildung"	193
Abbildung 10-15: Formular des Engineering-Net.de für die Anfrage einer Dienstleistung aus der Hauptgruppe "Leasing von Personal, Hard- und Software"	194
Abbildung 10-16: Anfrage einer Simulationsdienstleistung (Praxisbeispiel 1)	195
Abbildung 10-17: Anfrage einer Konstruktionsdienstleistung (Praxisbeispiel 2)	196
Abbildung 10-18: Anfrage über eine FEM-Simulation aus Sicht des empfangenden Dienstleistungsanbieters (Praxisbeispiel 3)	197

Seminarberichte iwb

herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart, Institut für Werkzeugmaschinen
und Betriebswissenschaften der Technischen Universität München

Seminarberichte iwb sind erhältlich im Buchhandel oder beim
Herbert Utz Verlag, München, Fax 089-277791-01, utz@utzverlag.com

- 1 **Innovative Montagesysteme · Anlagengestaltung, -bewertung und -überwachung**
115 Seiten · ISBN 3-931327-01-9
- 2 **Integriertes Produktmodell · Von der Idee zum fertigen Produkt**
82 Seiten · ISBN 3-931327-02-7
- 3 **Konstruktion von Werkzeugmaschinen · Berechnung, Simulation und Optimierung**
110 Seiten · ISBN 3-931327-03-5
- 4 **Simulation · Einsatzmöglichkeiten und Erfahrungsberichte**
134 Seiten · ISBN 3-931327-04-3
- 5 **Optimierung der Kooperation in der Produktentwicklung**
95 Seiten · ISBN 3-931327-05-1
- 6 **Materialbearbeitung mit Laser · von der Planung zur Anwendung**
86 Seiten · ISBN 3-931327-76-0
- 7 **Dynamisches Verhalten von Werkzeugmaschinen**
80 Seiten · ISBN 3-931327-77-9
- 8 **Qualitätsmanagement · der Weg ist das Ziel**
130 Seiten · ISBN 3-931327-78-7
- 9 **Installationstechnik an Werkzeugmaschinen · Analysen und Konzepte**
120 Seiten · ISBN 3-931327-79-5
- 10 **3D-Simulation · Schneller, sicherer und kostengünstiger zum Ziel**
90 Seiten · ISBN 3-931327-10-8
- 11 **Unternehmensorganisation · Schlüssel für eine effiziente Produktion**
110 Seiten · ISBN 3-931327-11-6
- 12 **Autonome Produktionssysteme**
100 Seiten · ISBN 3-931327-12-4
- 13 **Planung von Montageanlagen**
130 Seiten · ISBN 3-931327-13-2
- 14 **Nicht erschienen – wird nicht erscheinen**
- 15 **Flexible Fluide Kleb/Dichtstoffe · Dosierung und Prozeßgestaltung**
80 Seiten · ISBN 3-931327-15-9
- 16 **Time to Market · Von der Idee zum Produktionsstart**
80 Seiten · ISBN 3-931327-16-7
- 17 **Industriekeramik in Forschung und Praxis · Probleme, Analysen und Lösungen**
80 Seiten · ISBN 3-931327-17-5
- 18 **Das Unternehmen im Internet · Chancen für produzierende Unternehmen**
165 Seiten · ISBN 3-931327-18-3
- 19 **Leittechnik und Informationslogistik · mehr Transparenz in der Fertigung**
85 Seiten · ISBN 3-931327-19-1
- 20 **Dezentrale Steuerungen in Produktionsanlagen · Plug & Play · Vereinfachung von Entwicklung und Inbetriebnahme**
105 Seiten · ISBN 3-931327-20-5
- 21 **Rapid Prototyping · Rapid Tooling · Schnell zu funktionalen Prototypen**
95 Seiten · ISBN 3-931327-21-3
- 22 **Mikrotechnik für die Produktion · Greifbare Produkte und Anwendungspotentiale**
95 Seiten · ISBN 3-931327-22-1
- 24 **EDM Engineering Data Management**
195 Seiten · ISBN 3-931327-24-8
- 25 **Rationelle Nutzung der Simulationstechnik · Entwicklungstrends und Praxisbeispiele**
152 Seiten · ISBN 3-931327-25-6
- 26 **Alternative Dichtungssysteme · Konzepte zur Dichtungsmontage und zum Dichtmittelauftrag**
110 Seiten · ISBN 3-931327-26-4
- 27 **Rapid Prototyping · Mit neuen Technologien schnell vom Entwurf zum Serienprodukt**
111 Seiten · ISBN 3-931327-27-2
- 28 **Rapid Tooling · Mit neuen Technologien schnell vom Entwurf zum Serienprodukt**
154 Seiten · ISBN 3-931327-28-0
- 29 **Installationstechnik an Werkzeugmaschinen · Abschlußseminar**
156 Seiten · ISBN 3-931327-29-9
- 30 **Nicht erschienen – wird nicht erscheinen**
- 31 **Engineering Data Management (EDM) · Erfahrungsberichte und Trends**
183 Seiten · ISBN 3-931327-31-0
- 32 **Nicht erschienen – wird nicht erscheinen**
- 33 **3D-CAD · Mehr als nur eine dritte Dimension**
181 Seiten · ISBN 3-931327-33-7
- 34 **Laser in der Produktion · Technologische Randbedingungen für den wirtschaftlichen Einsatz**
102 Seiten · ISBN 3-931327-34-5
- 35 **Ablaufsimulation · Anlagen effizient und sicher planen und betreiben**
129 Seiten · ISBN 3-931327-35-3
- 36 **Moderne Methoden zur Montageplanung · Schlüssel für eine effiziente Produktion**
124 Seiten · ISBN 3-931327-36-1
- 37 **Wettbewerbsfaktor Verfügbarkeit · Produktivitätssteigerung durch technische und organisatorische Ansätze**
95 Seiten · ISBN 3-931327-37-X
- 38 **Rapid Prototyping · Effizienter Einsatz von Modellen in der Produktentwicklung**
128 Seiten · ISBN 3-931327-38-8
- 39 **Rapid Tooling · Neue Strategien für den Werkzeug- und Formenbau**
130 Seiten · ISBN 3-931327-39-6
- 40 **Erfolgreich kooperieren in der produzierenden Industrie · Flexibler und schneller mit modernen Kooperationen**
160 Seiten · ISBN 3-931327-40-X
- 41 **Innovative Entwicklung von Produktionsmaschinen**
146 Seiten · ISBN 3-89675-041-0
- 42 **Stückzahlflexible Montagesysteme**
139 Seiten · ISBN 3-89675-042-9
- 43 **Produktivität und Verfügbarkeit · ...durch Kooperation steigern**
120 Seiten · ISBN 3-89675-043-7
- 44 **Automatisierte Mikromontage · Handhaben und Positionieren von Mikroteilen**
125 Seiten · ISBN 3-89675-044-5
- 45 **Produzieren in Netzwerken · Lösungsansätze, Methoden, Praxisbeispiele**
173 Seiten · ISBN 3-89675-045-3
- 46 **Virtuelle Produktion · Ablaufsimulation**
108 Seiten · ISBN 3-89675-046-1
- 47 **Virtuelle Produktion · Prozeß- und Produktsimulation**
131 Seiten · ISBN 3-89675-047-X
- 48 **Sicherheitstechnik an Werkzeugmaschinen**
106 Seiten · ISBN 3-89675-048-8

- 49 **Rapid Prototyping · Methoden für die reaktionsfähige Produktentwicklung**
150 Seiten · ISBN 3-89675-049-6
- 50 **Rapid Manufacturing · Methoden für die reaktionsfähige Produktion**
121 Seiten · ISBN 3-89675-050-X
- 51 **Flexibles Kleben und Dichten · Produkt- & Prozeßgestaltung, Mischverbindungen, Qualitätskontrolle**
137 Seiten · ISBN 3-89675-051-8
- 52 **Rapid Manufacturing · Schnelle Herstellung von Klein- und Prototypenserien**
124 Seiten · ISBN 3-89675-052-6
- 53 **Mischverbindungen · Werkstoffauswahl, Verfahrensauswahl, Umsetzung**
107 Seiten · ISBN 3-89675-054-2
- 54 **Virtuelle Produktion · Integrierte Prozess- und Produktsimulation**
133 Seiten · ISBN 3-89675-054-2
- 55 **e-Business in der Produktion · Organisationskonzepte, IT-Lösungen, Praxisbeispiele**
150 Seiten · ISBN 3-89675-055-0
- 56 **Virtuelle Produktion – Ablaufsimulation als planungsbegleitendes Werkzeug**
150 Seiten · ISBN 3-89675-056-9
- 57 **Virtuelle Produktion – Datenintegration und Benutzerschnittstellen**
150 Seiten · ISBN 3-89675-057-7
- 58 **Rapid Manufacturing · Schnelle Herstellung qualitativ hochwertiger Bauteile oder Kleinserien**
169 Seiten · ISBN 3-89675-058-7
- 59 **Automatisierte Mikromontage · Werkzeuge und Fügetechnologien für die Mikrosystemtechnik**
114 Seiten · ISBN 3-89675-059-3
- 60 **Mechatronische Produktionssysteme · Genauigkeit gezielt entwickeln**
131 Seiten · ISBN 3-89675-060-7
- 61 **Nicht erschienen – wird nicht erscheinen**
- 62 **Rapid Technologien · Anspruch – Realität – Technologien**
100 Seiten · ISBN 3-89675-062-3
- 63 **Fabrikplanung 2002 · Visionen – Umsetzung – Werkzeuge**
124 Seiten · ISBN 3-89675-063-1

Forschungsberichte iwb

herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart, Institut für Werkzeugmaschinen
und Betriebswissenschaften der Technischen Universität München

Forschungsberichte iwb ab Band 122 sind erhältlich im Buchhandel oder beim
Herbert Utz Verlag, München, Fax 089-277791-01, utz@utzverlag.de

- 122 Schneider, Burghard
Prozesskettenorientierte Bereitstellung nicht formstabiler Bauteile
1999 · 183 Seiten · 98 Abb. · 14 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-559-5
- 123 Goldstein, Bernd
Modellgestützte Geschäftsprozeßgestaltung in der Produktentwicklung
1999 · 170 Seiten · 65 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-546-3
- 124 Mößner, Helmut E.
Methode zur simulationsbasierten Regelung zeitvarianter Produktionssysteme
1999 · 164 Seiten · 67 Abb. · 5 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-585-4
- 125 Gräser, Ralf-Gunter
Ein Verfahren zur Kompensation temperaturinduzierter Verformungen an Industrierobotern
1999 · 167 Seiten · 63 Abb. · 5 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-603-6
- 126 Trossin, Hans-Jürgen
Nutzung der Ähnlichkeitstheorie zur Modellbildung in der Produktionstechnik
1999 · 162 Seiten · 75 Abb. · 11 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-614-1
- 127 Kugelmann, Doris
Aufgabenorientierte Offline-Programmierung von Industrierobotern
1999 · 168 Seiten · 68 Abb. · 2 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-615-X
- 128 Diesch, Rolf
Steigerung der organisatorischen Verfügbarkeit von Fertigungszellen
1999 · 160 Seiten · 69 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-618-4
- 129 Lulay, Werner E.
Hybrid-hierarchische Simulationsmodelle zur Koordination teilautonomer Produktionsstrukturen
1999 · 182 Seiten · 51 Abb. · 14 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-620-6
- 130 Murr, Otto
Adaptive Planung und Steuerung von integrierten Entwicklungs- und Planungsprozessen
1999 · 178 Seiten · 85 Abb. · 3 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-636-2
- 131 Macht, Michael
Ein Vorgehensmodell für den Einsatz von Rapid Prototyping
1999 · 170 Seiten · 87 Abb. · 5 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-638-9
- 132 Mehler, Bruno H.
Aufbau virtueller Fabriken aus dezentralen Partnerverbänden
1999 · 152 Seiten · 44 Abb. · 27 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-645-1
- 133 Heitmann, Knut
Sichere Prognosen für die Produktionsoptimierung mittels stochastischer Modelle
1999 · 146 Seiten · 60 Abb. · 13 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-675-3
- 134 Blessing, Stefan
Gestaltung der Materialflußsteuerung in dynamischen Produktionsstrukturen
1999 · 160 Seiten · 67 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-690-7
- 135 Abay, Can
Numerische Optimierung multivariater mehrstufiger Prozesse am Beispiel der Hartbearbeitung von Industriekeramik
2000 · 159 Seiten · 46 Abb. · 5 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-697-4

- 136 Brandner, Stefan
Integriertes Produktdaten- und Prozeßmanagement in virtuellen Fabriken
 2000 · 172 Seiten · 61 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-715-6
- 137 Hirschberg, Arnd G.
Verbindung der Produkt- und Funktionsorientierung in der Fertigung
 2000 · 165 Seiten · 49 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-729-6
- 138 Reek, Alexandra
Strategien zur Fokuspositionierung beim Laserstrahlschweißen
 2000 · 193 Seiten · 103 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-730-X
- 139 Sabbah, Khalid-Alexander
Methodische Entwicklung störungstoleranter Steuerungen
 2000 · 148 Seiten · 75 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-739-3
- 140 Schliffenbacher, Klaus U.
Konfiguration virtueller Wertschöpfungsketten in dynamischen, heterarchischen Kompetenznetzwerken
 2000 · 187 Seiten · 70 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-754-7
- 141 Sprenzell, Andreas
Integrierte Kostenkalkulationsverfahren für die Werkzeugmaschinenentwicklung
 2000 · 144 Seiten · 55 Abb. · 6 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-757-1
- 142 Gallasch, Andreas
Informationstechnische Architektur zur Unterstützung des Wandels in der Produktion
 2000 · 150 Seiten · 69 Abb. · 6 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-781-4
- 143 Cuiper, Ralf
Durchgängige rechnergestützte Planung und Steuerung von automatisierten Montagevorgängen
 2000 · 168 Seiten · 75 Abb. · 3 Tab. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-783-0 · lieferbar ab ca. 02/01
- 144 Schneider, Christian
Strukturmechanische Berechnungen in der Werkzeugmaschinenkonstruktion
 2000 · 180 Seiten · 66 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-789-X
- 145 Jonas, Christian
Konzept einer durchgängigen, rechnergestützten Planung von Montageanlagen
 2000 · 183 Seiten · 82 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-870-5
- 146 Willnecker, Ulrich
Gestaltung und Planung leistungsorientierter manueller Fließmontagen
 2001 · 175 Seiten · 67 Abb. · broschiert · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-89675-891-8
- 147 Lehner, Christof
Beschreibung des Nd:Yag-Laserstrahlschweißprozesses von Magnesiumdruckguss
 2001 · 205 Seiten · 94 Abb. · 24 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0004-X
- 148 Rick, Frank
Simulationsgestützte Gestaltung von Produkt und Prozess am Beispiel Laserstrahlschweißen
 2001 · 145 Seiten · 57 Abb. · 2 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0008-2
- 149 Höhn, Michael
Sensorgeführte Montage hybrider Mikrosysteme
 2001 · 171 Seiten · 74 Abb. · 7 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0012-0
- 150 Böhl, Jörn
Wissensmanagement im Klein- und mittelständischen Unternehmen der Einzel- und Kleinserienfertigung
 2001 · 179 Seiten · 88 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0020-1
- 151 Bürgel, Robert
Prozessanalyse an spanenden Werkzeugmaschinen mit digital geregelten Antrieben
 2001 · 185 Seiten · 60 Abb. · 10 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0021-X
 lieferbar ab ca. 09/01
- 152 Stephan Dürrschmidt
Planung und Betrieb wandlungsfähiger Logistiksysteme in der variantenreichen Serienproduktion
 2001 · 914 Seiten · 61 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0023-6

- 153 Bernhard Eich
Methode zur prozesskettenorientierten Planung der Teilebereitstellung
 2001 · 132 Seiten · 48 Abb. · 6 Tabellen · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0028-7
- 154 Wolfgang Rudorfer
Eine Methode zur Qualifizierung von produzierenden Unternehmen für Kompetenznetzwerke
 2001 · 207 Seiten · 89 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0037-6
- 155 Hans Meier
Verteilte kooperative Steuerung maschinennaher Abläufe
 2001 · 162 Seiten · 85 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0044-9
- 156 Gerhard Nowak
Informationstechnische Integration des industriellen Service in das Unternehmen
 2001 · 203 Seiten · 95 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0055-4
- 157 Martin Werner
Simulationsgestützte Reorganisation von Produktions- und Logistikprozessen
 2001 · 191 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0058-9
- 158 Bernhard Lenz
Finite Elemente-Modellierung des Laserstrahlschweißens für den Einsatz in der Fertigungsplanung
 2001 · 150 Seiten · 47 Abb. · 5 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0094-5
- 159 Stefan Grunwald
Methode zur Anwendung der flexiblen integrierten Produktentwicklung und Montageplanung
 2002 · 206 Seiten · 80 Abb. · 25 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0095-3
- 160 Josef Gartner
Qualitätssicherung bei der automatisierten Applikation hochviskoser Dichtungen
 2002 · 165 Seiten · 74 Abb. · 21 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0096-1
- 161 Wolfgang Zeller
Gesamtheitliches Sicherheitskonzept für die Antriebs- und Steuerungstechnik bei Werkzeugmaschinen
 2002 · 192 Seiten · 54 Abb. · 15 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0100-3
- 162 Michael Loferer
Rechnergestützte Gestaltung von Montagesystemen
 2002 · 178 Seiten · 80 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0118-6
- 163 Jörg Fährer
Ganzheitliche Optimierung des indirekten Metall-Lasersinterprozesses
 2002 · 176 Seiten · 69 Abb. · 13 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0124-0
- 164 Jürgen Höppner
Verfahren zur berührungslosen Handhabung mittels leistungsstarker Schallwandler
 2002 · 132 Seiten · 24 Abb. · 3 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0125-9
- 165 Hubert Götte
Entwicklung eines Assistenzrobotersystems für die Knieendoprothetik
 2002 · 258 Seiten · 123 Abb. · 5 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0126-7
- 166 Martin Weißberger
Optimierung der Bewegungsdynamik von Werkzeugmaschinen im rechnergestützten Entwicklungsprozess
 2002 · 210 Seiten · 86 Abb. · 2 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0138-0
- 167 Dirk Jacob
Verfahren zur Positionierung unterseitenstrukturierter Bauelemente in der Mikrosystemtechnik
 2002 · 200 Seiten · 82 Abb. · 24 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0142-9
- 168 Ulrich Roßgoderer
System zur effizienten Layout- und Prozessplanung von hybriden Montageanlagen
 2002 · 175 Seiten · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0154-2
- 169 Robert Klingel
Anziehverfahren für hochfeste Schraubenverbindungen auf Basis akustischer Emissionen
 2002 · 164 Seiten · 89 Abb. · 27 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0174-7
- 170 Paul Jens Peter Ross
Bestimmung des wirtschaftlichen Automatisierungsgrades von Montageprozessen in der frühen Phase der Montageplanung
 2002 · 144 Seiten · 38 Abb. · 38 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0191-7

- 171 Stefan von Praun
Toleranzanalyse nachgiebiger Baugruppen im Produktentstehungsprozess
2002 · 250 Seiten · 62 Abb. · 7 Tab. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0202-6
- 172 Florian von der Hagen
Gestaltung kurzfristiger und unternehmensübergreifender Engineering-Kooperationen
2002 · 220 Seiten · 104 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0208-5
- 173 Oliver Kramer
Methode zur Optimierung der Wertschöpfungskette mittelständischer Betriebe
2002 · 212 Seiten · 84 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0211-5
- 174 Winfried Dohmen
Interdisziplinäre Methoden für die integrierte Entwicklung komplexer mechatronischer Systeme
2002 · 200 Seiten · 67 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0214-X
- 175 Oliver Anton
Ein Beitrag zur Entwicklung telepräsenster Montagesysteme
2002 · 158 Seiten · 85 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0215-8
- 176 Welf Broser
Methode zur Definition und Bewertung von Anwendungsfeldern für Kompetenznetzwerke
2002 · 224 Seiten · 122 Abb. · 20,5 x 14,5 cm · ISBN 3-8316-0217-4

