



Stephan Franke

Strategieorientierte Vorentwicklung komplexer Produkte

Prozesse und Methoden zur
zielgerichteten Komponenten-
entwicklung am Beispiel Pkw



Audi-Dissertationsreihe, Band 91





TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN
Lehrstuhl für Produktentwicklung

**Strategieorientierte Vorentwicklung komplexer Produkte –
Prozesse und Methoden zur zielgerichteten
Komponentenentwicklung am Beispiel Pkw**

Stephan Franke

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

Doktor-Ingenieurs

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Willibald A. Günthner
Prüfer der Dissertation: 1. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Udo Lindemann
2. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernd Heißing (i.R.)

Die Dissertation wurde am 11.03.2013 bei der Technischen Universität München eingereicht
und durch die Fakultät für Maschinenwesen
am 21.11.2013 angenommen.



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

1. Aufl. - Göttingen : Cuvillier, 2014
Zugl.: (TU) München, Univ., Diss., 2013

978-3-95404-669-0

© CUVILLIER VERLAG, Göttingen 2014
Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen
Telefon: 0551-54724-0
Telefax: 0551-54724-21
www.cuvillier.de

Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es nicht gestattet, das Buch oder Teile daraus auf fotomechanischem Weg (Fotokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen.

1. Auflage, 2014
Gedruckt auf umweltfreundlichem, säurefreiem Papier aus nachhaltiger Forstwirtschaft.

978-3-95404-669-0



ZUSAMMENFASSUNG

Der Pkw stellt ein komplexes Produkt dar, welches aus verschiedenen Komponenten besteht. Für die Hersteller existieren daher viele Technologiefelder, die für Weiter- oder auch Neuentwicklungen in Betracht kommen. Um einen strategischen Beitrag zu liefern, muss bereits in der frühen Phase der Entwicklung Einfluss auf die Auswahl und Steuerung von Vorentwicklungsprojekten genommen werden. In dieser Arbeit wird ein Vorgehensmodell vorgestellt, welches zusammen mit entsprechenden Prozessen und Methoden darauf abzielt, Manager in der Entwicklung bei der Entscheidungsfindung zu unterstützen.

ABSTRACT

A passenger car is a complex product which consists of different components. As a result there are many technological areas for product improvements or new product development. To contribute to strategic goals you have to influence the selection and management of predevelopment projects within the early stages of development. In this work a procedure model will be presented which intends – together with appropriate processes and methods – to support decision making in the predevelopment process.





VORWORT

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Produktentwicklung der Technischen Universität München sowie meiner Tätigkeit bei der AUDI AG in Ingolstadt.

An erster Stelle möchte ich meinem Doktorvater Professor Dr.-Ing. Udo Lindemann für das in mich gesetzte Vertrauen danken. Er hat meine Arbeit gefördert, mir ausreichend Freiräume gelassen und dafür gesorgt, dass man sich an seinem Lehrstuhl sofort wohl fühlte. Bei Professor Dr.-Ing. Bernd Heißing bedanke ich mich für die Übernahme des Korreferats und für sein großes Interesse an dem Thema.

Den Herren Dr.-Ing. Peter F. Tropschuh und Dr.-Ing. Uwe Koser möchte ich dafür danken, dass sie sich mit besonderem Engagement für Kooperationen zwischen Industrie und Wissenschaft einsetzt haben und Wissenschaftskooperationen bei der AUDI AG dadurch einen hohen Stellenwert erlangt haben. Diese Arbeit wäre ohne sie in dieser Form sicher nicht möglich gewesen. Ein weiterer Dank geht an die Herren Dr.-Ing. Michael Korte, Peter Kainz, Enrico Bartoletti, Michael Kundinger und den vielen weiteren Mitarbeitern aus dem Umfeld der Vorentwicklung. Durch die intensiven Gespräche, die geführten Interviews und die gemeinsamen Workshops konnte ich wertvolle Erfahrungen sammeln. Diese Erfahrungen haben einen großen Beitrag zum Gelingen dieser Arbeit geliefert.

Meinen ehemaligen Doktorandenkolleginnen und -kollegen am Lehrstuhl für Produktentwicklung und bei der AUDI AG möchte ich ebenfalls danken. Durch den gegenseitigen Austausch erhielten manche Fragestellungen weitere Perspektiven und konnten damit umfassender dargestellt werden.

Ein ganz besonderer Dank gebührt meinen Eltern Martha und Heinrich Franke. Sie gaben mir stets Rückhalt auf meinem bisherigen Lebensweg und Unterstützung bei meiner Ausbildung. Meiner Frau Steffy danke ich für das große Verständnis, welches sie mir bei der Erstellung dieser Arbeit entgegengebracht hat und für ihre Geduld, die sie währenddessen bewiesen hat. Ich kann mich glücklich schätzen, sie an meiner Seite zu haben. Ich kann stets auf sie zählen.

Ingolstadt, Januar 2014

Stephan Franke





INHALTSVERZEICHNIS

Abkürzungsverzeichnis.....	V
1 Einleitung.....	1
1.1 Ausgangssituation und Problemstellung.....	1
1.1.1 Aktuelle Rahmenbedingungen in der Automobilindustrie	1
1.1.2 Fazit zur Ausgangssituation.....	5
1.1.3 Problemstellung	6
1.2 Zielsetzung der Arbeit	6
1.3 Forschungsansatz und Aufbau der Arbeit.....	8
2 Grundlagen der Arbeit	12
2.1 Begriffe und Definitionen.....	12
2.1.1 Technologie und Technik	12
2.1.2 S-Kurvenmodell und Technologielebenszyklus	12
2.1.3 Innovation	15
2.1.4 Innovationsmanagement	21
2.1.5 Projekt und Projektmanagement.....	25
2.1.6 Forschung, Vorentwicklung und Serienentwicklung	25
2.1.7 Komponenteninnovation und innovative Fahrzeugkonzepte	29
2.2 Methodische Produktentwicklung	31
2.2.1 Systemtheoretische Grundlagen	35
2.2.2 Allgemeine Vorgehensmodelle in der Produktentwicklung.....	37
2.2.3 Vorgehensmodelle für Innovationen	43
2.3 Strategische Produktplanung	51
2.3.1 Entwicklung der strategischen Produktplanung	51
2.3.2 Strategien und strategische Ziele im Unternehmen	54
2.4 Einordnung und Abgrenzung der Arbeit	59
2.4.1 Schwerpunkte der Arbeit	59
2.4.2 Abgrenzung zu anderen wissenschaftlichen Arbeiten.....	60
3 Methoden zur Bewertung und Steuerung von Vorentwicklungsprojekten	63
3.1 Generelle Anforderungen an Bewertungsmethoden.....	63
3.2 Ziele und Notwendigkeit eines Methodeneinsatzes	64
3.2.1 Methoden zur Bewertung	64



3.2.2	Methoden zur Steuerung.....	62
3.3	Bewertungskriterien für Vorentwicklungsprojekte	67
3.4	Praxisrelevanz von Bewertungsmethoden	70
3.5	Methoden zur Bewertung von Vorentwicklungsprojekten.....	71
3.5.1	Qualitative Bewertungsverfahren	72
3.5.2	Semiquantitative Bewertungsverfahren.....	75
3.5.3	Quantitative Bewertungsverfahren	85
3.5.4	Sonstige Bewertungsverfahren	91
3.6	Methoden zur Steuerung von Vorentwicklungsprojekten	95
3.6.1	Operative Steuerung	96
3.6.2	Strategische Steuerung.....	100
3.7	Eignung der Methoden	103
3.7.1	Eignung qualitativer Bewertungsverfahren	103
3.7.2	Eignung semiquantitativer Bewertungsverfahren.....	104
3.7.3	Eignung quantitativer Bewertungsverfahren	105
3.7.4	Eignung von Methoden zur Steuerung	107
3.8	Konsequenzen für den Methodeneinsatz in der Praxis.....	107
4	Situationsanalyse eines Automobilherstellers	109
4.1	Problem- und Handlungsfelder der Vorentwicklung.....	109
4.1.1	Handlungsfeld „Komplexität“	110
4.1.2	Handlungsfeld „Innovationskultur und Organisation“	117
4.1.3	Handlungsfeld „Strategie“	128
4.1.4	Handlungsfeld „Charakter von Vorentwicklungsprojekten“	138
4.1.5	Handlungsfeld „Prozess“	142
4.1.6	Handlungsfeld „Methodeneinsatz“	147
4.2	Einfluss der Handlungsfelder auf die Auswahl von Vorentwicklungsprojekten...	152
4.2.1	Fallbeispiel: Vorentwicklungsprojektbewertung bei einem OEM	152
4.2.2	Implikationen für die Projektauswahl in der Vorentwicklung	157
4.3	Einfluss der Handlungsfelder auf die Steuerung von Vorentwicklungsprojekten.	160
4.4	Anforderungen an ein strategisches Vorentwicklungsmanagement.....	163



5	Vorgehensmodell eines strategieorientierten Vorentwicklungsmanagements.....	164
5.1	Strategiekonkretisierung	166
5.1.1	Strategische Analyse.....	167
5.1.2	Grundlegende Innovationsziele	168
5.1.3	Strategische Handlungsfelder	170
5.1.4	Detaillierte Innovationsziele	172
5.1.5	Fazit Strategiekonkretisierung.....	173
5.2	Transformationsprozess der Strategie in Projekte	174
5.2.1	Ideenfindung und Ideensammlung	174
5.2.2	Typologischer Ansatz zur Kategorisierung von Projekttypen.....	176
5.2.3	Bewertung von Ideen und Projektvorhaben in der Vorentwicklung	179
5.2.4	Genehmigung von Vorentwicklungsprojekten	180
5.2.5	Fazit Transformationsprozess.....	181
5.3	Produktkonkretisierung: Umsetzung und Umsetzungskontrolle	181
5.3.1	Schritt „Detailanalysen“	182
5.3.2	Schritt „Konzeptentwicklung“	182
5.3.3	Schritt „Absicherung“	183
5.3.4	Schritt „Transfer“	184
5.3.5	Fazit Produktkonkretisierung.....	184
6	Evaluierung	186
6.1	Anwendung in der Praxis.....	186
6.1.1	Kategorisierung, Bewertung und Auswahl von Projektvorhaben	186
6.1.2	Projektsteuerung in der Vorentwicklung.....	197
6.2	Fazit	204
6.2.1	Strategieorientiertes Vorgehensmodell.....	204
6.2.2	Kategorisierung, Bewertung und Auswahl von Projektvorhaben	205
6.2.3	Projektsteuerung in der Vorentwicklung.....	207
7	Zusammenfassung und Ausblick.....	211
7.1	Zusammenfassung der Arbeit	211
7.2	Ausblick und weiterer Forschungsbedarf	212
8	Literaturverzeichnis	214



9	Anhang.....	243
9.1	Ergänzungen zu kulturellen Aspekten	243
9.2	Ergänzungen zu strategischen Aspekten	247
9.3	Ergänzungen zu Vorgehensmodellen der Produktentwicklung.....	252
9.4	Ergänzungen zu Modellen des Innovationsprozesses.....	255
9.5	Ergänzungen zu Bewertungsprozessen.....	267
9.6	Beispiel zur Klassifizierung von Bewertungsmethoden.....	270
9.7	Ergänzungen zu qualitativen Bewertungsverfahren	273
9.8	Ergänzungen zu semiquantitativen Bewertungsverfahren.....	274
9.9	Ergänzungen zu quantitativen Verfahren	281
9.10	Ergänzungen zu sonstigen Bewertungsverfahren	284
9.11	Erläuterungen zur Szenariotechnik.....	287
10	Dissertationsverzeichnis des Lehrstuhls für Produktentwicklung.....	288



Abkürzungsverzeichnis

ABS	Antiblockiersystem
AHP	Analytical Hierarchy Process
CAD	Computer Aided Design
CAE	Computer Aided Engineering
CEO	Chief Executive Officer
DIN	Deutsches Institut für Normung
ESP	Elektronisches Stabilitätsprogramm
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
F&E	Forschung und Entwicklung
IAI	Institut für angewandte Innovationsforschung e.V. Bochum
IT	Informationstechnik
KTA	Kosten-Trendanalyse
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
LED	Licht-emittierende Diode
MTA	Meilenstein-Trendanalyse
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OEM	Original Equipment Manufacturer
OLED	Organische Licht-emittierende Diode
PEP	Produktentstehungsprozess
PKW	Personenkraftwagen
PR	Public Relations
PSS	Produkt-Service-Systeme
QFD	Quality Function Deployment
ROI	Return On Investment
R&D	Research and Development
SOP	Start Of Production
SUV	Sport Utility Vehicle
USP	Unique Selling Proposition
VDA	Verband der Automobilindustrie
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VE	Vorentwicklung





1 Einleitung

Innovationen werden als probates Mittel angesehen, um nachhaltig im Wettbewerb bestehen zu können. Aus diesem Grund zählt das Thema „Innovation“ zu den wichtigsten strategischen Themen für das Topmanagement vieler Unternehmen (vgl. ANDREW et al. 2007). Offenheit für Neues und die Bereitschaft, auch gewohnte und etablierte Routinen zu überdenken, scheinen in der Praxis jedoch immer wieder die Unternehmen herauszufordern. Es existieren zahlreiche Firmen, die nicht bereit waren, sich auf neue Technologien einzulassen, und deshalb scheiterten (vgl. HEIßING 2008).¹ Im Mittelpunkt dieser Arbeit stehen das Vorentwicklungs- und Innovationsmanagement in den frühen Phasen der Produktentwicklung. Am Beispiel der Automobilindustrie werden die Probleme in den frühen Phasen von Innovationsprozessen untersucht. Anschließend wird ein Lösungsansatz vorgestellt, der das Innovationsmanagement durch eine klare Zielorientierung unterstützt. Die Schwerpunkte liegen auf der Strategieimplementierung durch eine geeignete Projektauswahl und auf der Umsetzungskontrolle im Sinne eines Reifegradmanagements.

1.1 Ausgangssituation und Problemstellung

Die Bedeutung von Innovationen ist in den letzten Jahrzehnten aufgrund einer zunehmenden Dynamik des Wettbewerbs und der Internationalisierung stark gewachsen (vgl. SPATH 2003, S. 8). Begünstigt wird diese Entwicklung durch zunehmende Investitionen in den technischen Fortschritt und durch anspruchsvollere Kunden, die einen immer größeren Wert auf Individualisierung legen (vgl. LINDEMANN & BAUMBERGER 2006, BAUMBERGER 2007, S. 1 ff.). Zudem haben sich durch das Internet neue Möglichkeiten für Kunden ergeben. Die angebotenen Produkte verschiedener Hersteller können schnell verglichen werden, und in Foren können sich Kunden und potenzielle Kunden über die Erfahrungen mit den gekauften Produkten austauschen und beraten. Außerdem ist der Wettbewerb in vielen Branchen intensiver geworden und wird neben dem Produktpreis maßgeblich über Innovationen geführt. Globalisierungsprozesse verstärken diesen Innovationsdruck, da Firmen für unterschiedliche Märkte geeignete Lösungen anbieten müssen (vgl. GERYBADZE 2004, S. 3 ff.).

1.1.1 Aktuelle Rahmenbedingungen in der Automobilindustrie

Besonders stark ist dieser Innovationsdruck in der Automobilindustrie (vgl. RADTKE et al. 2004, S. 21 ff.). Es lassen sich gegenwärtig einige Trends beobachten, die große Auswirkungen auf die Produktentwicklung und auf die Innovationsstrategien der Automobilhersteller haben. Im Folgenden wird eine Auswahl der wichtigsten Trends vorgestellt und erläutert. Ziel ist es, dem Leser die Bedeutung einer strategieorientierten Vorentwicklung in der Automobilindustrie bewusst zu machen und gleichzeitig praxisrelevante Problem- und Fragestellungen herauszuarbeiten.

¹ Für ausführliche Beispiele aus verschiedenen Branchen siehe z.B. UTTERBACK 1996.



Im Zusammenhang mit den Trends muss immer beachtet werden, dass sich der Automobilmarkt von einem Verkäufer- zu einem Käufermarkt entwickelt hat und für solche Märkte die Produktdifferenzierung anhand der Produkteigenschaften einen wesentlichen Erfolgsfaktor darstellt (vgl. WEULE 2002, S. 215).

Kürzere Entwicklungszyklen

Der Druck der Kunden durch neue und stetig zunehmende Anforderungen bei gleichzeitig zunehmender Preissensibilität hat dazu geführt, dass sich in den letzten Jahren die Länge der Produktlebenszyklen in Branchen wie der Elektronik-, aber auch der Automobilindustrie drastisch reduziert, die Amortisationsdauer sich jedoch verlängert hat (vgl. SPATH 2003, S. 45).

Verlagerung der Wertschöpfung

Um dem Kostendruck gerecht zu werden, findet eine Verlagerung der Wertschöpfung statt. Hintergrund dieser Verlagerung sind Synergie- und Skaleneffekte, die Lieferanten durch die Verteilung von Entwicklungs- und Produktionskosten auf eine große Produktionsmenge erzielen können. Sie können ihre Produkte schließlich mehreren Fahrzeugherstellern anbieten. Große Stückzahlen, wie sie teilweise nur Systemlieferanten erzielen können, ermöglichen erst die Rentabilität aufwendiger Innovationen. Vielen Herstellern bleibt aufgrund sonstiger Preisvorteile der Wettbewerber nichts anderes übrig, als auch entsprechende Entwicklungs- und Produktionsumfänge an Lieferanten abzugeben. Dies wird anhand der in Tabelle 1-1 dargestellten Fertigungstiefen verschiedener Pkw-Hersteller deutlich (vgl. Tabelle 1-1). Zum Vergleich: Die durchschnittliche Fertigungstiefe der OEMs (Original Equipment Manufacturer) betrug im Jahr 1990 noch ca. 35 Prozent (vgl. VDA 2001). Insgesamt wird auch weiterhin eine Verschiebung der Wertschöpfungsanteile in den nächsten Jahren zugunsten der Zulieferindustrie prognostiziert (vgl. MERCER MANAGEMENT CONSULTING 2004, S. 19).

Hersteller	Fertigungstiefe*
Toyota	30
Volkswagen	28
Mercedes	25
Honda	24
General Motors	22
Ford	22
Fiat	22
PSA Peugeot Citroën	21
BMW	20
Porsche	17
* Anteil an der Automobilproduktion in Prozent	

Tabelle 1-1: Fertigungstiefe der Pkw-Konzerne 2008 (vgl. FREITAG & STUDENT 2009, S. 31)

Wandel der Zuständigkeiten und Kerntätigkeiten

Durch die Reduktion der Wertschöpfungsanteile stellt sich für die Fahrzeughersteller die Frage, über welche Kerntätigkeiten sie ihre Produkte zukünftig vom Wettbewerb differenzieren möchten. Darüber hinaus müssen sie festlegen, welche Tätigkeiten sie an Zulieferer ersten Ranges (Tier 1-Lieferanten) weitergeben. Neben den Bereichen Marketing und Vertrieb gehört auch die Entwicklung zu den Bereichen, die besonders zur Differenzierung und Markenpositionierung beitragen können. Durch Neuproduktentwicklung und Schaffung von Innovationen beeinflusst sie direkt die Produkteigenschaften. Deshalb sollte die Entwicklung sich bei der Festlegung von Produkt- und Technologiezielen und in der Konzeptphase von Fahrzeugprojekten intensiv mit Marketing und Vertrieb abstimmen. In Bild 1-1 werden die Veränderungen bezüglich der Kerntätigkeiten und Zuständigkeiten in der Wertschöpfungskette der Automobilindustrie von 2000 bis 2010 noch einmal anschaulich dargestellt.

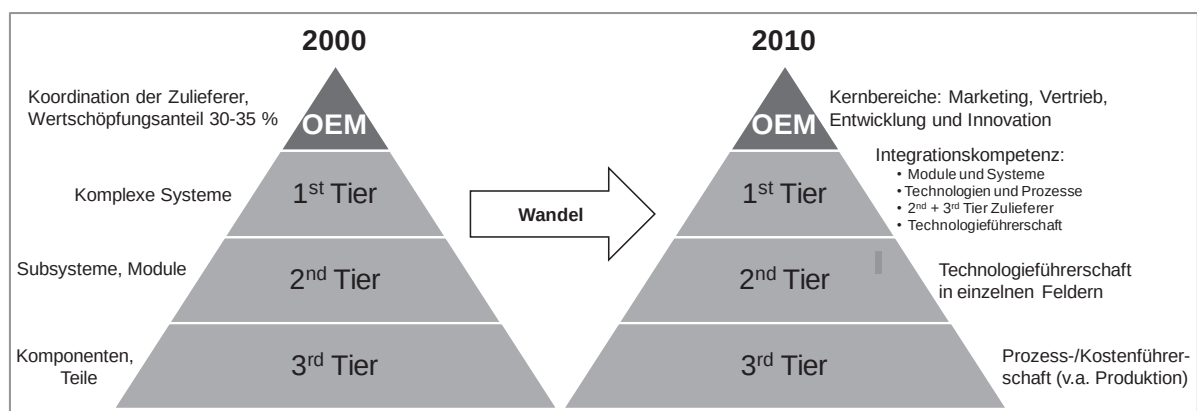


Bild 1-1: Hierarchie der Hersteller und deren Zulieferer (vgl. WALLENTOWITZ et al. 2008, S. 40)

Auch neue Technologien können einen großen Einfluss auf die Wertschöpfung haben. Die Zunahme der Elektrifizierung im Fahrzeug, bis hin zu einer vollständigen Elektrifizierung des Antriebsstrangs, setzt vollständig neue Kompetenzen voraus, die bisher nicht zu den Kernkompetenzen der OEMs gezählt haben. Gleichzeitig werden vorhandene Kompetenzen für die Zukunft infrage gestellt, die lange Zeit als markenprägender Differenzierungsfaktor gedient haben. Gerade sportlich orientierte Marken wie Audi, BMW oder Porsche haben sich hohe Fertigkeiten und spezifisches Wissen auf dem Gebiet der Verbrennungsmotoren erarbeitet und betreiben teilweise sogar eigene Produktionsstandorte nur zur Fertigung dieser Komponenten.

Zunahme der Komplexität

Da in Kapitel 4.1.1 auf das Thema Komplexität im Zusammenhang mit der Auswahl und Steuerung von Vorentwicklungsprojekten intensiver eingegangen wird, soll an dieser Stelle nur die allgemeine Situation der Automobilindustrie kurz dargestellt werden.

Aufgrund der differenzierten Kundenanforderungen und Kundenwünsche formulieren die OEMs ihre Ziele für die angebotenen Fahrzeuge und passen ihr Produktportfolio entsprechend an. Der Wettlauf der Hersteller, die Kundenwünsche durch innovative Fahrzeugkonzepte sowie durch neue Technologien zu bedienen, sorgt für eine zunehmende Angebots- und Variantenvielfalt (vgl. STOCK 2007, S. 2).

Die Anzahl der Fahrzeugvarianten bzw. Fahrzeugmodelle hat in den letzten Jahrzehnten deutlich zugenommen (vgl. BECKER 2007, S. 27 ff.). Auch heute noch treiben einige Hersteller die Marktsegmentierung durch neue Varianten weiter voran. So hat beispielsweise BMW im Jahr 2008 mit dem X6, einer Kombination aus Sport Utility Vehicle (SUV) und Coupé, ein sogenanntes Cross-over-Modell auf den Markt gebracht und damit eine weitere Nische belegt. Ähnliche Beispiele der Kombination bestimmter Eigenschaften von bestehenden Varianten zu neuen Varianten finden sich auch bei anderen Herstellern.

Parallel zur Erhöhung der Variantenvielfalt hat eine deutliche Konsolidierung der unabhängigen und global agierenden Pkw-Hersteller stattgefunden (siehe Bild 1-2). Wirtschafts- und Finanzkrisen, neue Herausforderungen wie die Elektromobilität und der Eintritt neuer Hersteller aus Schwellenländern wie China und Indien machen eine Prognose schwierig, wie viele Hersteller es in den nächsten Jahren geben wird.

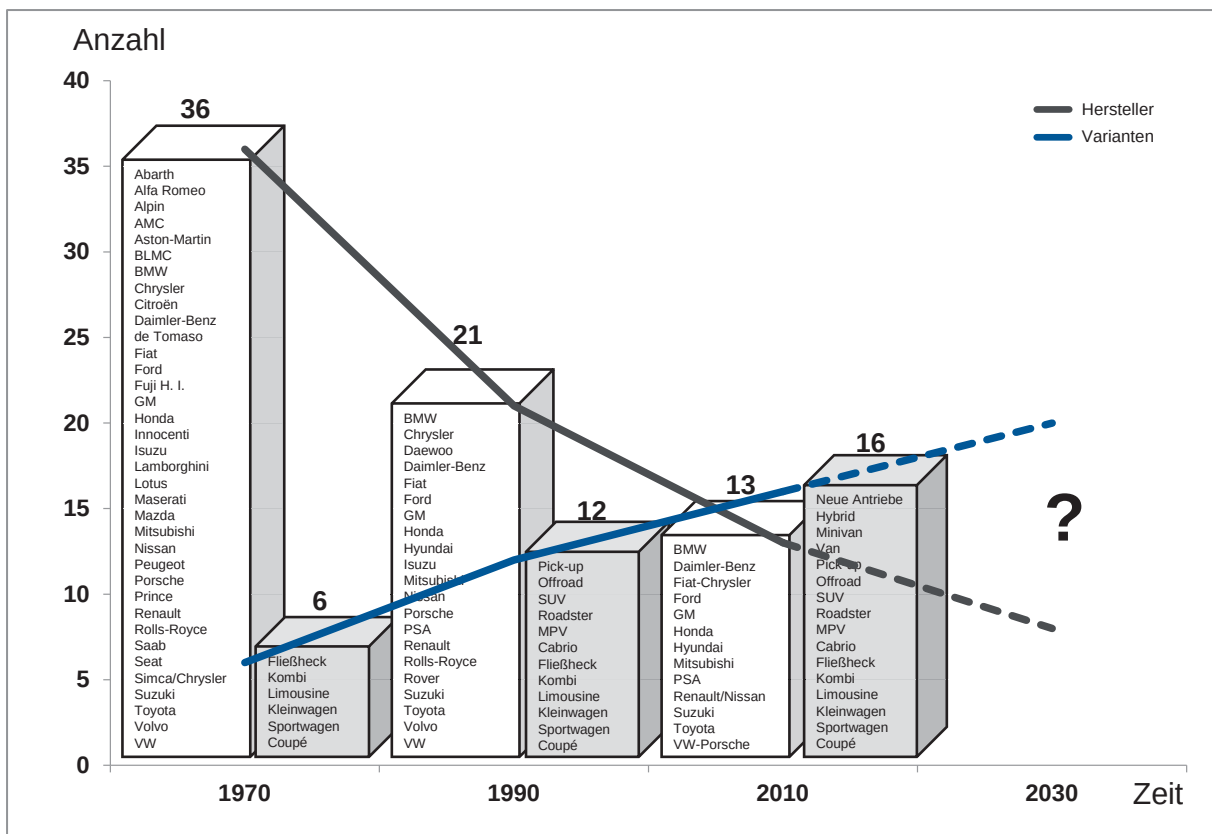


Bild 1-2: Zunehmende Marktsegmentierung und Herstellerkonsolidierung
(erweiterte Darstellung in Anlehnung an BECKER 2010, S. 16, und WALLENTOWITZ et al. 2008, S. 141)

Da die Produktion eines zusätzlichen Fahrzeugmodells bzw. eines zusätzlichen Derivats mit erheblichen Investitionskosten verbunden ist, sollten aus Ertragsgründen die Produktionsanlagen möglichst optimal genutzt werden. Dies gelingt aufgrund unvorhersehbarer Marktentwicklungen nicht immer; so haben etliche Fahrzeughersteller Überkapazitäten aufgebaut (RADTKE et al. 2004, S. 27) und versuchen, durch Rabattierung zusätzliches Produktionsvolumen zu generieren. Dies verschärft zusätzlich den Preis- und Kostenwettbewerb (vgl. BECKER 2007, S. 33 ff.).

Damit verursacht der Anstieg an Modellen und Derivaten einen zunehmenden Druck auf die Entwicklungsabteilungen der Unternehmen. Um die Komplexität zu beherrschen, gewinnen Methoden des Komplexitätsmanagements und Gleichteilstrategien immer mehr an Bedeutung.

Die zunehmenden Kundenanforderungen sorgen aber nicht nur für Komplexität in Form zusätzlicher Modelle, sondern auch für eine Zunahme der Systeme im Fahrzeug. Um maximale Funktionalität zu bieten, findet eine verstärkte Vernetzung einzelner Systeme (vgl. HEIBING 2008) statt. Unterschiedliche Kundenanforderungen können aber zu Zielkonflikten führen, die seitens der Produktentwicklung nicht ohne Weiteres lösbar sind. Als Beispiel sind hier die zunehmenden Sicherheitsanforderungen zu nennen, die von den Kunden und vom Gesetzgeber gefordert werden (vgl. LINDEMANN et al. 2009, S. 156). Durch zusätzliche Sensoren, Steuergeräte, Aktuatoren und crashoptimierte Karosseriestrukturen wird zwar dem Wunsch nach mehr Sicherheit im Fahrzeug Genüge getan, das zusätzliche Gewicht im Fahrzeug wirkt sich jedoch kontraproduktiv auf andere Kundenwünsche aus. Es führt zu einem höheren Verbrauch, einem höheren CO₂-Ausstoß und einer schlechteren Fahrzeugagilität.

Einflüsse von Finanz- und Wirtschaftskrisen

Die im Zuge der Finanzkrise 2008 und 2009 entstandenen Auswirkungen auf die Realwirtschaft zeigten sich besonders drastisch in der Automobilindustrie. Absatzmärkte wie die USA verloren im vierten Quartal 2008 teilweise über 40 Prozent im Vergleich zum Vorjahr (vgl. FREITAG & STUDENT 2009). Die Hersteller gerieten dadurch extrem unter Druck, Kosten zu sparen. Für Unternehmen, die wettbewerbsrelevante Technologien in Krisenzeiten nicht weiterverfolgen, besteht die immanente Gefahr, dass Wettbewerber technologische Vorteile erzielen, die ihnen zusätzliche Marktanteile sichern, wenn sich die Märkte erholen. Einige Hersteller reduzierten in solchen Situationen bewusst ihre Ausgaben für F&E nur gering oder schlossen bestimmte Handlungsfelder wie beispielsweise die Elektrifizierung sogar von Sparmaßnahmen aus (vgl. FREITAG & STUDENT 2009).

1.1.2 Fazit zur Ausgangssituation

Einerseits herrscht ein verschärfter Wettbewerb, bei dem durch aggressive Preisgestaltung und Rabattierung einzelne Hersteller versuchen, ihre Produktionsanlagen möglichst optimal auszulasten. Dies führt zu einem verstärkten Preiskampf in der gesamten Branche und damit zu einem enormen Kostendruck auf die einzelnen Hersteller, um ihre Produkte noch rentabel anbieten zu können.

Auf der anderen Seite kann dieser Kostendruck nicht ohne Weiteres durch groß angelegte Standardisierungsmaßnahmen, eine Vereinfachung des Produktportfolios oder einzelner Produkte entschärft werden, da die zunehmenden Anforderungen und Erwartungen seitens der Kunden dies nicht zulassen. Eine produktseitige Differenzierung durch Innovationen wird zusätzlich dadurch erschwert, dass sich die Entwicklung komplexer Systeme nur ab einer gewissen Stückzahl finanziell lohnt und die großen Systemlieferanten Vorteile besitzen, da sie ihre Fixkosten auf eine größere Stückzahl verteilen können.

Aus diesen Gründen müssen die einzelnen Hersteller entscheiden, in welchen Bereichen sie eigene Innovationen entwickeln wollen, um eine ausreichende Differenzierung ihrer Produkte



bieten zu können. Um das Markenprofil nachhaltig zu schärfen bzw. zu sichern, kann es strategisch vorteilhaft sein, bestimmte Innovationen trotz fehlendem oder negativem Ergebnisbeitrag weiter voranzutreiben.

1.1.3 Problemstellung

„*There is no cheap way to successful innovation.*“ (ANDREASEN & HEIN 1987, S. 73)

Betrachtet man die Ausgangssituation, so ergibt sich für die Entscheidungsträger in der Entwicklung folgende Problemstellung: Die steigende Anzahl an Fahrzeugmodellen und Technologien im Fahrzeug führt zu einem erhöhten Entscheidungsbedarf in den frühen Phasen der Produktentwicklung. Gleichzeitig werden die OEMs durch den hohen Wettbewerbsdruck gezwungen, nicht nur innovative Produkte anzubieten, sondern gleichzeitig kostengünstig zu entwickeln und zu produzieren. Den Entscheidungsträgern fällt dies jedoch schwer. So zeigt eine Untersuchung der Unternehmensberatung OLIVER WYMAN aus dem Jahr 2007, dass bei- nahe 40 Prozent der in der gesamten Automobilindustrie aufgewendeten 68 Mrd. € an jährli- chen F&E-Ausgaben in Innovationen investiert werden, die der Kunde nicht ausreichend ho- noriert (WYMAN 2007, S. 2). Hohe F&E-Ausgaben sind somit kein Garant für einen Innovati- onserfolg (vgl. JARUZELSKI et al. 2005).

Defizite in der Produktentwicklung können organisatorischer, informatorischer, aber auch methodischer Art sein (vgl. BRANDENBURG 2002, S. 3; LINDEMANN & STETTER 1997). Gera- de an den Schnittstellen zwischen unterschiedlichen Unternehmensbereichen oder zwischen unterschiedlichen Phasen in der Entwicklung treten aufgrund wechselnder Zuständigkeiten und unterschiedlicher Zielsetzungen und Fachkompetenzen der Beteiligten in der Praxis häu- fig Probleme auf.

1.2 Zielsetzung der Arbeit

Die strategische Produktplanung für technische Produkte und die Auswahl von geeigneten Entwicklungsprojekten zählen –sowohl aus Sicht der Praxis wie auch aus akademischer Sicht– zu den größten Herausforderungen des Technologie- und Innovationsmanagements (vgl. SCOTT 1999). Dies betrifft die Bestimmung geeigneter Bewertungskriterien für die Pro- jektauswahl sowie die Etablierung eines systematischen Vorgehens zur Auswahl und Steue- rung von F&E-Projekten. Der Fokus dieser Arbeit liegt auf der Phase der Vorentwicklung. Finanziell ist diese Phase unmittelbar zwar nur von relativ geringer Bedeutung, aber die dort getroffenen Entscheidungen besitzen eine hohe Bedeutung für die Gestaltung zukünftiger Produkte und beeinflussen damit wesentlich die Ausrichtung des Unternehmens und damit die Wettbewerbsfähigkeit von morgen.

Viele Unternehmen fokussieren ihre Entwicklungsaktivitäten aufgrund inkonsequenter Pro- jektselektion, aber auch wegen mangelnder Überprüfung laufender Projekte nicht ausreichend (vgl. WHEELWRIGHT & CLARK 1992a). Dadurch werden die vorhandenen Ressourcen der Entwicklungsabteilungen breit gestreut, was dazu führen kann, dass die genehmigten Projekte permanent unter Ressourcenmangel leiden und sich die ursprünglich geplanten Projektlaufzei- ten wesentlich verlängern können. Die genannten Defizite können sogar dazu führen, dass sich eine Lücke zwischen der strategischen Planung und der operativen Umsetzung ergibt.

Dies ist der Fall, wenn zu viele Projekte durchgeführt werden, die keinen Beitrag zur Erreichung strategischer Ziele liefern und sie mit strategischen Projekten um die gleichen Ressourcen konkurrieren. In der Praxis findet man eine Vielzahl solcher Projekte, die aufgrund persönlicher oder fachbereichsspezifischer Motive begonnen werden. Eine empirische Studie, die mit 105 nordamerikanischen Unternehmen durchgeführt worden ist, zeigt, dass diese Defizite signifikanten Einfluss auf die Leistungsfähigkeit von Unternehmen besitzen (vgl. COOPER et al. 2004b). Neben den Schwierigkeiten, die Entwicklungsaktivitäten zu fokussieren, scheint es für Unternehmen in der Praxis auch herausfordernd zu sein, in der Entwicklung klar definierte und systematische Managementprozesse zur Gestaltung des Projektportfolios zu etablieren (vgl. Bild 1-3). Im Verlauf dieser Arbeit wird dieses Thema eingehend untersucht.

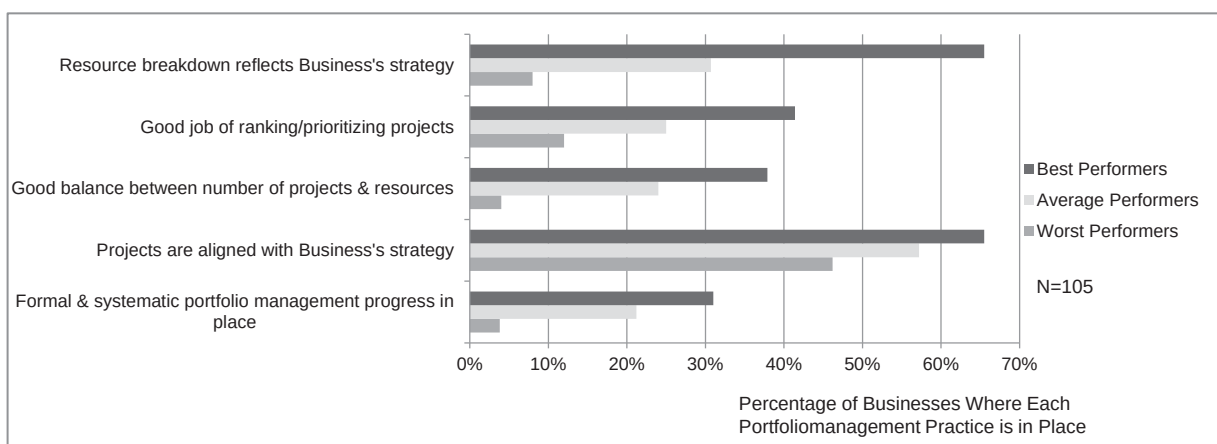


Bild 1-3: Einflüsse der Praktiken des Portfoliomanagements auf die Leistungsfähigkeit von Unternehmen²
(vgl. COOPER et al. 2004b, S. 54)

Die übergeordnete Zielsetzung dieser Arbeit ist die Entwicklung eines Ansatzes, der die Prozessbeteiligten in den frühen Innovationsphasen der Automobilentwicklung beim systematischen Vorgehen und der Auswahl geeigneter Methoden unterstützt. Darüber hinaus soll dieser Ansatz eine durchgängige Strategieorientierung von der Vorentwicklung bis zur Serienentwicklung liefern, um die Lücke zwischen strategischen Zielen und operativer Einzelprojektbewertung zu schließen. Zusätzlich soll die Schnittstellenproblematik zwischen unterschiedlichen Entwicklungsphasen, aber auch zwischen unterschiedlichen Unternehmensbereichen verbessert werden.

Im Zusammenhang mit der Umsetzung von produkt- und technologierelevanten Strategien spielt die Auswahl von Innovationsprojekten eine zentrale Rolle. Diese Arbeit widmet sich daher besonders der Fragestellung, wie geeignete Projekte³ durch methodische Unterstützung ausgewählt werden können.

Da es sich jedoch aus Sicht des Autors bei der Projektselektion nicht um ein singuläres, sondern idealerweise um ein kontinuierliches, zumindest aber regelmäßiges Ereignis handeln soll, wird weiterhin die Sicherstellung einer durchgehenden Strategieorientierung verfolgt.

² Zur genauen Definition von „Best Performers“, „Average Performers“ und „Worst Performers“ und der zugrunde liegenden Kriterien zur Erfolgsmessung siehe COOPER et al. 2004a.

³ „Geeignet“ bezieht sich hier auf das Erreichen strategischer Ziele.



Die Entwicklungszyklen von Innovationen in der Automobilindustrie können sich durchaus über mehrere Jahre erstrecken. Durch die langen Zeiträume und personelle Wechsel können ursprünglich anvisierte Projekt-, Kosten- und Terminziele leicht in Vergessenheit geraten. Aus diesem Grund spielt für das verantwortliche Management die Transparenz über laufende Projekte und deren prognostizierte Ergebnisse eine wichtige Rolle bei der Erreichung übergeordneter strategischer Zielsetzungen.

Im Rahmen dieser Arbeit wird deshalb auch der Fragestellung nachgegangen, wie sich eine solche Transparenz über die Gesamtheit der laufenden Innovationsprojekte erzielen lässt, um eine aktive Steuerung des Projektportfolios zu ermöglichen.

In Bild 1-4 werden die Ableitung der genannten Ziele dieser Arbeit anhand der Ausgangssituation und die daraus resultierenden Herausforderungen für die Automobilhersteller zusammengefasst.

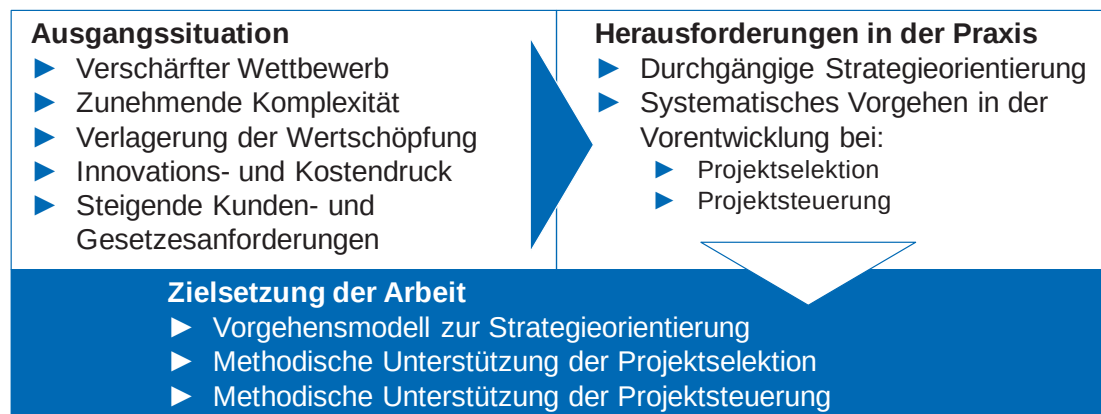


Bild 1-4: Ableitung der Zielsetzung der Arbeit

1.3 Forschungsansatz und Aufbau der Arbeit

Die Grundlage für diese Arbeit bildet ein dreijähriges Forschungsprojekt in Kooperation mit einem namenhaften Automobilhersteller, welches sich intensiv mit den frühen Entwicklungsprozessen im Rahmen einer Vorentwicklung auseinandergesetzt hat, um Produkt- bzw. Komponentenentscheidungen zu unterstützen. Als Produkt stehen somit das Automobil bzw. dessen Komponenten im Mittelpunkt der Betrachtung. Projekthinhalt war auch eine intensive Auseinandersetzung mit dem Stand der Technik, um theoretische und praktische Erkenntnisse bei der Erarbeitung von Lösungsansätzen zu berücksichtigen.

Der Aufbau der Arbeit unterteilt sich in sieben Kapitel, die nachfolgend kurz beschrieben werden.

In **Kapitel 1** dieser Arbeit ist zunächst die aktuelle Situation der Automobilindustrie analysiert und beschrieben worden, um die Rahmenbedingungen für die Entscheidungsprozesse in der frühen Phase der Produktentstehung von Automobilen zu erörtern. Die Bedeutung der Entscheidungen sowie die in der Praxis vorhandenen Probleme sind so verdeutlicht worden. Darauf aufbauend, sind die Zielsetzungen dieser Arbeit analytisch abgeleitet und formuliert worden.

Die Forschung in Kapitel 1 beinhaltet deskriptive Anteile, ist aber in erster Linie analytisch deduktiver Natur. Über die allgemeine Branchensituation wird auf die Relevanz der Entscheidungen in der frühen Phase der Automobilentstehung geschlossen. Hieraus ergibt sich die Zielsetzung dieser Arbeit.

In **Kapitel 2** werden relevante theoretische Grundlagen erarbeitet sowie die notwendige Terminologie zur Schaffung eines einheitlichen Begriffsverständnisses erläutert. Dieses Kapitel kann daher als terminologisch deskriptiv bezeichnet werden. Gleichfalls werden einige wissenschaftliche Arbeiten bzw. Ansätze vorgestellt, die sich mit dem Themenkomplex dieser Arbeit beschäftigen. Hierzu werden insbesondere prozessuale, methodische und strategische Ansätze aus der Produktentwicklung vorgestellt, da diese im Hinblick auf die genannten Ziele am erfolgversprechendsten scheinen. Durch die Vorstellung existierender Arbeiten wird es ermöglicht, die Handlungsschwerpunkte der Arbeit festzulegen und eine spätere Lösungssuche einzugrenzen. Methoden sollen den Anwender dabei unterstützen, die jeweiligen Aktivitäten systematisch und zielgerichtet auszuführen (vgl. LINDEMANN 2007, S. 33). Da die Entscheidungsfindung in vielen Entwicklungsprozessen eine zentrale Rolle spielt, wurden bereits diverse Methoden entwickelt, die hierbei unterstützen können.

In **Kapitel 3** werden bekannte Methoden und auch ausgewählte neuere Ansätze zur Bewertung und Steuerung von Projekten beschrieben und hinsichtlich ihrer Eignung im Vorentwicklungsumfeld eines OEMs analysiert. Dieses Kapitel ist sowohl deskriptiver als auch analytisch deduktiver Natur.

In **Kapitel 4** wird die in der Einleitung beschriebene Ausgangssituation im Hinblick auf Entscheidungsprozesse in der Vorentwicklung eines Automobilherstellers konkretisiert. So können Problem- bzw. Handlungsfelder identifiziert werden, die für eine effektive Vorentwicklung maßgeblich sind. Durch ein konkretes Fallbeispiel wird verdeutlicht, mit welchen Schwierigkeiten in der Praxis zu rechnen ist. Aufgrund der eingebrachten Projekterfahrungen des Autors sowie den Praxiserfahrungen anderer Autoren ist dieses Kapitel empirisch induktiver Natur.

Auf Basis der beschriebenen Handlungsfelder werden in **Kapitel 5** auch die Anforderungen an den Lösungsansatz festgelegt. Zentrales Ergebnis ist ein Vorgehensmodell, welches für eine klare und durchgängige Strategieorientierung in der Vorentwicklung sorgt. Durch den Einsatz angepasster Methoden können zudem Effektivität und Effizienz im Vorentwicklungsprozess gesteigert werden. Die Gestaltung einzelner Prozessphasen des Vorgehensmodells berücksichtigt spezifische Erkenntnisse aus dem mehrjährigen Kooperationsprojekt. Diese wurden in Form einer direkten, offen teilnehmenden und teilstrukturierten Beobachtung, aber auch durch halbstrukturierte Interviews, Dokumentenanalysen sowie Workshops gewonnen.⁴ Kapitel 5 beinhaltet damit empirische Forschungsergebnisse.

⁴ Aufgrund der geltenden Sicherheitsbestimmungen des Industriepartners konnten keine Video- oder Audiomitschnitte durchgeführt werden. Eine Dokumentation erfolgte daher vorwiegend in Form von Gesprächsprotokollen und schriftlicher Protokollierung bzw. Dokumentation der einzelnen Workshops. Ergebnisse hieraus werden anonymisiert dargestellt.

Eine Evaluierung des strategischen Vorentwicklungsmanagements sowie eine kritische Reflexion finden in **Kapitel 6** statt, um mögliche Fehlerquellen und Schwachstellen im Umgang mit dem Lösungsansatz zu beleuchten und ihnen damit vorzubeugen. Hierbei wird noch einmal Bezug auf Validierungsergebnisse genommen, die im Rahmen des Kooperationsprojekts in der Praxis erzielt wurden.

Abschließend wird in **Kapitel 7** ein kurzer Ausblick bezüglich möglicher zukünftiger Forschungsaktivitäten gegeben, die den Entwicklern in der Praxis weitere Unterstützung liefern können.

Wissenschaftstheoretisch lässt sich diese Arbeit aufgrund des Praxisbezugs den Realwissenschaften und speziell der angewandten Wissenschaft zuordnen (vgl. z. B. WIEDMANN 2007). Die gewählte Forschungsstrategie ist am Forschungsprozess für angewandte Wissenschaft angelehnt. Dem Ansatz von ULRICH und HILL entsprechend werden mehrere Phasen unterschiedlicher Forschungsaktivitäten durchlaufen (vgl. ULRICH & HILL 1976). In Bild 1-5 wird der Aufbau der Arbeit sowie die einzelnen Phasen der Forschungsaktivitäten noch einmal übersichtlich dargestellt.

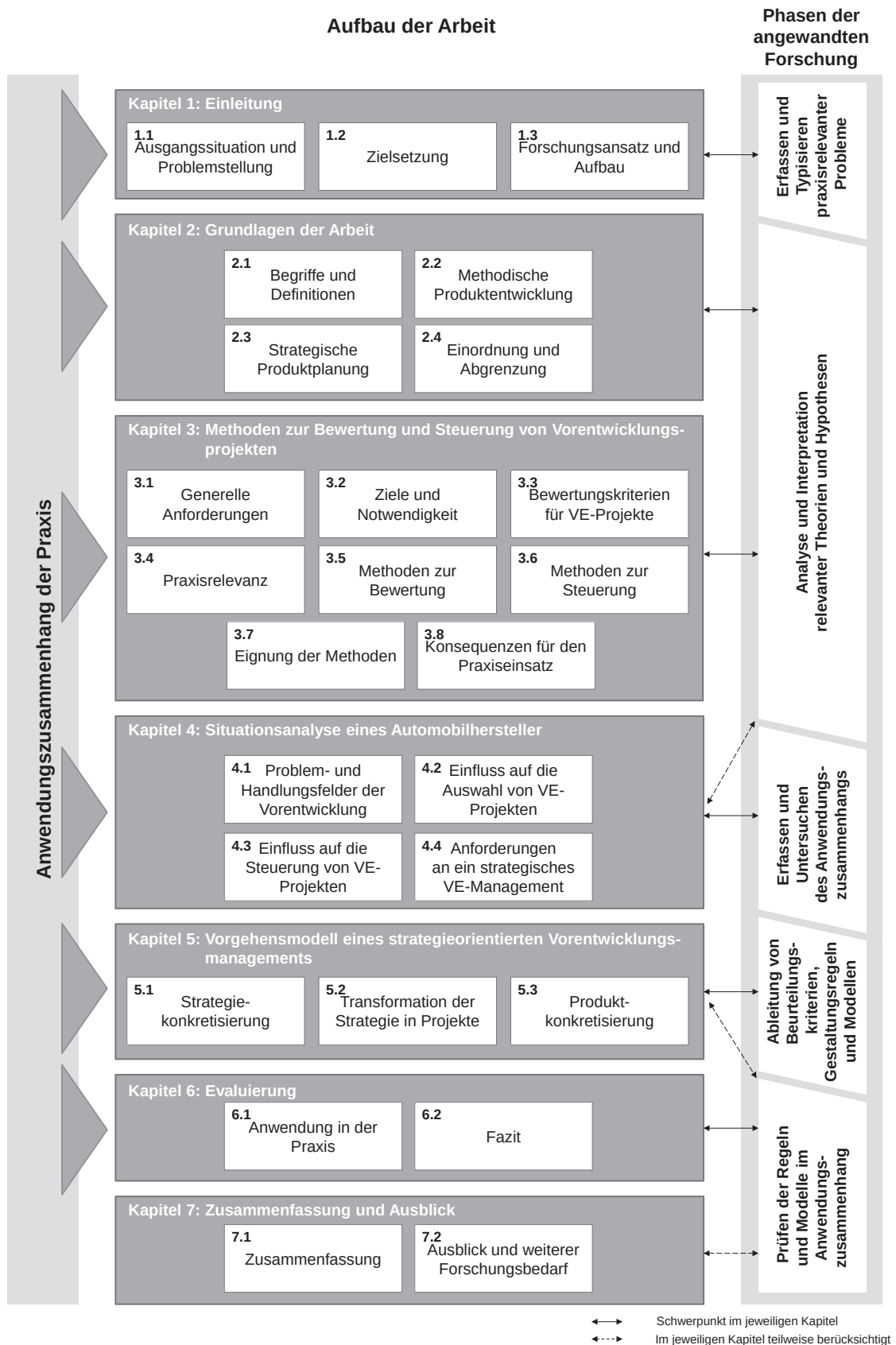


Bild 1-5: Aufbau der Arbeit und Forschungsansatz

2 Grundlagen der Arbeit

In diesem Kapitel soll ein einheitliches Begriffsverständnis erzielt werden. Hierzu werden zunächst allgemeine Begriffe aus dem Bereich des Innovationsmanagements und anschließend diejenigen, die für das Produkt Automobil von besonderer Bedeutung sind, definiert. Zum Ende dieses Kapitels wird eine Abgrenzung des Untersuchungsbereichs dieser Arbeit vorgenommen.

2.1 Begriffe und Definitionen

Aufgrund vieler unterschiedlicher Definitionen und begrifflicher Abgrenzungen im Kontext des Innovationsmanagements ist es wichtig, die in der Arbeit verwendeten Begriffe zu erläutern und so Missverständnissen entgegenzuwirken.

2.1.1 Technologie und Technik

Häufig wird in wissenschaftlichen Arbeiten eine Abgrenzung der Begriffe „Technologie“ und „Technik“ vorgenommen (vgl. z. B. SCHÖNING 2006, S. 7 ff.; FELDMANN 2007 S. 14 ff.). Nach BÜRGELE versteht man unter **Technologie** „das gesammelte ingenieurwissenschaftliche/naturwissenschaftliche Expertenwissen, welches allein auf theoretischer Basis aufbaut und dieses in den Kategorien Ursache und Wirkung bzw. Ziel und Mittel versucht, theoretisch weiterzutreiben“ (BÜRGELE et al. 1996, S. 13). Als adäquates Instrument zur Technologieentwicklung sieht BÜRGELE die Grundlagenforschung an.

Im Gegensatz dazu setzt **Technik** „die aus Technologie gewonnenen ingenieur- und naturwissenschaftlichen Ergebnisse durch verfeinertes Ziel-Mittel-Wissen bzw. durch ausgearbeitete Verfahrensregeln in konkrete Objekte (z. B. Produkte und Verfahren) um“. (BÜRGELE et al. 1996, S. 13) Durch anwendungsorientierte Forschungs- oder Entwicklungsarbeit wird somit Technik entwickelt, die sich als Ergebnis in technischen Systemen oder Systemelementen wiederfindet.

In der Praxis werden die beiden Begriffe synonym verwendet (vgl. BROCKHOFF 1999, S. 27), da der englische Ausdruck „Technology“ als Technologie anstelle von Technik ins Deutsche übernommen worden ist (vgl. MÖHRLE & ISENMANN 2005). Zudem kann sich der Übergang von Technologie zu Technik im Einzelfall nicht immer präzise bestimmen lassen (vgl. GERPOTT 2005, S. 17).

2.1.2 S-Kurvenmodell und Technologielebenszyklus

Für technologische Entwicklungen existieren Erklärungsmodelle, die helfen sollen, den Entwicklungsverlauf besser abschätzen zu können (vgl. BÜRGELE et al. 1996, S. 88). In Bild 2-1 wird der typische S-förmige Verlauf einer solchen Technologieentwicklung dargestellt.

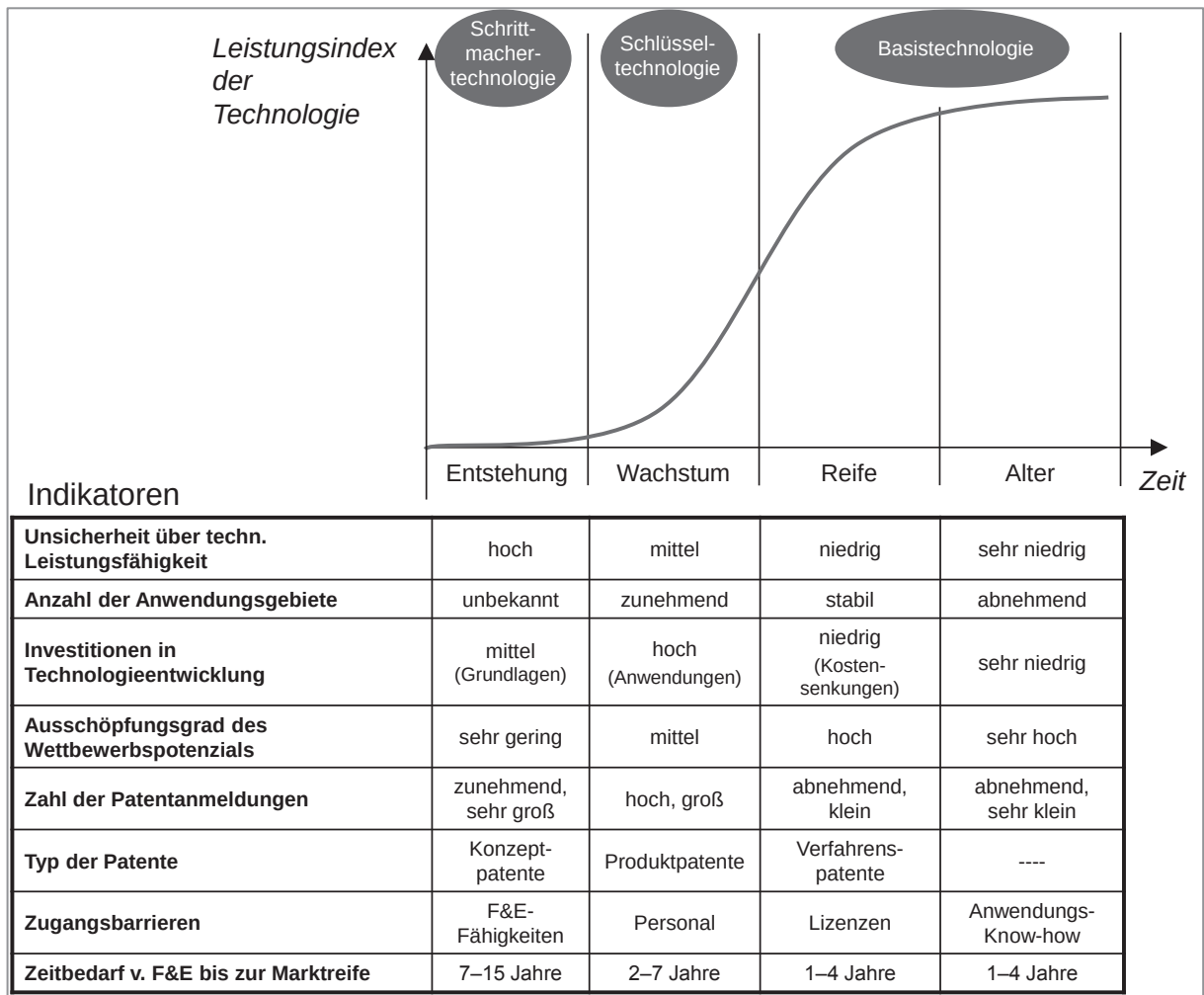


Bild 2-1: Technologielebenszyklus (in Anlehnung an GERPOTT 2005, S. 115 f.)

Anhand bestimmter Indikatoren soll es bei solchen Lebenszyklusmodellen möglich sein, die aktuelle Phase der Technologie zu bestimmen. Mittels Patentanalysen können z. B. die Anzahl und Art der Patente einer bestimmten Technologie untersucht werden. Man kann den Technologielebenszyklus in die Phasen Entstehung, Wachstum, Reife und Alter unterteilen (vgl. LITTLE 1988, S. 24).

Je nachdem, in welcher Phase sich eine Technologie befindet, kann man folgende **Technologietypen** unterscheiden:

- **Schrittmachertechnologie**
- **Schlüsseltechnologie**
- **Basistechnologie**

Für Unternehmen ist diese Klassifizierung in mehrfacher Hinsicht interessant. Zum einen können Überlegungen zum Technologielebenszyklus als Grundlage für Investitionsentscheidungen für ein bestehendes Technologieportfolio dienen. Zum anderen kann der Vergleich der Zyklusphasen von komplementären oder substituierenden Technologien genutzt werden, gezielt einen Technologiewechsel anzustreben.

Dieser Grundgedanke liegt dem sogenannten S-Kurvenmodell von McKinsey zugrunde (vgl. KRUBASIK 1982). In Bild 2-2 wird ein solcher Technologiewechsel näher erläutert.

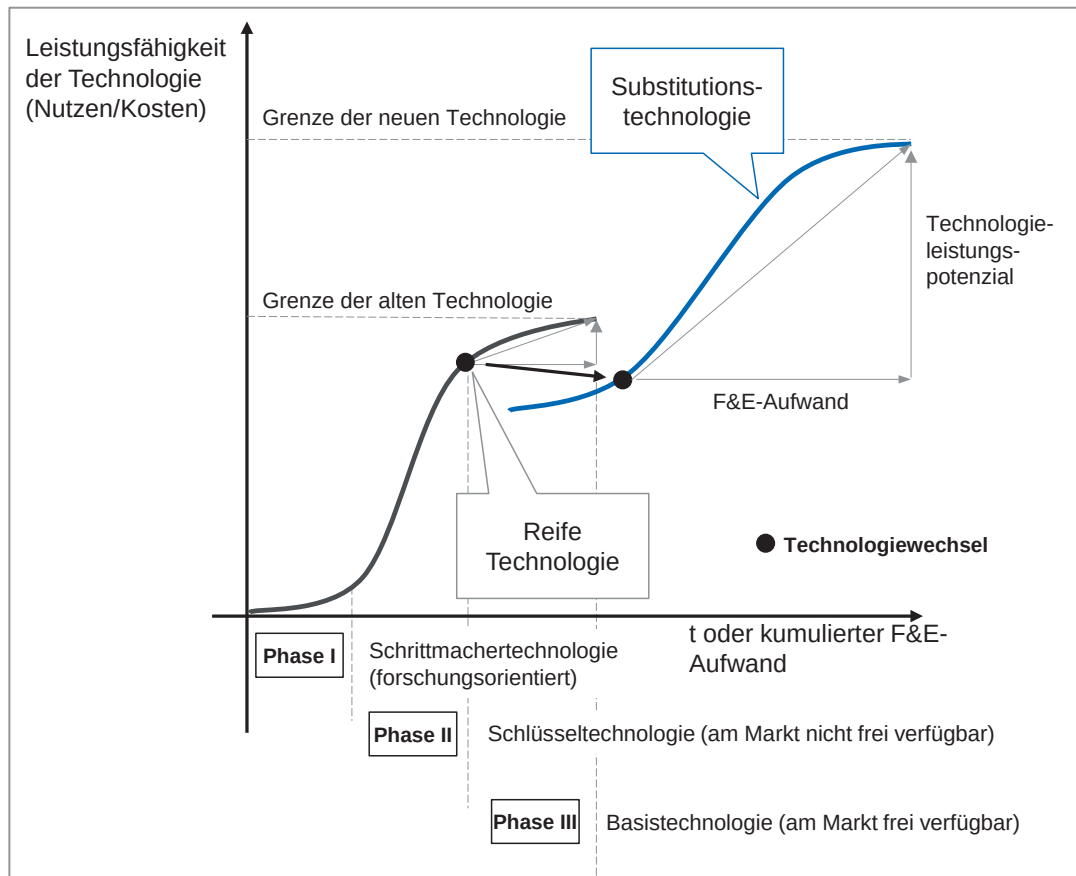


Bild 2-2: S-Kurvenmodell nach McKinsey (in Anlehnung an BÜRGELE et al. 1996, S. 90; SEIBERT 1998, S. 122)

Befindet sich eine Technologie in der Reife- oder Altersphase, so sind drastische Zuwächse ihrer Leistungsfähigkeit kaum mehr zu erwarten, und sie nähert sich ihrer Leistungsgrenze an. Die Technologie ist als Basistechnologie frei am Markt erhältlich. Existiert in dieser Lebenszyklusphase eine substituierende Technologie, die sich erst in der Phase der Entstehung oder des Wachstums befindet und deren Leistungspotenzial in absehbarer Zeit voraussichtlich das Niveau der reifen Technologie erreichen kann, dann sollte ein Unternehmen einen Technologiewechsel in Erwägung ziehen. Wird ein solcher Technologiewechsel „verschlafen“, kann dies die Existenz des Unternehmens bedrohen (vgl. BÜRGELE et al. 1996, S. 90). In der Praxis findet das S-Kurvenmodell zunehmend Akzeptanz in der strategischen F&E-Planung. Auch wenn eine potenzialbasierte Positionierung einer Technologie im S-Kurvenmodell schwierig ist, da der genaue Kurvenverlauf nur schwer prognostizierbar ist, kann dieses Modell doch als hilfreiches Kommunikationsmittel angesehen werden, um entsprechende strategische Diskussionen herbeizuführen und zu unterstützen. Allerdings ist von einem isolierten Einsatz als Entscheidungsinstrument abzuraten (vgl. BÜRGELE et al. 1996, S. 90 ff.).

2.1.3 Innovation

Der Begriff „Innovation“ findet bereits seit den 30er-Jahren des letzten Jahrhunderts in der Ökonomie Verwendung (vgl. SCHUMPETER 1931). Jedoch hat sich das Begriffsverständnis in den letzten Jahren gewandelt. BULLINGER unterscheidet sogar zwischen einem Begriffsverständnis alter und neuer Art. Im Gegensatz zum „alten“ Begriffsverständnis muss eine Innovation nicht mehr durch eine diskontinuierliche Durchsetzung und dramatischen Wandel gekennzeichnet sein. Vielmehr werden inzwischen auch kontinuierliche Veränderungen und Verbesserungen durch den Begriff „Innovation“ abgedeckt (vgl. BULLINGER 1994, S. 37).

Dass heute kein einheitliches Begriffsverständnis existiert, zeigt sich auch in Standardwerken zum Thema Innovationsmanagement. Beispielsweise widmen HAUSCHILDT et al. 28 Seiten der Begriffsklärung (HAUSCHILDT & SALOMO 2007, S. 3 ff.). Als kleinster gemeinsamer Nenner des Innovationsbegriffs kann zumindest die Neuartigkeit gesehen werden.⁵ Wobei es wiederum viele Möglichkeiten gibt, worin und wodurch sich diese Neuartigkeit ausdrücken kann. JOHNE et al. stellen allein für Produktinnovationen diverse Dimensionen mit unterschiedlichen Ausprägungen der Neuartigkeit fest (siehe Bild 2-3).

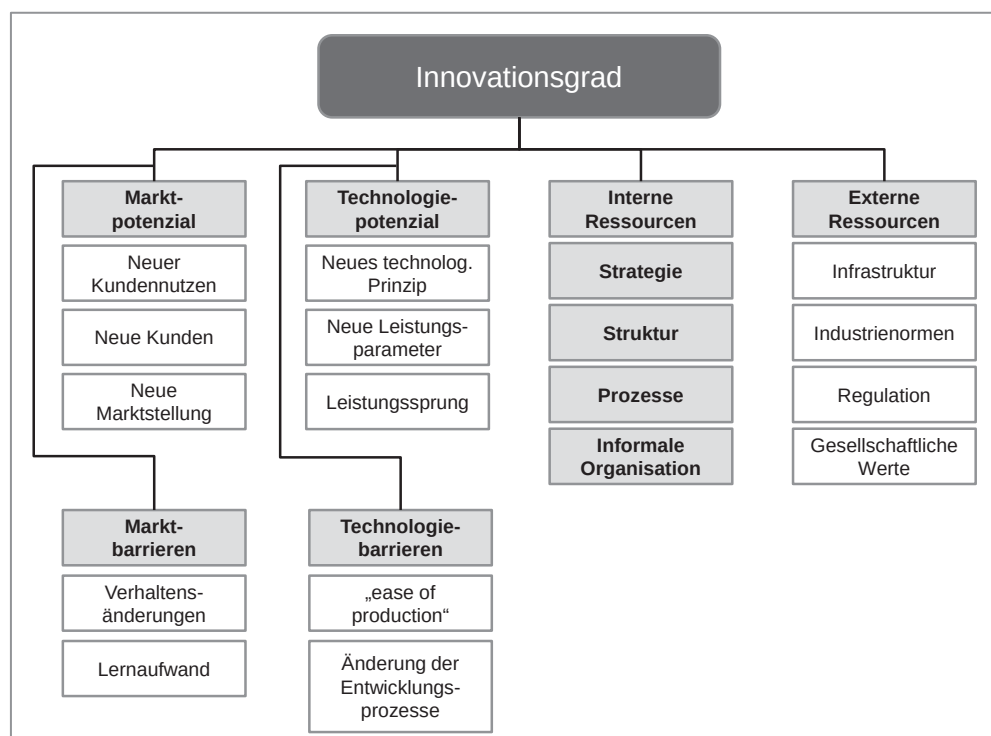


Bild 2-3: Dimensionen der Neuartigkeit von Produktinnovationen (vgl. JOHNE & SALOMO 2007, S. 725)

Beleuchtet man die Neuartigkeit, so stellt man fest, dass dieser Begriff sehr stark von einer subjektiven Wahrnehmung geprägt ist. Was für einzelne Individuen als Neuheit wahrgenommen wird, ist unter Umständen bereits bei anderen Individuen oder auf anderen Märkten bekannt. Von einer objektiven Neuheit lässt sich somit nur sprechen, wenn es sich um eine Weltneuheit handelt (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 45).

⁵ Der Neuheitsgrad wird daher in der Literatur auch häufig als Innovationsgrad bezeichnet.



Für diese Arbeit spielt die wissenschaftliche Debatte um die Subjektivität des Neuheitsgrads nur eine untergeordnete Rolle. Wie in Kapitel 2.1.6 noch ausführlich erläutert wird, steht eher das technische Risiko, das mit der Neuartigkeit für die Entwicklungsabteilung verbunden ist, im Vordergrund.

Um den Begriff „Innovation“ von einer Invention, also einer reinen Erfindung, abzugrenzen, betonen viele Wissenschaftler den Verwertungs- bzw. Umsetzungsaspekt von Innovationen (vgl. z. B. VAHS & BURMESTER 2005, S. 44 ff.; BÜRGELE et al. 1996, S. 13 f.; PLESCHAK & SABISCH 1996, S. 6).⁶ Eine technisch-ökonomische Unterscheidung von Invention und Innovation findet sich auch bei SPECHT et al., wo eine Invention „sowohl die erstmalige technische Umsetzung als auch die neue Kombination bestehender wissenschaftlicher Erkenntnisse“ umfasst und „i. d. R. das Resultat erfolgreich verlaufender F&E-Aktivitäten“ darstellt (SPECHT et al. 2002, S. 13 f.). Im Gegensatz dazu geht eine Innovation über den Bereich der Forschung und Entwicklung hinaus und bezeichnet den „Prozess der Produkt- und Prozessentstehung, das Anfahren der Produktion und die Einführung des neuen Produktes in den Markt“ (SPECHT et al. 2002, S. 13 f.).

Neben den beiden genannten Punkten existieren weitere Aspekte, die Einfluss auf das Innovationsverständnis besitzen. Einen guten Überblick, welche unterschiedlichen Dimensionen der Innovationsbegriff besitzen kann, stellt Bild 2-4 dar, wobei der Betrachtungsschwerpunkt dieser Arbeit bereits entsprechend hervorgehoben ist.

Einfache Klassifikation von Innovation					
Gegenstandsbereich	Produkt	Service	Prozess	soziale u. organisationale Innovation	Mischformen
Produktinnovations-typen aus Kundensicht	substitutive Innovation		Wertschöpfungsinnovation		Innovation für völlig neue Märkte
Neuheitsgrad	Basis-innovation	Verbesserungs-innovation	Anpassungs-innovation	Imitation	Schein-innovation
Innovationsanstoß	Market Pull		Technology Push		Antizipation
Veränderungsumfang	inkrementelle Innovation		strategische Innovation		Durchbruchs-innovation
Kompetenzbasis	kompetenzverstärkende Innovation			kompetenzvernichtende Innovation	
Komplexität	Innovationen in nicht zusammengesetzten Produkten	Innovationen in einfach zusammengesetzten Produkten		Innovationen in komplex zusammengesetzten geschlossenen Produktsystemen	Innovationen in komplex zusammengesetzten offenen Produktsystemen

Bild 2-4: Dimensionen des Innovationsbegriffs (in Anlehnung an GOMERINGER 2007, S. 166)

⁶ Für Produkt- und Prozessinnovationen findet sich auch eine Definition der OECD im sogenannten „Oslo Manual: Proposed guidelines for collecting and interpreting innovation data“. (vgl. OECD 1997, S. 31) Auch hier wird der Verwertungsaspekt betont.

Man erkennt schnell, dass der Begriff „Innovation“ für sich allein genommen sehr unpräzise ist. Um die in dieser Arbeit verwendeten Begriffe zu schärfen, werden an dieser Stelle einige Definitionen vorgestellt.

Produktinnovation

Versteht man ein Produkt als eine Menge von Eigenschaften, die auf eine erwartete Bedürfnisbefriedigung von bekannten oder unbekannten Verwendern hin gebündelt wird, damit der Anbieter bestimmte Ziele erreicht,⁷ dann stellt eine Produktinnovation ein Bündel von Eigenschaften dar. Allerdings muss für eine Produktinnovation dieses Bündel auch wahrnehmbar von einem zu einem vorausgehenden Zeitpunkt existenten Eigenschaftsbündel abweichen, selbst wenn die verglichenen Eigenschaftsbündel gleiche Bedürfnisse erfüllen (vgl. BROCKHOFF 2007, S. 22). Zu den Zielen lassen sich z. B. Profit, Ausbau von Marktanteilen und Aufbau eines gewünschten Firmenimage zählen.

Prozessinnovation

Im Gegensatz zu Produktinnovationen sind Prozess- oder Verfahrensinnovationen „Erneuerungen bei den Leistungserstellungsprozessen im Unternehmen. Sie setzen bei der zu erledigenden Arbeit an, sind aufgabenorientiert und ersetzen Schwächen in bestehenden Verfahren durch Verbesserungen. Prozessinnovationen verfolgen Ziele, wie z. B. die Sicherheit zu erhöhen, die Produktivität zu steigern, die Kundenzufriedenheit zu steigern oder die Umwelt zu schonen“. (DISSELKAMP 2005, S. 23)

Bereits eine vermeintlich einfache Unterscheidung anhand des Gegenstandsbereichs kann in der Praxis kompliziert sein. Gerade in der Automobilindustrie gehen Produktinnovationen und Prozessinnovationen häufig Hand in Hand, und man versucht, durch geeignete Kombinationen aus Produkt- und Prozessinnovationen für einen gewissen Zeitraum Wettbewerbsvorteile zu erzielen (vgl. GERYBADZE 2004, S. 71). Oftmals lassen sich innovative Produkte nur durch entsprechende Fortschritte im Bereich der Fertigungstechnologien herstellen. So ermöglichen hochfeste Stähle, lackierbare Kunststoffteile oder neuartige Verbindungstechnologien wie Reibrührschweißen neue Möglichkeiten der Produktgestaltung. Wie diese Beispiele zeigen, kann eine Trennung nach Gegenstandsbereich schwierig sein.⁸ Aber selbst wenn Prozessinnovationen keine Voraussetzung für Produktinnovationen darstellen oder sich mit ihnen vermischen, besteht in der Regel ein zeitlicher Zusammenhang. Dieser wird idealtypisch in Bild 2-5 dargestellt.

⁷ Eine ähnliche eigenschaftsorientierte Definition des Produktbegriffs findet sich z. B. auch bei BULLINGER & WARSCHAT 1997, S. 134.

⁸ Vgl. hierzu auch HAUSCHILDT & SALOMO 2007, S. 9.

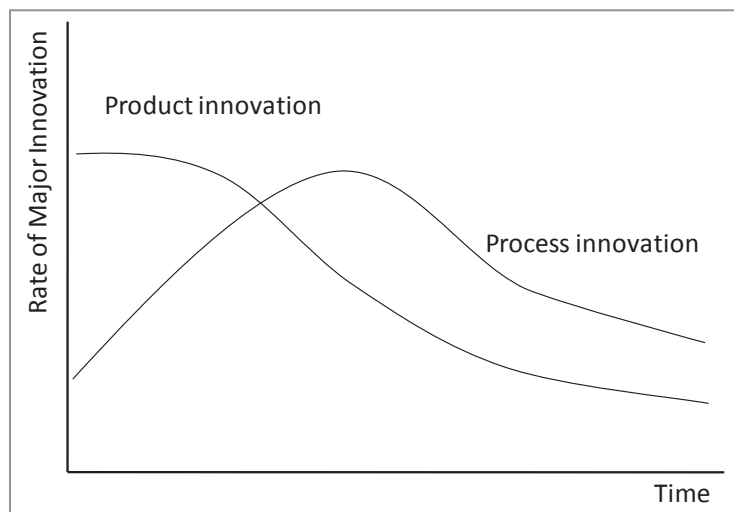


Bild 2-5: Zeitlicher Zusammenhang zwischen Produkt- und Prozessinnovationen
(vgl. UTTERBACK 1996, S. 91)

Im Modell von UTTERBACK werden mehrere Phasen beschrieben, die sich sowohl im Zeitverlauf eines Industriezweigs als auch bei einzelnen Firmen innerhalb dieses Zweiges beobachten lassen. Vereinfacht ausgedrückt, besteht der Zusammenhang zwischen Produkt- und Prozessinnovationen darin, dass im Laufe der Zeit die Produkte einen Punkt erreichen, an dem sie die Kundenwünsche so gut erfüllen, dass keine gravierenden Änderungen mehr notwendig sind. Ab diesem Zeitpunkt ist nur noch mit inkrementellen Verbesserungen und Produktvariationen zu rechnen. Meist nähern sich die Produkte einer Branche dann auch hinsichtlich ihrer Eigenschaften an, weshalb immer mehr eine effiziente und kostensparende Produktion in den Fokus der Unternehmen gerät. Dies bedingt dann zunehmende Prozessinnovationen. Letztendlich nimmt auch die Innovationsrate im Bereich der Prozesse und Verfahren ab, und es besteht die Gefahr, dass technische Innovationen neue, überlegene und substituierend wirkende Produkte hervorbringen.⁹ Wie bereits am Beispiel der Fertigungstechnologien erläutert, kann der dargestellte zeitliche Verlauf auch umgekehrt stattfinden, wobei Produktinnovationen dann erst durch vorausgehende Prozessinnovationen ermöglicht werden.

Produkt-Service-Systeme (PSS)

Bei Produkt-Service-Systemen wird nicht nur das physikalische Produkt, sondern auch möglich Dienstleistungen über den gesamten Lebenszyklus eines Produkts mit in die Betrachtung einbezogen (vgl. AURICH et al. 2006, S. 1481). Die frühzeitige Betrachtung möglicher Dienstleistungen und entsprechender Servicestrategien kann die Entwicklung des physikalischen Produkts maßgeblich beeinflussen und in Kombination mit einem passenden Serviceangebot zu neuen Geschäftsmodellen führen (vgl. TAN & MCALOONE 2006).

Für diese Arbeit liegt der Fokus auf Produktinnovationen, wobei aus den genannten Gründen keine eindeutige Abgrenzung zu Prozessinnovationen geführt wird und diese Innovationsart ggf. mit in die Betrachtung einfließt. Ebenso konzentriert sich diese Arbeit auf Vorentwicklungsprojekte und damit vorrangig auf Basis- und Verbesserungsinnovationen.

⁹ Die ausführliche Erläuterung des Modells findet sich bei UTTERBACK 1996, S. 90 ff.

Basisinnovationen

Basisinnovationen führen zu neuen Wirkprinzipien und damit häufig zu neuen Produktgenerationen, Produkten oder Verfahren (PLESCHAK & SABISCH 1996, S. 4). Basisinnovationen entsprechen somit dem Begriff der „Neukonstruktionen“, wie er aus der Konstruktionslehre bekannt ist. Neukonstruktionen zeichnen sich dadurch aus, dass neue Aufgabenstellungen und Probleme mit neuen Lösungsprinzipien auftreten werden. Hierbei ist es unerheblich, ob sich diese durch Auswahl und Kombination an sich bekannter Prinzipien und Technologien ergeben oder weil technisches Neuland betreten werden muss (vgl. PAHL et al. 2007, S. 4).

Verbesserungsinnovationen beziehen sich auf die Verbesserung einzelner oder mehrerer Qualitätsparameter eines Produkts (vgl. PLESCHAK & SABISCH 1996, S. 4). In Analogie zu „Anpassungskonstruktionen“ bleiben **Anpassungsinnovationen** bei bekannten und bewährten Lösungsprinzipien und passen die Gestaltung an veränderte Randbedingungen (z. B. spezifische Kundenwünsche) an (vgl. PAHL et al. 2007, S. 4; PLESCHAK & SABISCH 1996, S. 4).

Da jedoch eine genaue Abgrenzung zu Anpassungsinnovationen nicht möglich ist und auch diese Innovationsart in der Praxis im Rahmen einer Vorentwicklung behandelt wird, wird dieser Innovationstypus hier nicht explizit ausgeschlossen. Imitationen im Sinne von Nachentwicklung bereits existierender Lösungen und Pseudoinnovationen, die keinen wirklichen Nutzen darstellen, werden hingegen nicht behandelt.

Auslöser für Innovationen

Prinzipiell lassen sich zwei verschiedene Auslöser für Innovationen unterscheiden (vgl. MARTIN 1994 S. 43 f.):

- Erfolgt der Innovationsanstoß marktseitig, indem Kundenbedürfnisse erkannt oder direkte Nachfragen von Kunden erfolgen, spricht man von zweckinduzierten bzw. „**Market-Pull**“¹⁰-Innovationen (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 80 f.). Die Erfolgsaussichten für solche Innovationen sind entsprechend hoch. Eine Orientierung an Märkten und Kundenbedürfnissen allein ist dennoch kein Garant für eine langfristig erfolgreiche Strategie. Eine zu starke Fokussierung auf akute Marktbedürfnisse kann zu einer Bevorzugung von kurzfristigen Projekten mit einem geringen Innovationsgrad führen (vgl. WEULE 2002, S. 41).
- Unter „**Technology-Push**“ versteht man mittelinduzierte Innovationen, die in der Regel durch die F&E-Bereiche der Unternehmen ausgelöst werden.¹¹ Die Erfolgsaussichten von diesen Innovationen sind vergleichsweise geringer als von zweckinduzierten Innovationen (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 80 f.), da eine ausreichend hohe Nachfrage (etwa aufgrund falsch antizipierter Kundenbedürfnisse) nicht unbedingt gegeben ist.¹² Darüber hinaus können noch Barrieren und Hindernisse existieren, die einer schnellen Verbreitung im Wege stehen. So stellt eine fehlende Infrastruktur, wie sie z. B. für wasserstoffbetriebene Fahrzeuge nötig ist, durchaus eine große Hürde dar. Aber auch gesetzliche Regelungen können Innovationen im Weg stehen. Für die Ver-

¹⁰ Synonym wird auch der Begriff „Demand-Pull“ verwendet (vgl. HAUSCHILDT & SALOMO 2007, S. 7).

¹¹ Die F&E-Bereiche können sich dennoch verschiedener Quellen zur Ideengenerierung bedienen. Siehe hierzu z. B. STERN & JABERG 2007, S. 101 f.

¹² Ebenso gestalten sich Marktanalysen zu radikalen Innovationen schwierig, da dem Kunden weder Vergleichs- noch Erfahrungswerte vorliegen.



breitung des Segway-Rollers stellte insbesondere die unklare Klassifizierung ein großes Problem dar, da diese direkten Einfluss auf den Kundenwert hat. Die Frage, ob es sich um ein Kraftfahrzeug, einen motorisierten Roller oder gar einen motorisierten Rollstuhl handelt, hat dem Erfinder Dean Kamen viel Zeit bei diversen Behörden in Washington gekostet (vgl. ROGERS 2003, S. 148 f.). Denn von der Klassifizierung hängt ab, ob Helmpflicht besteht, nur oder gar nicht auf Gehwegen gefahren werden darf, und ob eine Beleuchtung und ein Kennzeichen notwendig sind. Neben dem Kaufpreis besitzen auch solche Faktoren Auswirkungen auf die Kaufentscheidung.

Wie in der Einleitung bereits erwähnt wurde, betreffen die Überlegungen auch die Automobilindustrie. Es werden Milliarden in Innovationen investiert, die nicht ausreichend die Kundenbedürfnisse befriedigen (vgl. WYMAN 2007).

Eine ausbalancierte Innovationsstrategie, die sowohl „Market-Pull“- als auch „Technology-Push“-Auslöser für Innovationen berücksichtigt, ist langfristig am erfolgversprechendsten (vgl. BAKER & SINKULA 2007; MEFFERT et al. 2008, S. 414; GERPOTT 2005, S. 52). Viele Prozessmodelle und Methoden des Innovationsmanagements berücksichtigen daher sowohl „Market-Pull“ als auch „Technology-Push“ als Auslöser für Innovationen.

Der Veränderungsumfang bei Produktinnovationen kann ebenfalls zwei Aspekte, Produkt und Markt, betreffen und für eine Klassifizierung genutzt werden. Wie in Bild 2-6 dargestellt ist, können Innovationen, die sowohl produktseitige als auch marktseitige Veränderungen bedeuten, also auf der Diagonale der Matrix liegen, je nach Veränderungsintensität als **inkrementelle**, **strategische** oder **radikale Innovationen** bezeichnet werden.

Ausmaß der Produktänderung	Völlig neue Produkte			Radikale Innovation
	Neue Produktgeneration		Strategische Innovation	
	Verbesserte Leistungsmerkmale	Inkrementelle Innovation		
		Substitutive Innovation	Wertschöpfungsinnovation	Innovation in neuen Märkten
Veränderungsintensität im Bedarfsfeld/Markt				

Bild 2-6: Klassifikation von Innovationen nach Veränderungsumfang (vgl. GERYBADZE 2004, S. 78)

Aus Sicht des Kompetenzmanagements und wegen organisatorischer und persönlicher Widerstände gegen Innovationsideen stellt sich die Frage, inwieweit es sich um **kompetenzverstärkende** oder **kompetenzvernichtende Innovationen** handelt (vgl. GERYBADZE 2004, S. 82). Es ist nachvollziehbar, dass es für Entscheidungsträger schwer ist, Innovationen objektiv zu bewerten, wenn dadurch langwierig aufgebaute Kompetenzen, denen bisher vielleicht sogar ein großer Anteil am Firmenerfolg zugeschrieben wurde, durch eine Innovation obsolet

werden. Die Bewertung kann zusätzlich dadurch erschwert werden, dass das fachliche Know-how für eine solide Bewertungsgrundlage firmenintern nicht verfügbar ist.

Die Komplexität von Produkten besitzt Auswirkungen auf die Produktplanung (vgl. GOMERINGER 2007, S. 166). Aus diesem Grund ist es für das Management von Innovationen relevant, ob es sich um **nicht zusammengesetzte Produkte** (z. B. Glas oder Papier), um **einfach zusammengesetzte Produkte** oder um **komplex zusammengesetzte (geschlossene oder offene) Produktsysteme** handelt. Während geschlossene Produktsysteme (wie z. B. das Automobil¹³) durch eine eindeutig festgelegte und begrenzte Anzahl von Subsystemen, die ggf. miteinander interagieren, gekennzeichnet sind (vgl. GOMERINGER 2007, S. 166), gibt es bei offenen Produktsystemen keine örtliche Begrenzung. Ebenso ist die Anzahl von Subsystemen nicht klar festgelegt. Diese Arbeit konzentriert sich auf das Produkt „Automobil“ und damit auf komplex zusammengesetzte geschlossene Produktsysteme.

Wie die vorherigen Beispiele zeigen, existiert eine große Vielzahl an möglichen Definitionen und Abgrenzungen rund um den Innovationsbegriff. Diese Begriffsproblematik sorgt nicht nur in der Wissenschaft für Probleme, da sich unterschiedliche Innovationsstudien nicht ohne Weiteres vergleichen lassen (vgl. HAUSCHILDT 2004, S. 6), sondern auch in der Praxis. Vermehrt lässt sich beobachten, dass der Begriff immer mehr zu einem Schlagwort wird, welches in Verbindung mit beinahe jeglicher Änderung in jedem beliebigen Zusammenhang eingesetzt wird. Ein unterschiedliches Verständnis kann im Unternehmen immer wieder zu Missverständnissen führen, was sich in der Wahl falscher Methoden, Fehlallokation von Ressourcen etc. äußern kann. Auch die Erfahrungen im Rahmen des Kooperationsprojekts haben dem Autor bestätigt, dass der Innovationsbegriff individuell sehr unterschiedlich interpretiert wird. Er reicht von sogenannten Welt- oder Branchenneuheiten bis hin zu kleinen, vom Kunden kaum wahrnehmbaren, technischen Detaillösungen.

2.1.4 Innovationsmanagement

„Im Mittelpunkt der Unternehmensführung stehen folglich Entscheidungen, [...]“
(HUNGENBERG & WULF 2007, S. 26)

Funktional lässt sich Unternehmensführung, oder synonym **Management**, durch folgende Aktivitäten charakterisieren (vgl. HUNGENBERG & WULF 2007, S. 24 f.):

- **Planung** (Analysen durchführen, Ziele bestimmen und Maßnahmen zur Zielerreichung festlegen)
- **Steuerung** (Aufgaben und Verantwortungen festlegen, Einsatz planen und Mitarbeiter motivieren und anleiten)
- **Kontrolle** (Ergebnisse messen, Abweichungen ermitteln und Anpassungsentscheidungen treffen)¹⁴

Eine begriffliche Unschärfe findet sich bei der Abgrenzung des Innovations-, F&E- und Technologiemanagements (vgl. Bild 2-7).

¹³ Inzwischen gibt es allerdings Bestrebungen, dass Fahrzeuge untereinander und auch mit der Verkehrsinfrastruktur kommunizieren (vgl. z. B. www.vt.bv.tum.de/travolution und www.simTD.de – Abruf am 24.11.2012).

¹⁴ LAUX ergänzt die funktionalen Aktivitäten noch um Personalführung und Organisation sowie die Gestaltung des Informationssystem im Unternehmen (vgl. LAUX 2006, S. 3 f.).

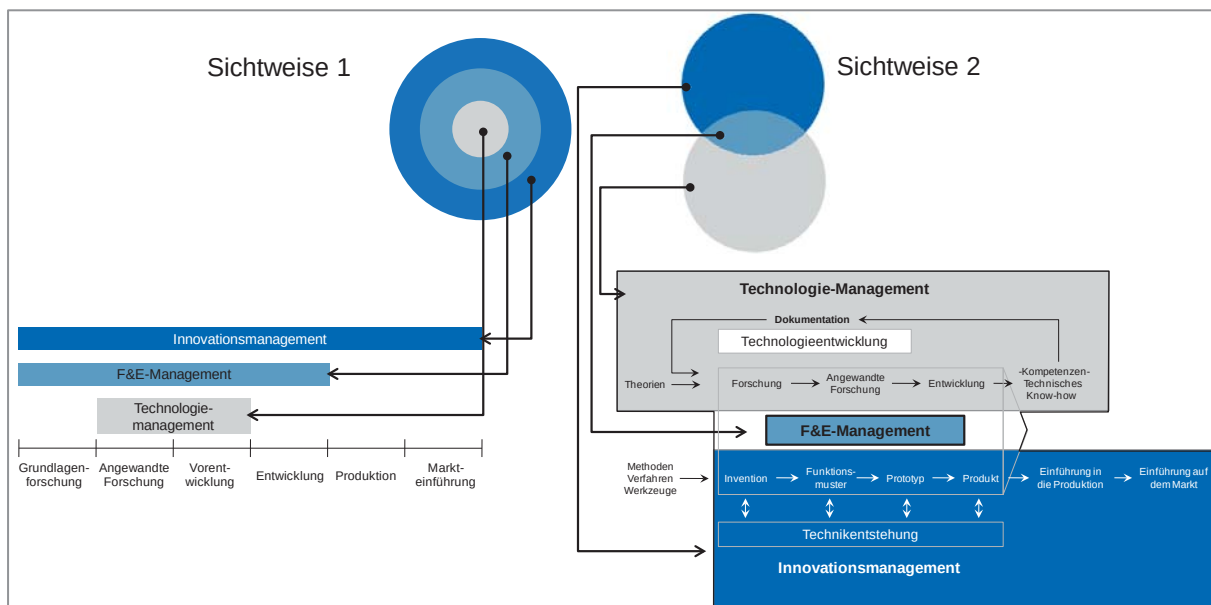


Bild 2-7: Unterschiedliche Abgrenzung von Innovations-, F&E- und Technologiemanagement
(in Anlehnung an MACHARZINA & WOLF 2005, S. 736; BÜRGELE et al. 1996, S. 15; GERPOTT 2005, S. 56)

Neben den in Kapitel 2.1.1 und 2.1.3 genannten begrifflichen Problemen im Zusammenhang mit Innovation und Technologie konzentrieren sich die Begriffsbestimmungen für das Management von Innovationen, F&E und Technologie auf die prozessuale Reichweite im Produktleben und die unterschiedlichen Aufgabengebiete.

Auf der einen Seite (Sichtweise 1) wird das Technologiemanagement als eine Teilmenge des F&E-Managements dargestellt, welches wiederum als Teilmenge des Innovationsmanagements aufgefasst werden kann (vgl. z. B. MACHARZINA & WOLF 2005; SPECHT et al. 2002, S. 16 f.; VAHS & BURMESTER 2005, S. 48 ff.). Das Technologiemanagement wird dadurch charakterisiert, dass es sich um die Entwicklung neuer Technologien kümmert, welche noch marktfrem sind. Diese entstehen durch Aktivitäten, die der angewandten Forschung bzw. Vorentwicklung zugeordnet werden. F&E-Management konzentriert sich demnach primär auf die Entwicklung neuer Produkte, allerdings ohne deren Markteinführung einzubeziehen. Dies wiederum wird als weitere Aufgabe dem Innovationsmanagement zugeschrieben.

Parallel dazu existiert in der Literatur eine weitere divergente Meinung (Sichtweise 2), wie sie beispielsweise von BÜRGELE et al. oder BRANDENBURG vertreten wird (BÜRGELE et al. 1996, S. 13 ff.; BRANDENBURG 2002, S. 15 ff.). Hier wird das F&E-Management als „Bindeglied von Technologie- und Innovationsmanagement“ (GERPOTT 2005, S. 55) verstanden. Dem Technologiemanagement werden exklusiv Entscheidungen bezüglich der Nutzung oder Weiternutzung bereits seit einiger Zeit auf dem Markt oder im Unternehmen verfügbarer Technologien zugerechnet. Dies trifft auch auf den externen Bezug oder die externe Verwertung von Technologien zu, die durch interne F&E nicht abgedeckt werden (vgl. GERPOTT 2005, S. 55). Dem eher wissensorientierten ausgerichtetem Technologiemanagement, welches auf die Schaffung von Kompetenzen und Know-how abzielt, steht das auf die kommerzielle Vermarktung von Produkten ausgerichtete Innovationsmanagement gegenüber. Zu dessen exklusiven Aufgaben zählt, wie bei Sichtweise 1, die Markteinführung von neuartigen Produkten. Allen gemeinsam ist der Umgang mit dem Neuen bzw. Neuartigen und dadurch mit höherer Unsicherheit und erhöhtem technischem Risiko (vgl. GERPOTT 2005, S. 56).

Aufgrund der Ausrichtung dieser Arbeit auf die Problematik der Vorentwicklung lässt sie sich sowohl dem Technologie-, F&E- und Innovationsmanagement zuordnen. Wie in Kapitel 2.1.6 noch ausführlicher erläutert wird, reichen die charakteristischen Eigenschaften der Vorentwicklung nicht aus, um eine pauschale Zuordnung treffen zu können. Um allerdings der angestrebten kommerziellen Verwertung der einzelnen Vorentwicklungsprojekte gerecht zu werden, werden in dieser Arbeit durchgängig die Begriffe Vorentwicklungs- oder Innovationsmanagement verwendet.

Ziel des Innovationsmanagements ist die Sicherstellung bzw. Steigerung der Innovationsfähigkeit des Unternehmens. Diese Fähigkeit bezieht sich auf die Erkennung des gegenwärtigen und zukünftigen Innovationsbedarfs und die Erfüllung dieses Bedarfs durch die Entwicklung neuen Wissens und neuer Ideen sowie die Umsetzung in neue Produkte (vgl. WEULE 2002, S. 292). Beeinflusst wird die Innovationsfähigkeit durch die Gestaltung und Ausrichtung des Managementsystems. Dies geschieht ausgehend von der Unternehmensphilosophie, d. h. sowohl durch Werte und Strategien, aber auch durch das operative Management. Die unterschiedlichen Managementebenen können sich sowohl auf Strukturen, Aktivitäten und Verhalten beziehen. Einen Überblick über diese integrierte Management-Sichtweise bezüglich Innovationsfähigkeit wird in Bild 2-8 dargestellt. Es stellt eine Kombination des Aachener Innovationsmanagement-Modells und des St. Galler Konzepts des integrierten Managements dar.

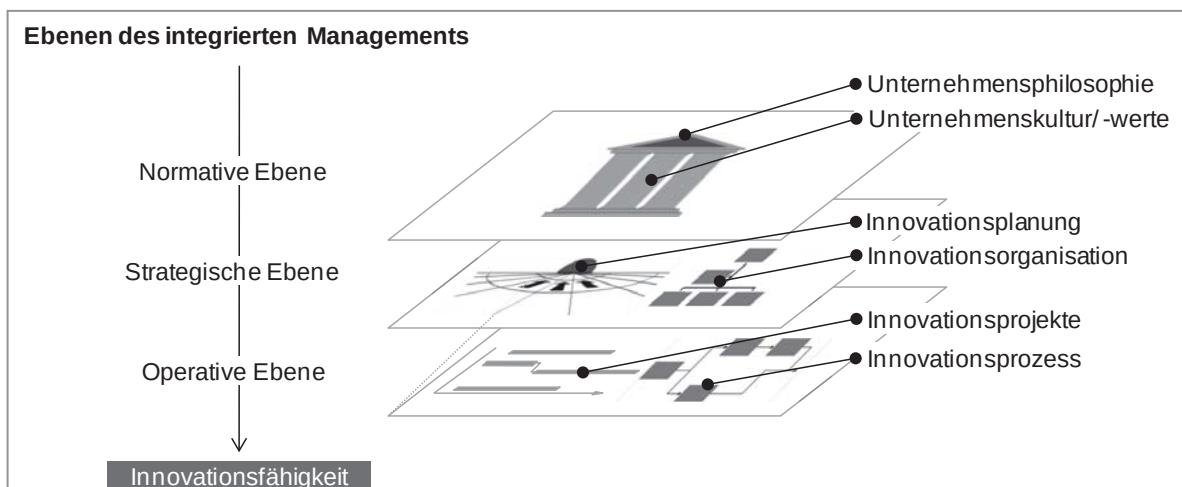


Bild 2-8: Anlehnung an das St. Galler Konzept des integrierten Managements und das Aachener Innovationsmanagement-Modell (in Anlehnung an EVERSHEIM 2008, S. 7; EVERSHEIM 2003; WEULE 2002, S. 292)

Im Zusammenhang mit der gezeigten Darstellung muss noch erwähnt werden, dass in der Realität die Ergebnisse der jeweils nachfolgenden Ebene durchaus Rückkopplungen zu den übergeordneten Ebenen aufweisen können.

Da das Innovationsmanagement für die Innovationsfähigkeit des Unternehmens zuständig ist, ist sein Aufgabenspektrum breit gefächert.



2.1.5 Projekt und Projektmanagement

Ein **Projekt** ist ein Vorhaben, welches im Wesentlichen durch die **Einmaligkeit** der Bedingungen in ihrer Gesamtheit, wie z. B. eine **Zielvorgabe**, zeitliche, finanzielle, personelle oder andere **Begrenzungen**, die Abgrenzung gegenüber anderen Vorhaben und eine **projektspezifische Organisation** gekennzeichnet ist (vgl. ZIMMERMANN et al. 2006, S. 2).¹⁵

Die Veränderungen, welche Projekte mit sich bringen, können sehr unterschiedlich sein. Sie können von Euphorie bis Widerstand, von Skepsis und Angst bis Freude und Motivation reichen und große organisationspsychologische Ansprüche an die Projektleitung stellen. Die Planung und Steuerung von Projekten können schwierig sein. Projekte verlangen zudem besondere organisatorische Maßnahmen sowie periodisch klare und eindeutige Entscheidungen (vgl. KUSTER et al. 2008, S. 4).

Nach DIN 69901-5:2009-01 umfasst das **Projektmanagement** die „Gesamtheit von Führungsaufgaben, -organisation, -techniken und -mitteln für die Initiierung, Definition, Planung, Steuerung und den Abschluss von Projekten“ (DIN 2009). Das Projektmanagement ist in erster Linie auf die Planung von einigermaßen gut strukturierbaren und determinierbaren Abläufen ausgerichtet. Deshalb stößt ein zu „starres“ Projektmanagement bei Prozessen der Produktentwicklung schnell auf die Problematik, dass die Dynamik dieser Prozesse einer exakt determinierten Ablaufplanung im Wege steht (vgl. LINDEMANN 2007, S. 17). Gerade bei Innovationsprojekten, wie sie in der Vorentwicklung durchgeführt werden, herrschen eine große Unsicherheit und ein hohes technisches Risiko. Weitere Entwicklungsaktivitäten hängen oft von Zwischenergebnissen ab, und unter Umständen erfolgen mehrere Iterationen, bis sich eine technische Lösung als geeignet herausstellt. Somit bedarf es bei Projektmanagement-Methoden im Umgang mit Innovationsprojekten einer gewissen Flexibilität. Auch das Topmanagement muss sich bewusst sein, dass gerade die Vorentwicklung nicht mit den gleichen Werkzeugen zu steuern ist, wie sie bei der Serienentwicklung von Fahrzeugen angewandt werden.

2.1.6 Forschung, Vorentwicklung und Serienentwicklung

„Der Entwicklung können je nach Innovationsgrad des Produktes Vorentwicklung und Forschung vorausgehen.“ (WEULE 2002, S. 215)

Eine gängige Unterteilung der Begriffe „Forschung“ und „Entwicklung“ findet sich im sogenannten Frascati-Handbuch der OECD (vgl. OECD 2002, S. 30) in welchem hinsichtlich der F&E-Phasen eine Unterscheidung in Grundlagenforschung, angewandte Forschung und Entwicklung vorgenommen wird.

Die **Grundlagenforschung** ist theoretischer Natur und zielt auf die Gewinnung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse ab. Reine Grundlagenforschung ohne Zweckorientierung findet vor allem in Großforschungseinrichtungen, Instituten der Max-Planck-Gesellschaft oder Universitäten statt. In der Industrie findet, wenn überhaupt, eine zweckorientierte Grundlagenforschung statt. In der Regel stellt sie auch nur einen Bruchteil vom F&E-Budget dar und dient teilweise auch Public-Relation-Zwecken (vgl. auch BÜRGELE et al. 1996, S. 9 f.).

¹⁵ Neben der an DIN 69901 angelehnten Definition von ZIMMERMANN existieren auch weitaus umfangreichere Definitionen des Projektbegriffs. Vgl. hierzu KUSTER et al. 2008, S. 4 f.

Im Gegensatz zur Grundlagenforschung ist bei der **angewandten Forschung** die Gewinnung neuer Erkenntnisse bereits mit einer praktischen Zielsetzung verbunden. Als Beispiel nennt BÜRGE die Fraunhofer-Gesellschaft, die sich als Hauptaufgabe den Wissenstransfer aus der Forschung in die industrielle Praxis gesetzt hat (vgl. BÜRGE et al. 1996, S. 10). Synonym zur angewandten Forschung wird auch der Begriff der Technologieentwicklung verwendet, wobei der Aspekt des Aufbaus und Pflege technologischer Leistungspotenziale und technologischer Kompetenz besonders betont wird (vgl. SPECHT et al. 2002, S. 15).

Wenn Industrieunternehmen eigene Forschungseinrichtungen betreiben, dann sind diese meist der angewandten Forschung zuzuordnen.

Während im Frascati-Handbuch der Begriff der „Entwicklung“ nicht weiter differenziert wird, unterscheidet SPECHT weiter in Vorentwicklung und Produkt- und Prozessentwicklung (vgl. SPECHT et al. 2002, S. 15 f.).

Da diese Arbeit im Bereich der Vorentwicklung angesiedelt ist, wird eine ausführliche Definition vorgestellt. Folgt man den prozessualen Überlegungen von SPECHT et al., stellt die **Vorentwicklung** eine Vorstufe zur eigentlichen Produktentwicklung dar. In Bild 2-9 wird diese Sichtweise verdeutlicht.

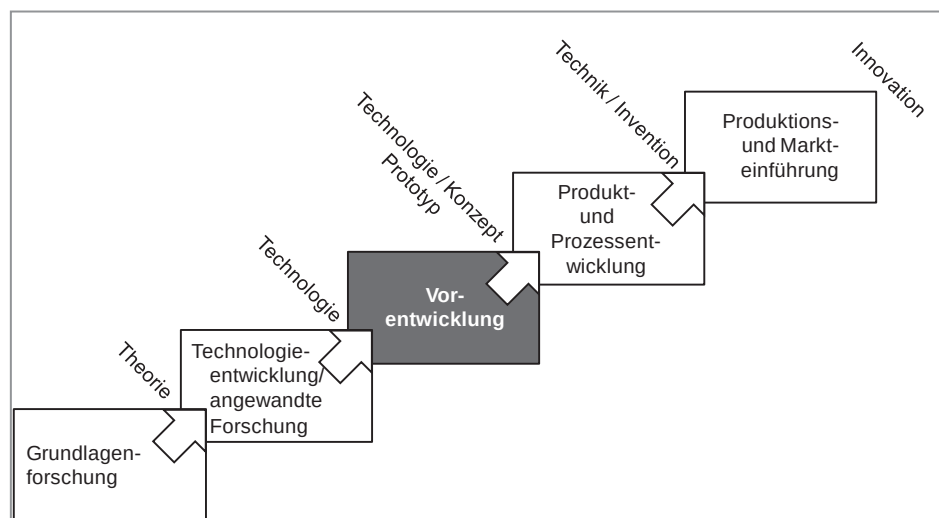


Bild 2-9: Prozessuale Einordnung der Vorentwicklung (vgl. SPECHT et al. 2002, S. 16)

„Die Hauptaufgabe der Vorentwicklung ist vor allem die Entwicklung funktionsfähiger Prototypen für ganze Produktkonzepte, Teilsysteme oder komplexe Produktmodule. Immer dann, wenn eine Aufgabe der Produktentwicklung erhebliche Risiken hinsichtlich der Einhaltung qualitativer, zeitlicher und kostenmäßiger Entwicklungsziele erwarten lässt, ist diese Aufgabe der Vorentwicklung zuzuordnen.“ (SPECHT et al. 2002, S. 16)

Die Vorentwicklung hat die Unterstützung der Produkt- und Prozessentwicklung als Aufgabe. Sind die technischen Risiken neuartiger Produktkonzepte, Teilsysteme und Komponenten so hoch, dass sie noch nicht in die Produkt- und Prozessentwicklung integriert werden können, fallen sie in den Aufgabenbereich der Vorentwicklung. Vorentwicklungsprojekte können dabei auf Problemlösungen der angewandten Forschung bzw. Technologieentwicklung aufbauen oder behandeln Problemstellungen aus der Produkt- oder Prozessentwicklung (vgl. SPECHT et al. 2002, S. 211). Damit zählen die Auswahl und Bereitstellung von Technologien, die Er-

arbeitung von grundsätzlichen Lösungsprinzipien, die Entwicklung neuer Systemarchitekturen und Plattformen sowie eine Machbarkeitsprüfung neuer Produktideen und innovativer Produkt- und Prozessverbesserungen ebenfalls zu den Aufgaben, die im Vorentwicklungsprozess abgearbeitet werden (vgl. SCHMELZER 1999, S. 207).

Vorentwicklung und Serienentwicklung in der Automobilindustrie

In der Automobilindustrie findet die Vorentwicklung zunächst unabhängig von Fahrzeugprojekten statt (vgl. KEIJZER 2007, S. 85), während die Serienentwicklung als die eigentliche Produktentwicklung angesehen werden kann. Die einzelnen Fahrzeuge stellen das Endprodukt dar. Prozessuale Probleme, die sich durch eine von Fahrzeugprojekten unabhängige Vorentwicklungsphase ergeben, werden in Kapitel 4.1.5 noch eingehender beleuchtet. In Bild 2-10 werden die unterschiedlichen Prozesse beispielhaft dargestellt.

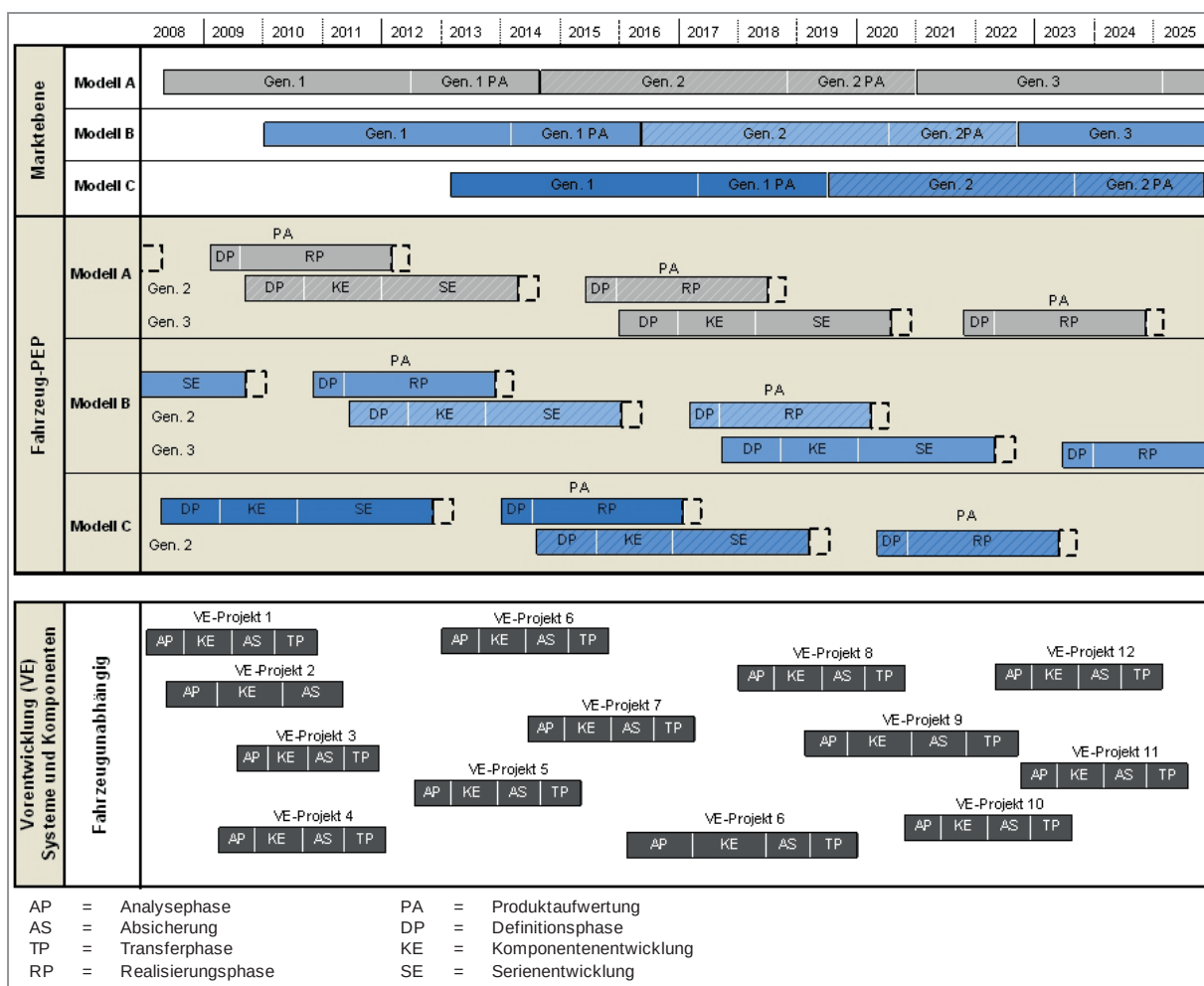


Bild 2-10: Vereinfachte Darstellung der Markt- und Entwicklungszyklen von Pkws und Vorentwicklung (eigene Darstellung)

Der Produktentstehungsprozess der einzelnen Fahrzeugmodelle richtet sich nach den Marktbedürfnissen. Im dargestellten Beispiel versucht der Automobilhersteller, nach jeweils vier Jahren das einzelne Fahrzeugprojekt durch Modellpflegemaßnahmen aufzuwerten und damit seine Attraktivität für den Kunden wieder zu erhöhen und rückgängigen Absatzzahlen entgegenzuwirken. Auch wenn Bild 2-10 eine vereinfachte Darstellung mit nur drei Fahrzeugmo-

dellen und konstanten Markt- und Entwicklungszyklen darstellt, wird dennoch ersichtlich, dass es einer durchdachten Planung bedarf. Im Rahmen des sogenannten Cycleplans werden die einzelnen Entwicklungsprozesse so getaktet, dass Marktbedürfnisse unter gegebenen Restriktionen wie Budget, Personal etc. bestmöglich befriedigt werden können.

Im Rahmen der Vorentwicklung versuchen die Automobilhersteller, Innovationen voranzutreiben und neue Ideen im Sinne eines „proof of concept“ zu validieren. Ziel ist nicht nur ein theoretischer, sondern ein praktischer Funktionsnachweis mittels Prototypen. Der Funktionsnachweis soll bereits unter realistischen Bedingungen und entsprechender Testverfahren (z. B. Kälte- und Klimatests) erfolgen, um eine Risikoreduzierung für die Produktentstehungsprozesse einzelner Fahrzeuge zu erreichen. Die hohen Qualitäts- und Sicherheitsanforderungen bei Fahrzeugprojekten lassen sich nur sicherstellen, wenn Neues sorgfältig vorentwickelt wird (BARSKE 2001, S. 63), bevor es an die Serienentwicklung übergeben wird. Da die Serienentwicklung eines Fahrzeuges mit immensen Aufwendungen verbunden ist, werden dort restriktive Methoden des Projektmanagements eingesetzt, um zeitliche Ziele, Qualitäts- und Kostenziele einzuhalten. Verzögerungen durch nicht ausreichend vorentwickelte Technologien würden zu hohem finanziellem Schaden führen und könnten negative Auswirkungen auf die Anlaufplanung anderer Fahrzeugprojekte besitzen.¹⁶ In der Regel ist ein Vorentwicklungsprojekt deshalb keinem konkreten Fahrzeugprojekt zugeordnet.

Gerade die Hersteller von Automobilen des Premiumsegments versuchen, durch Innovationen Alleinstellungsmerkmale zu generieren, um sich von Wettbewerbern zu differenzieren und ihre Produkte preislich höher anzusiedeln. Auch wenn die Bedeutung der Vorentwicklung und der frühen Phasen der Entwicklung bekannt ist, investieren nur wenig Unternehmen intelligent in die frühen Phasen (vgl. MORGAN & LIKER 2006, S. 39 f.).

Zusammengefasst ergibt sich damit folgende **Zielsetzung der Vorentwicklung**. Die Vorentwicklung soll primär die Innovationsfähigkeit des Unternehmens verbessern. Als Unterziele können eine Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit, eine Stärkung der Kundenbindung und die Gewinnung von Neukunden genannt werden. Durch Risikoreduktion im eigentlichen Produktentwicklungsprozess soll zudem eine Qualitätserhöhung ermöglicht sowie die absoluten Produkt- und Entwicklungskosten reduziert werden (vgl. SPECHT et al. 2002, S. 115).

Für die Gestaltung der Vorentwicklung in einem Unternehmen gelten damit bestimmte **Anforderungen**:

- Die Vorentwicklung soll sich auf zukunftsgerichtete Aufgaben von strategischer Bedeutung konzentrieren.
- In der Vorentwicklung müssen innovationsförderliche Rahmenbedingungen herrschen, wie beispielsweise ausreichend Freiraum für kreative Arbeit.
- Aufgrund des immanenten Risikos der Vorentwicklungsprojekte bedarf es eines Risikomanagements.
- Um das Risiko für die Serienentwicklung zu minimieren, eignet sich ein Funktionsnachweis durch adäquate Prototypen.

¹⁶ Ressourcen, insbesondere Personalkapazitäten, sind limitiert. Anlaufphasen einzelner Fahrzeugprojekte werden deshalb so geplant werden, dass Ressourcen optimal ausgelastet werden. Zeitliche Verzögerungen bei einem Fahrzeugprojekt können somit zu nicht mehr realisierbaren Ressourcenbedarfsspitzen oder zu weiteren Verschiebungen anderer Fahrzeugprojekte führen.

- Das erarbeitete Wissen, welches im Rahmen von Vorentwicklungsprojekten erworben wird, darf nicht verloren gehen, sondern muss mit in die Serienentwicklung transferiert werden.

In Bild 2-11 werden die eben genannten Ziele und Anforderungen noch einmal übersichtlich dargestellt:

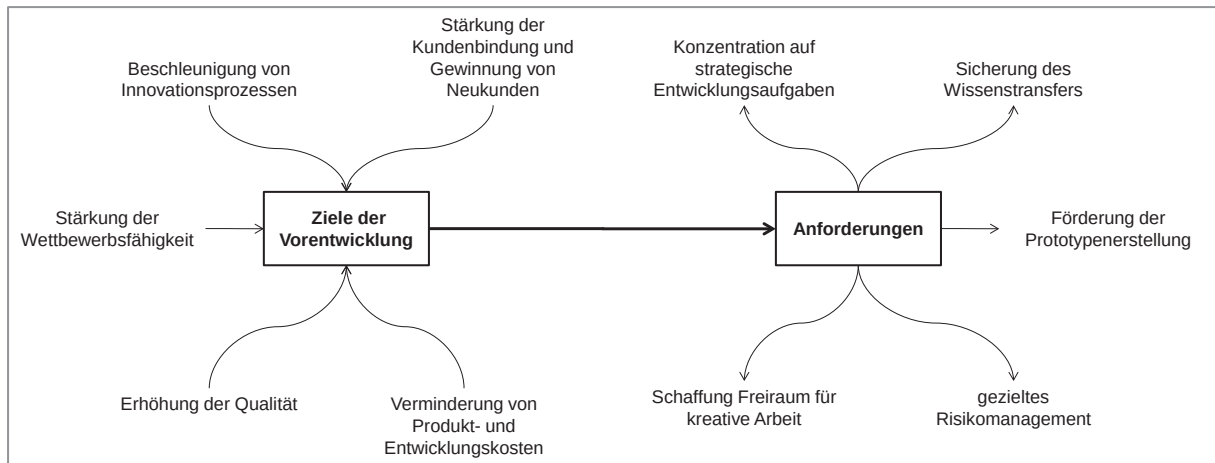


Bild 2-11: Ziele und Anforderungen der Vorentwicklung (in Anlehnung an SPECHT et al. 2002, S. 115 ff.)

2.1.7 Komponenteninnovation und innovative Fahrzeugkonzepte

In dieser Arbeit wird die **Komponente** als ein Element eines Gesamtsystems definiert, welches von funktionaler Bedeutung ist. Durch den funktionalen Aspekt einer Komponente ist es unerheblich, ob es sich um ein Subsystem, wie eine Baugruppe oder Modul, oder ein einzelnes Bauteil handelt (vgl. HERFELD 2007, S. 5).

Im Automobilbau können Funktionen genannt werden, die durch Komponenten beeinflusst werden (VENTER 2006, S. 51):

- Sicherheitsfunktionen
- Komfortfunktionen
- Assistenzfunktionen
- Dynamikfunktionen
- Unterhaltungsfunktionen

Die Komponenten beinhalten die zugrunde liegenden technischen Konzepte, auf welchen technische Produkte aufbauen (vgl. CHRISTENSEN & CHESBROUGH 2004, S. 691).

Durch die unterschiedlichen Funktionen der Komponenten werden die Eigenschaften des Endprodukts beeinflusst. Die Bedeutung von Komponenten für den Kunden kann ebenfalls für eine Einteilung genutzt werden (siehe Bild 2-12).

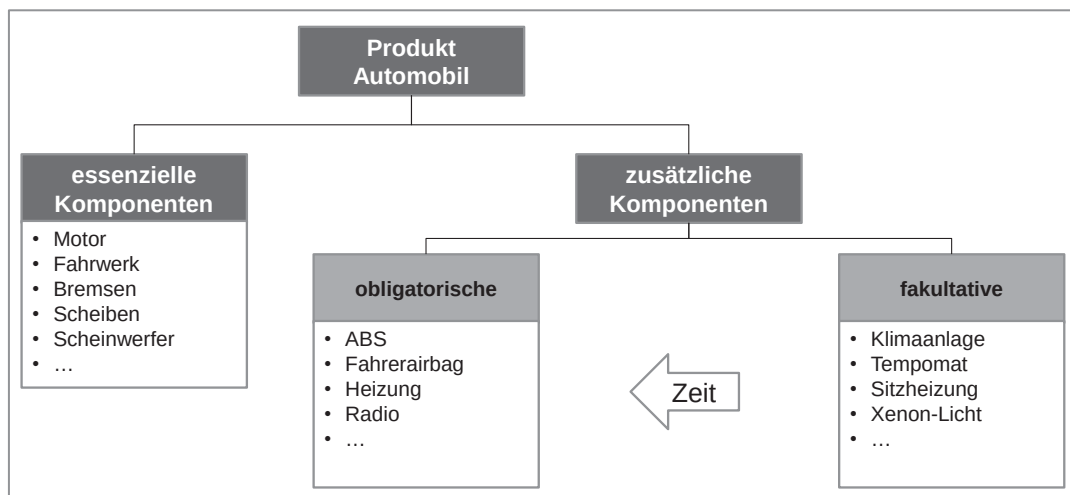


Bild 2-12: Komponenten aus Kundensicht am Beispiel Pkw (vgl. VENTER 2006, S. 49)

Die essenziellen Komponenten sind für die Erfüllung der Grundanforderungen an das Produkt notwendig. In Analogie zum Kano-Modell (vgl. z. B. LINDEMANN 2007, S. 104 f.) stellen obligatorische Komponenten Qualitäts- und Leistungsmerkmale dar und werden von fast allen Herstellern bereits als Basisausstattung festgelegt. Fakultative Elemente werden meist optional angeboten und stellen Begeisterungsmerkmale dar. Jedoch verändern sich Kundenansprüche im Laufe der Zeit, weshalb immer mehr ehemals fakultative Komponenten obligatorischen Charakter bekommen.

Komponenteninnovationen können sich auf alle möglichen Subsysteme eines Fahrzeugs beziehen. Sie dienen zur Verbesserung bestehender Komponenten bzw. Schaffung neuer Komponenten, die dem Kunden neue Funktionen oder verbesserte Gesamtprodukteigenschaften bieten sollen. Auch die Vernetzung von vorhandenen und/oder neuen Komponenten kann deshalb als Form der Komponenteninnovation angesehen werden, wenn dadurch die Produkteigenschaften verbessert oder neue Funktionalitäten ermöglicht werden.

Im Gegensatz zu Komponenteninnovationen beziehen sich Fahrzeuginnovationen bzw. **innovative Fahrzeugkonzepte** immer auf das Endprodukt der Automobilhersteller, nämlich das Gesamtsystem Pkw. Innovative Fahrzeugkonzepte können – wie alle Innovationsarten – sowohl durch „Market-Pull“ als auch durch „Technology-Push“ ausgelöst werden. Wie in Kapitel 1.1.1 bereits erörtert wurde, hat die Anzahl an Fahrzeugvarianten in den letzten Jahren kontinuierlich zugenommen, um auch spezielle Marktnischen zu erobern. Allerdings besitzen auch neue Technologien großen Einfluss auf kommende Fahrzeugkonzepte. Als Beispiel sei hier die Elektrifizierung zu nennen. Durch neue Antriebskonzepte und X-by-wire-Technologien¹⁷ werden neue Gestaltungsfreiräume ermöglicht, die zukünftig z. B. auf Innenraumkonzepte einen erheblichen Einfluss haben werden.

Durch neue Fahrzeugkonzepte möchte man den Kunden neue Eigenschaften oder Eigenschaftsbündel auf Gesamtfahrzeugebene anbieten. Insofern fördern neue Fahrzeugkonzepte auch Komponenteninnovationen, die zur Bildung dieser Eigenschaften beitragen sollen.

¹⁷ Unter „X-by-wire“ wird der Ersatz von mechanischen Kraftübertragungen zwischen einem Bedienteil und einem Aktuator verstanden. In der Regel erfolgt die Übertragung des Steuersignals elektrisch, elektrooptisch oder optisch. In der Automobilindustrie wird z. B. der Entfall der Lenkstange durch den Einsatz entsprechender Steuersignalgeber, elektrischer Leitungen und Aktuatoren als „Steer-by-wire“ bezeichnet.



2.2 Methodische Produktentwicklung

„Produktentwicklung bezeichnet sowohl eine Organisationseinheit als auch einen Prozess im Unternehmen. Entwickler generieren darin als Individuen oder in Teams Konzepte und Entwürfe für innovative Produkte.“ (PONN 2008, S. 7)

Aufgrund der zunehmenden Komplexität von Produkten und Prozessen ist eine Unterstützung der Entwickler notwendig. Die Konstruktionswissenschaft beschäftigt sich seit Jahrzehnten mit dem methodischen Vorgehen beim Entwickeln und Konstruieren (vgl. BENDER 2004, S. 1; WULF 2002, S. 10). Neben Methoden und Vorgehensmodellen gewinnen auch zunehmend **Werkzeuge** an Bedeutung, die bei der Anwendung von Methoden oder bei der Prozessplanung und -steuerung unterstützen sollen. In der Automobilindustrie trifft dies speziell auf die Werkzeuge der virtuellen Produktentwicklung zu. Sie helfen dabei, die Komplexität besser zu beherrschen sowie Zeit und Kosten im Entwicklungsprozess einzusparen. Vor allem Programme zur Unterstützung von Konstruktionsaufgaben (z. B. CAD) und zur Simulation (z. B. CAE) haben sich in der Automobilindustrie bereits etabliert. Teilweise ist die Anwendung bestimmter Methoden in der Praxis ohne Rechnerunterstützung gar nicht mehr vorstellbar.¹⁸ Für EHRENSPIEL sind die Zielorientierung im Rahmen der Produktherstellung und die Zusammenarbeit der beteiligten Personen besonders wichtig. Er spricht deshalb von **integrierter Produktentwicklung** (vgl. EHRENSPIEL 2003, S. 285). Zur integrierten Produktentwicklung zählen nach ANDREASEN & HEIN neben der Produktebene insbesondere die Markt- und Produktionsebene (ANDREASEN & HEIN 1987, S. 26 ff.), um alle relevanten Aspekte bei der Produktentwicklung zu berücksichtigen. Bezogen auf neuartige Produkte, deckt sich diese holistische Auffassung der Produktentwicklung größtenteils mit dem Verständnis eines Innovationsmanagements, wie es in Kapitel 2.1.4 vorgestellt wurde.

Wie in Bild 2-13 dargestellt, lassen sich die Themen, mit denen sich die Produktentwicklung beschäftigt, auf sechs Kernelemente reduzieren.

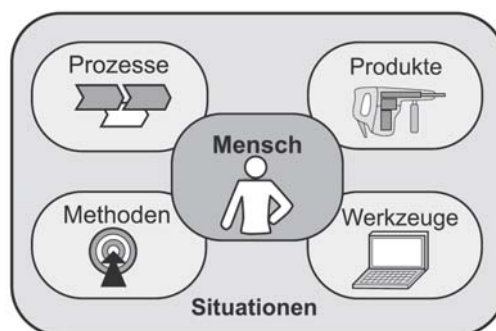


Bild 2-13: Wesentliche Aspekte der Produktentwicklung (PONN 2008, S. 7)

Der **Mensch** und sein Handeln stehen konsequent im Mittelpunkt der Betrachtung der Produktentwicklung. Der Entwickler muss sein Wissen, seine Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie seine Erfahrung zur Problemlösung einsetzen, er muss Informationen austauschen, Vorgänge und Lösungen dokumentieren, um nur ein paar Dinge zu nennen, die über reine Konstruktionstätigkeiten hinausgehen. Diese stellen manchmal nur noch einen Bruchteil der Arbeitszeit

¹⁸ Eine Übersicht, welche Methoden und Werkzeuge der virtuellen Produktentwicklung im Automobilbau üblich sind, findet sich z. B. bei HERFELD 2007, S. 22 ff.

eines Konstrukteurs dar.¹⁹ Neben Fachkompetenz wird zunehmend auch Sozialkompetenz benötigt, um Gruppen- und Teamarbeit effizient zu gestalten (vgl. LINDEMANN 2007, S. 19 ff.). Eine kreative Arbeitsatmosphäre kann auf Mitarbeiter motivierend wirken und dafür sorgen, dass sie sich mit Begeisterung auch schwieriger Probleme annehmen. Ein positiver Gedanken-, Informations- und Wissensaustausch kann zur Erhöhung der Kreativität und zu einem Fehlerausgleich in Teams führen. Somit spielt gewissermaßen auch die Zusammensetzung von Teams und deren Größe²⁰ eine wichtige Rolle, um eine effiziente und zielorientierte Entwicklung zu ermöglichen.

Es verwundert kaum, dass das Denken und Handeln von Entwicklern und die Situationen, in denen sich Entwickler befinden, auch Gegenstand kognitions- und arbeitspsychologischer Untersuchungen sind (vgl. z. B. BADKE-SCHAUB 2004; DÖRNER 1987; DÖRNER 2000). Psychologische Erkenntnisse helfen zudem, Kundenwünsche besser zu verstehen und als Anforderungen in Entwicklungsprozess einfließen zu lassen. Im Bereich der Ergonomie tragen solche Erkenntnisse zur Optimierung der sogenannten Mensch-Maschine-Schnittstelle bei, um Informationen eines Fahrzeugs an den Fahrer adäquat²¹ darzustellen oder eine intuitive Bedienung zu ermöglichen.

Methoden sollen die jeweiligen Aktivitäten im Entwicklungsprozess unterstützen. Diese Unterstützung erfolgt, indem dem Anwender der Methode für die jeweilige Aktivität ein planmäßiges, systematisches und zielorientiertes Vorgehen bereitgestellt wird (vgl. LINDEMANN 2009, S. 33; GRABOWSKI & GEIGER 1997, S. 38). Methoden haben auf diese Weise einen präskriptiven Charakter. Sie unterstützen den Anwender hinsichtlich der Reihenfolge und der Art und Weise, wie bestimmte Tätigkeiten sinnvollerweise durchzuführen sind (vgl. LINDEMANN 2007, S. 56). Vereinfacht ausgedrückt, handelt es sich bei Methoden der Produktentwicklung um eine Art „Gebrauchsanweisung“, wie im Entwicklungsprozess effizient und zielgerichtet agiert werden kann. Gebrauchsanweisungen können für das richtige Gerät eine große Hilfe darstellen. Für das falsche Gerät oder für den Anwender unverständlich geschrieben, stellen sie kaum eine Hilfe dar und führen sogar zur Verärgerung des Kunden.

Tools können die Durchführung mancher Methoden deutlich erleichtern oder sogar erst ermöglichen (z. B. Simulationsprogramme).

Methoden und Tools müssen für die jeweilige **Situation** passend sein. D. h., sie müssen für den Anwender geeignet sein, zum richtigen Zeitpunkt eingesetzt werden und auch auf die Problem- bzw. Aufgabenstellung zugeschnitten sein. Methoden müssen daher „situations- und nutzergerecht ausgewählt, bei Bedarf angepasst und zielführend angewendet“ werden (BRAUN 2005, S. 16). PONN beschäftigt sich intensiv mit dem Begriff der Entwicklungssituation und Möglichkeiten zu Beschreibung der Situation. Ebenso analysiert er Einflussfaktoren der Ent-

¹⁹ So verwendet etwa ein Konstrukteur, der als Projektleiter tätig ist, nur noch ca. zwölf Prozent seiner Arbeitszeit mit konstruktiven Tätigkeiten. Ein Großteil seiner Arbeitszeit wird für Tätigkeiten wie Organisieren, Kontrollieren und Informieren verwendet (vgl. BADKE-SCHAUB 2004, S. 5).

²⁰ Lindemann spricht bei vier bis acht Personen (je nach Problemstellung, Beteiligten und Randbedingungen) von einer sinnvollen Teamgröße. Bei größeren Teams kann es zu erhöhtem Kommunikationsaufwand und sinkender Identifikation mit dem Team kommen, während kleinere Teams ggf. nur geringe Synergien realisieren können (vgl. LINDEMANN 2007, S. 23 f.).

²¹ Hierunter werden sowohl eine möglichst geringe Ablenkung von der Fahraufgabe als auch ein intuitives Begreifen der Information z. B. durch geeignete Symbole, Farbgestaltung der Information als auch akustische Unterstützung verstanden.



wicklungssituation und unterscheidet Situationsmerkmale anhand der Einteilung in die Bereiche „Entwicklungsaufgabe/Produkt“, „Entwickler/Team“ und „Rahmenbedingungen“ (vgl. PONN 2007, S. 43 ff.). Auch der Ansatz zur methodischen Unterstützung von BRAUN²² berücksichtigt die Entwicklungssituation. BRAUNS Ansatz enthält sowohl eine anwender- als auch eine aufgabenspezifische Komponente, welche in einer Unterstützungsmatrix gegenübergestellt werden (vgl. BRAUN 2005, S. 107 ff.). In Bild 2-14 ist die Matrix von BRAUN dargestellt.

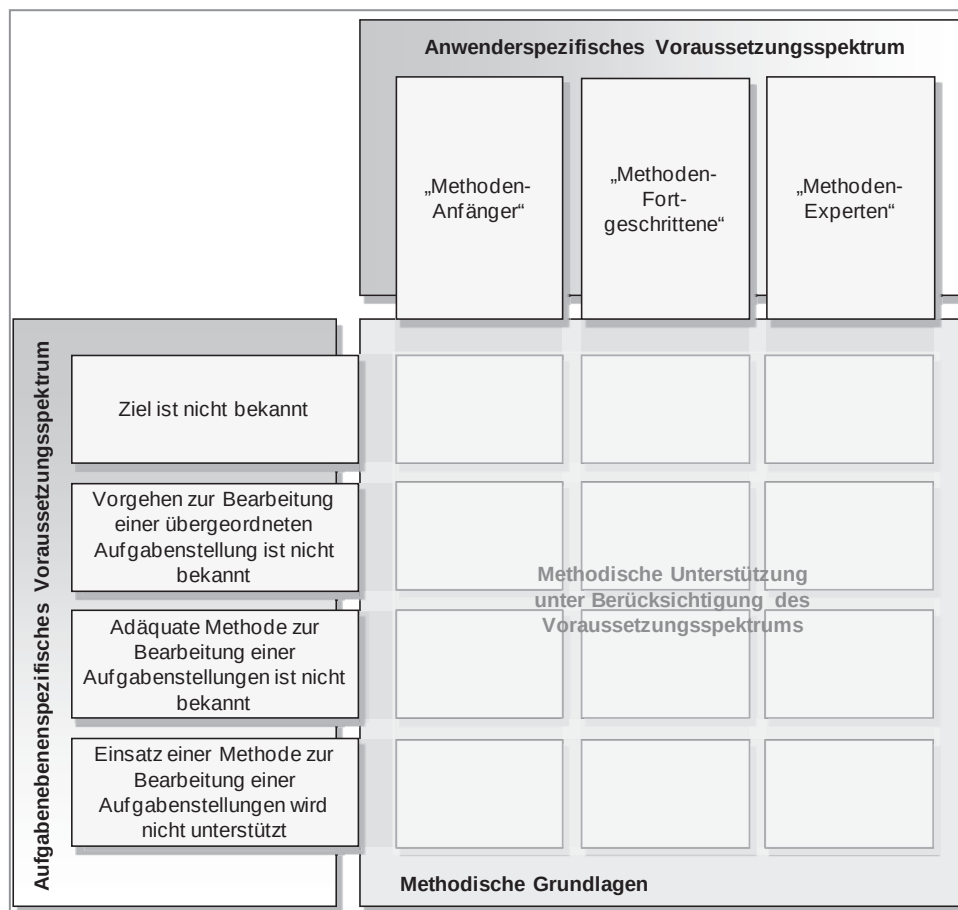


Bild 2-14: Unterstützungsmatrix nach Braun (BRAUN 2005, S. 113)

In der Praxis existiert eine Vielzahl an Projekten, weshalb eine geeignete Selektionssystematik im Hinblick auf die Methodenauswahl notwendig erscheint (vgl. z. B. KUHLENKÖTTER 2002, S. 4 ff.). Da die Situation für die methodische Produktentwicklung von großer Bedeutung ist, werden in Kapitel 4 die für diese Arbeit relevanten Situationsmerkmale und deren Ausprägung eingehend analysiert.

Die Organisationstheorie unterscheidet zwischen Aufbau- und Ablauforganisation (vgl. LAUX & LIERMANN 2005, S. 18). Während die Aufbauorganisation den allgemeinen Rahmen für die Arbeitsverrichtungen und Entscheidungen der Personen in der Organisation absteckt (vgl. LAUX & LIERMANN 2005, S. 18) und somit die Aufgaben-, Kompetenzen- und Verantwortungsinhalte im Unternehmen ordnet (vgl. SPATH 2009, S. 6), befasst sich die Ablauf-

²² BRAUN konzentriert sich in seinem Ansatz speziell auf die strategische Produktplanung im mittelständisch geprägten Umfeld.

organisation mit der Durchführung dieser Aufgaben sowie der Koordination der zeitlichen und räumlichen Aspekte. Aktivitäten zählen zu den elementaren Bestandteilen von Aufgaben. Weil ein **Prozess** als „inhaltlich abgeschlossene, zeitliche und sachlogische Folge von Aktivitäten“ bezeichnet werden kann (vgl. BECKER et al. 2005, S. 6), bilden Aktivitäten die Grundbestandteile eines Prozesses. LINDEMANN ergänzt diese Begriffsauffassung dadurch, dass er die Nutzung von Information und Wissen sowie die materiellen Ressourcen für die Durchführung der Aktivitäten betont (vgl. LINDEMANN 2009, S. 16). Aktivitäten verarbeiten Input zu Output.

Infolgedessen stellen Prozesse eine notwendige Voraussetzung für die Entwicklung technischer **Produkte** dar.²³ Lange Produktentwicklungszeiten werden oft durch eine schlechte Organisation des Entwicklungsprozesses bedingt, wobei es häufig bereits beim Festlegen der Produktspezifikationen zu Verzögerungen durch Abstimmungsschwierigkeiten zwischen den technischen und kommerziellen Bereichen kommen kann (vgl. LITTLE 1988, S. 75). Effiziente Prozesse ermöglichen erst eine anforderungsgerechte und wirtschaftliche Produktentwicklung.

Solche Firmen, die ihren Innovationsprozess systematisch gestalten und geeignete Methoden für einzelne Prozessphasen einsetzen, erhöhen somit ihre Chancen, als erfolgreiches Unternehmen auf dem Markt zu bestehen (FRANKE et al. 2009).

In der Praxis lassen sich einige Problemfelder der Produktentwicklung erkennen, die direkt mit den vorgestellten Aspekten in Verbindung stehen. So zählen zu den Hauptproblemen gerade die Kommunikation und Organisation (vgl. GRABOWSKI & GEIGER 1997, S. 41 ff.). Es wird ein großes Potenzial für die Produktentwicklung darin gesehen, bereichsübergreifende Kommunikation zu fördern, geeignete Organisationsformen zu wählen und den Informationsfluss vom Kunden zum Entwickler zu verbessern. Des Weiteren deckt die Schwachstellenanalyse von GRABOWSKI auf, dass Methoden der Produktentwicklung in der Praxis nur zögerlich und oft nicht in vollem Umfang eingesetzt werden. Wesentliche Defizite bestehen zusätzlich in der bereichsübergreifenden Zusammenarbeit und bei der projektbezogenen Planung und Kontrolle von Entwicklungsprozessen (vgl. GRABOWSKI & GEIGER 1997, S. 42).

Bei der Entwicklung eines eigenen Lösungsansatzes müssen die genannten Defizite deswegen berücksichtigt werden.

2.2.1 Systemtheoretische Grundlagen

Wie bereits erörtert, steht der einzelne Produktentwickler einem gewissen Maß an Komplexität gegenüber. Da die Komplexität in der Entwicklung immer mehr zunimmt,²⁴ gewinnen systemtheoretische Überlegungen an Bedeutung.

Unter einem **System** werden allgemein Elemente und deren Relationen verstanden, die durch eine Systemgrenze vom Umfeld abgegrenzt werden und mit diesem über Input-Output-Größen verbunden sind (vgl. LINDEMANN 2007, S. 334). Die Komplexität von Systemen wird maßgeblich über die Anzahl, Art und Verschiedenheit sowie die Ungleichmäßigkeit der Auf-

²³ Bezüglich der Begriffsdefinition wird an dieser Stelle auf die Definition des Produktbegriffs im Kontext von Produktinnovationen in Kapitel 2.1.3 verwiesen.

²⁴ Siehe z. B. LINDEMANN et al. 2009, S. 3 ff.

teilung der Elemente und Relationen bestimmt. Darüber hinaus spielen auch Dynamik und Anzahl und Art möglicher Zustände des Systems (vgl. LINDEMANN 2007, S. 10) eine Rolle. Komplexe Systeme weisen dementsprechend einen hohen Vernetzungsgrad einer großen Anzahl an systemimmanenter Variablen auf und zeigen ein dynamisches Verhalten. Zudem lassen sie sich von einem Betrachter nicht vollständig erfassen (SCHUH et al. 2008, S. 14 f.).

Die Lehre des **Systems Engineering** bzw. die Systemtechnik verfolgt das Ziel, dass es dem Entwickler gelingt, trotz hoher Komplexität den Überblick zu behalten und die Entwicklung komplexer technischer Systeme in einem akzeptablen Zeitraum zu bewerkstelligen. DAENZER und HUBER zählen zum System Engineering die „Systems Engineering“-Philosophie mit dem Systemdenken und Vorgehensmodellen sowie den Problemlösungsprozess mit entsprechenden Methoden zur Systemgestaltung und des Projektmanagements (vgl. DAENZER & HUBER 2002, S. 4). Das Systemdenken konzentriert sich auf die Zerlegung eines Systems in Elemente (Dekomposition) und die Betrachtung der Relationen zwischen verschiedenen Elementen. Zum Systemdenken gehören weiterhin das Aufstellen von Systemgrenzen und die Erkenntnis, dass unterschiedliche Sichtweisen auf ein System möglich sind und es zudem eine Systemhierarchie gibt. Außerdem findet das Blackbox-Prinzip Anwendung, welches sich auf Input-Output-Beziehungen konzentriert (vgl. PULM 2004, S. 37). Zu den Problemlösestrategien des Systems Engineering gehören u. a. das Vorgehen vom Groben zum Detail, die Unterteilung eines Projekts in Phasen und die Anwendung des Problemlösezyklus (vgl. PULM 2004, S. 37). In Bild 2-15 wird der Grundgedanke als auch ausgewählte Strategien des Systems Engineering noch einmal veranschaulicht.

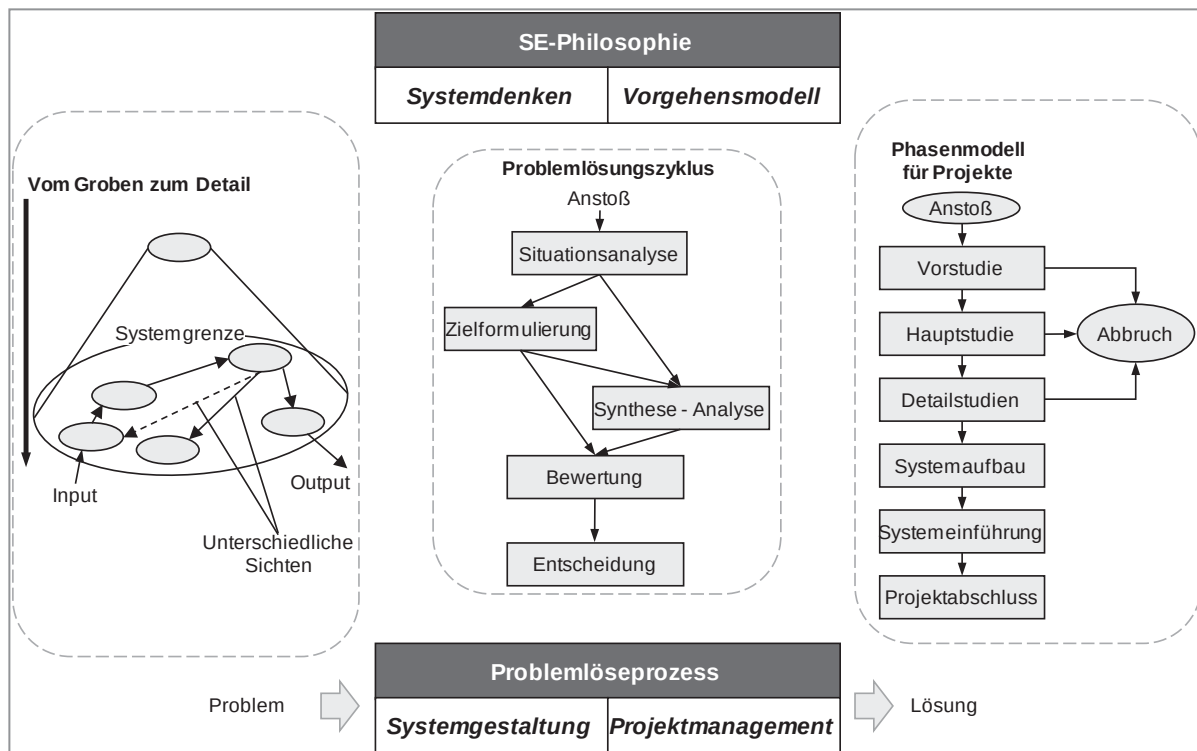


Bild 2-15: Komponenten des Systems Engineering
(in Anlehnung an DAENZER & HUBER 2002, S. 4; FELGEN 2007)

2.2.2 Allgemeine Vorgehensmodelle in der Produktentwicklung

Wie aus dem letzten Kapitel hervorgeht, zählen Vorgehensmodelle zu den Strategien des Systems Engineering. Modelle stellen immer nur ein Abbild der Realität dar und berücksichtigen damit nicht alle Aspekte der Realität. Auch bei Vorgehensmodellen in der Produktentwicklung findet eine Reduktion der Realität statt, indem nur die wichtigen Elemente einer Handlungsfolge abgebildet werden (vgl. LINDEMANN 2007, S. 36). Sie dienen als Hilfsmittel zum Planen und Kontrollieren von Prozessen und geben dem Anwender auch eine Orientierung, wo er sich im Prozess befindet und was als Nächstes zu tun ist. Vorgehensmodelle unterstützen außerdem die Reflexion der eigenen Handlungen (vgl. LINDEMANN 2007, S. 36) und können ein unterschiedliches Abstraktionsniveau aufweisen. Sehr abstrakt gehaltene Vorgehensmodelle haben eine hohe Allgemeingültigkeit, sind aber als Hilfsmittel in einer konkreten Entwicklungssituation unter Umständen nicht detailliert genug, um dem Anwender ausreichend Unterstützung zu bieten. PONN spricht in diesem Zusammenhang von der „Granularität der Betrachtung“ und unterscheidet wie LINDEMANN zwischen einer Mikro- und Makrologik der Vorgehensmodelle (vgl. LINDEMANN 2007, S. 38; PONN 2007, S. 70). Vorgehensmodelle können sich je nach Granularität auf elementare Handlungsabläufe, operative Arbeitsschritte oder größere Phasen von Arbeitsschritten beziehen. Ein Beispiel für ein Vorgehensmodell, welches sich mit elementaren Handlungsabläufen auseinandersetzt, ist das TOTE-Schema nach MILLER (vgl. MILLER et al. 1971, S. 21 ff.). Das TOTE-Schema „stellt eine regelkreisartige Struktur“ (BAUMBERGER 2007, S. 130) aus Zustandsprüfung und Zustandsänderungen dar. Erst wenn die Zustandsprüfung erfolgreich verläuft, wird die Aufgabenstellung verlassen (vgl. LINDEMANN 2009, S. 40). Das TOTE-Schema ist in Bild 2-16 dargestellt.

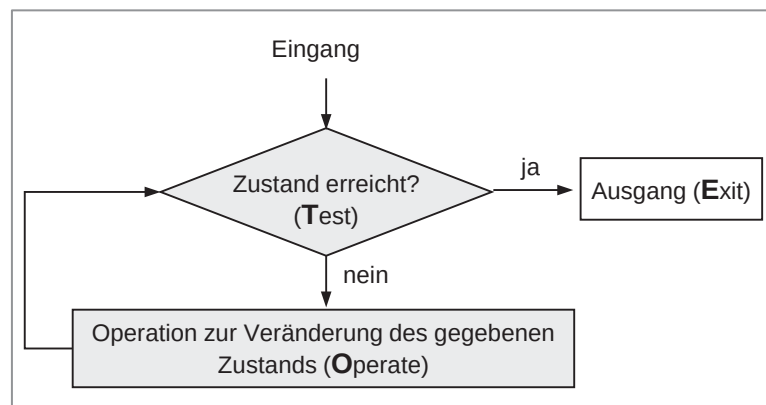


Bild 2-17: TOTE-Schema nach Miller (MILLER et al. 1971, S. 26)
(Darstellung in Anlehnung an BAUMBERGER 2007, S. 130)

Im Gegensatz zum TOTE-Schema lässt sich beispielsweise das Münchener Vorgehensmodell (vgl. Kapitel 9.3) für operative Arbeitsschritte anwenden.

Im Rahmen dieser Arbeit liegt der Fokus nicht auf Mikrozyklen, sondern auf der Unterstützung operativer und in größeren Phasen zusammengefasster Arbeitsschritte. Nachfolgend werden einige bekannte Vorgehensmodelle aus der Konstruktionslehre und dem Innovationsmanagement näher vorgestellt,²⁵ da sich neben der Granularität auch die Zielsetzung bzw. die Aufgabenstellung von Vorgehensmodellen signifikant unterscheiden kann.

²⁵ Eine Vorstellung weiterer Vorgehensmodelle findet sich u. a. bei LORENZ 2008, S. 33 ff.. Spezielle Vorgehensmodelle für Innovationen finden sich als Überblick bei BIRCHER 2005, S. 27 ff.

Vorgehensmodelle aus der Konstruktionslehre – VDI 2221

Zu einem der bekanntesten Vorgehensmodelle aus der Konstruktionslehre zählt das **Vorgehensmodell nach VDI 2221**, das die generelle Vorgehensweise beim Konstruieren und Entwickeln darstellt. Es basiert auf den grundlegenden Überlegungen der Systemtechnik, wie sie bereit in Kapitel 2.2.1 vorgestellt worden sind (vgl. VDI 1993, S. 3 ff.). Das Vorgehensmodell nach VDI 2221 ist in allgemeine Arbeitsschritte unterteilt und soll das Vorgehen beim Entwickeln und Konstruieren „überschaubar, rationell und branchenunabhängig“ darstellen (vgl. VDI 1993, S. 9).

Ausgehend von einer Aufgabe, findet eine Unterteilung in insgesamt sieben Arbeitsabschnitte statt (vgl. VDI 1993, S. 9 ff.). Die Aufgabe an die Entwicklung als Ausgangspunkt des Vorgehensmodells definiert sich durch Anforderungen und Rahmenbedingungen. Diese können externer (z. B. Kunden- und Marktbedürfnisse) oder interner Natur (z. B. Unternehmensziele oder Unternehmenspotenziale) sein (vgl. VDI 1987, S. 6). „Market-Pull“ und „Technology-Push“ werden als Auslöser für Innovationen und als Anstoß für Entwicklungsaufgaben gesehen. Die Aufgabe kann nun entweder direkt an die Entwicklungsabteilung weitergegeben oder durch die Produktplanung gestellt werden. In Bild 2-18 wird das Vorgehensmodell nach VDI 2221 dargestellt.

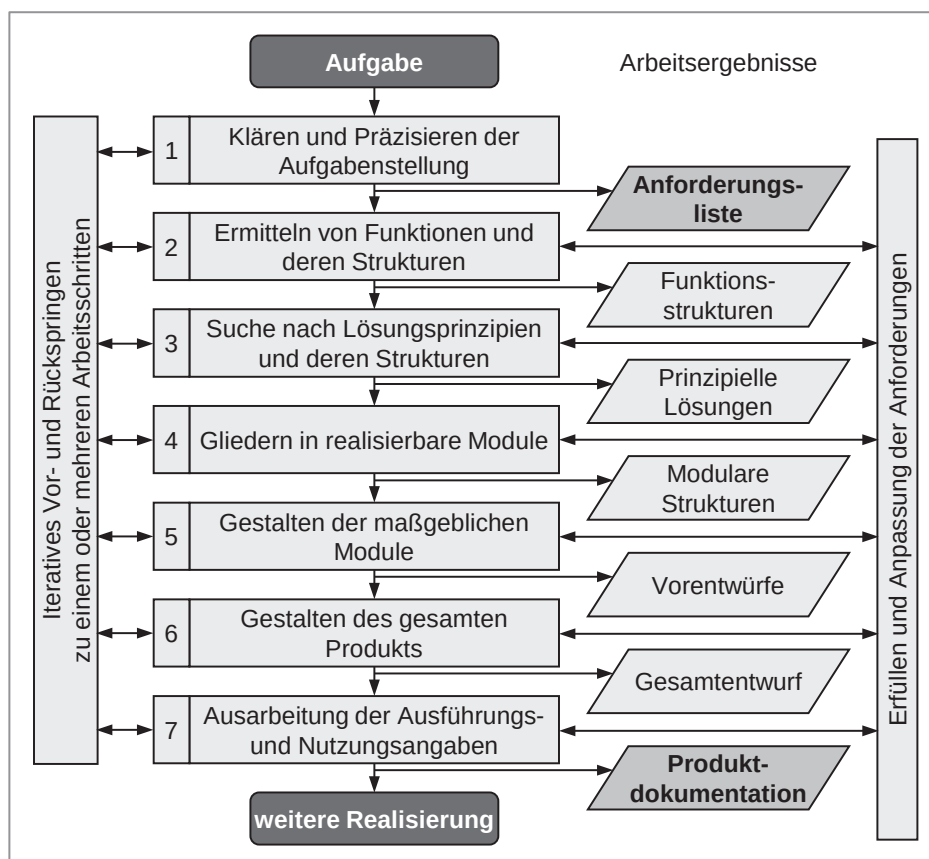


Bild 2-18: Generelles Vorgehen beim Entwickeln und Konstruieren nach VDI (vgl. VDI 1993, S. 9)

Die einzelnen Arbeitsabschnitte, welche nicht zwangsweise sequenziell und vollständig abgearbeitet werden müssen, werden nun kurz erläutert und die Arbeitsergebnisse daraus vorgestellt (vgl. VDI 1993, S. 9 ff.).

Von der Aufgabe ausgehend, findet in Arbeitsabschnitt 1 eine **Klärung und Präzisierung der Aufgabenstellung** statt. Darunter sind das Zusammentragen von verfügbaren Informationen, das Erkennen von Informationslücken, die Überprüfung und Ergänzung von Anforderungen und die Formulierung der Aufgabenstellung aus Konstruktionssicht zu verstehen. Ziel ist eine übersichtliche, strukturierte Dokumentation aller relevanten Anforderungen an das zu entwickelnde Produkt. Das Arbeitsergebnis ist eine Anforderungsliste (vgl. LINDEMANN 2007, S. 244), die regelmäßig im Entwicklungsprozess überprüft und ggf. angepasst werden muss.

In Arbeitsabschnitt 2 werden die **Funktionen ermittelt**, die zur Erfüllung der Anforderungen notwendig sind. Der systemtechnischen Problemlösungsstrategie „vom Groben zum Detail“ folgend, geschieht dies ausgehend von der Gesamtfunktion und den wesentlichen Teilfunktionen, welche nach VDI 2221 auch als Hauptfunktionen bezeichnet werden. Ziel dieses Arbeitsabschnitts ist es, durch Gliederung und Kombination der Funktionen Funktionsstrukturen zu identifizieren und zu beschreiben. Je nach Zielsetzung bzw. Betrachtungsschwerpunkt bieten sich unterschiedliche Formen der Funktionsmodellierung, wie die umsatzorientierte, die relationsorientierte und die nutzerorientierte Funktionsmodellierung an (vgl. PONN 2008, S. 56 ff.). Die ermittelten Funktionsstrukturen stellen dann die Basis für die Lösungssuche dar.

Für die einzelnen Funktionen werden zunächst im Arbeitsabschnitt 3 **Lösungsprinzipien**, basierend auf physikalischen, chemischen oder sonstigen Effekten, **gesucht** (vgl. VDI 1993, S. 10). Erst anschließend finden die sogenannten wirkstrukturellen Festlegungen statt. Zu diesen zählen die Wirkgeometrie, die Wirkbewegung und ggf. die Werkstoffart. Die gefundenen Lösungsprinzipien werden dann analog zur Funktionsstruktur zur Wirkstruktur verknüpft. Man erhält dadurch eine oder mehrere prinzipielle (technische) Lösungen zur Aufgabenstellung. Diese können durch Prinzipskizzen, Schaltungen oder Beschreibungen dargestellt und dokumentiert werden.

Dem generellen Vorgehen beim Entwickeln und Konstruieren nach VDI 2221 folgt als nächster Arbeitsabschnitt das **Gliedern** der prinzipiellen Lösung **in realisierbare Module**, bevor mit aufwendigen Produktgestaltungsschritten begonnen wird. Die Aufteilung in Module ermöglicht eine effiziente Arbeitsaufteilung und reduziert die Komplexität der Entwicklungsaufgabe. Die Modulbildung selbst kann anhand unterschiedlicher Aspekte und Zielsetzungen durchgeführt werden. In der Automobilindustrie findet die Modularisierung häufig mit dem Ziel statt, dass durch baukastenartige Strukturen eine Generierung von Produktvarianten kostengünstig zu realisieren ist. Weitere Ziele bei der Modularisierung können aber auch eine montagegerechte Produktgestaltung oder eine Vereinfachung der Instandhaltung sein (vgl. VDI 1993, S. 10). Besonders bei komplexen Produkten stellt die Modularisierung eine Erfolgversprechende Strategie dar.²⁶

In Arbeitsabschnitt 5 beginnt die **Gestaltung der maßgebenden Module**, indem die geometrischen Merkmale des Produkts zunehmend mehr Form annehmen. Allerdings sollte in dieser Phase noch nicht zu sehr ins Detail gegangen werden, da die Konkretisierung noch auf Modulebene und ggf. in parallel arbeitenden Teams erfolgt. Man spricht in diesem Arbeitsabschnitt vom Grobgestalten. Das Arbeitsergebnis, welches etwa durch grobe maßstäbliche

²⁶ Eine tabellarische Übersicht über weitere Vor- und Nachteile der Modularisierung findet sich z. B. bei GÖPFERT 1998a, S. 145.

Zeichnungen oder Ähnliches dokumentiert werden kann, stellt somit auch nur einen Vorentwurf dar, der noch nicht alle Details und eventuell auch nicht alle Module enthält.

Das **End- oder Feingestalten** findet nach VDI 2221 erst in Arbeitsabschnitt 6 statt. Hier erhöht sich der Konkretisierungsgrad durch zusätzliche Detailangaben und Vervollständigung von noch nicht berücksichtigten Elementen. Zusätzlich werden auch die Verknüpfungen zwischen Gruppen und Elementen berücksichtigt. Module, die in Schritt 5 als noch nicht maßgebend angesehen worden sind, werden nun festgelegt. Man erhält damit einen Gesamtentwurf des Produkt. Als Hilfsmittel zur Dokumentation der Arbeitsergebnisse werden z. B. detaillierte maßstäbliche Zeichnungen und vorläufige Stücklisten eingesetzt.

Der letzte Arbeitsabschnitt dient der **Erstellung der Produktdokumentation**. Neben Zeichnungen auf unterschiedlichen Detailebenen können auch Vorschriften für Fertigung, Montage, Betriebsanleitungen und Benutzerhandbücher Bestandteil der Produktdokumentation sein.

Zusammengefasst werden also – ausgehend von einer Präzisierung der Aufgabenstellung – zunächst die Funktionen definiert, die zur Erfüllung der Aufgabe nötig sind. Dafür werden Lösungen gesucht, wobei zunächst die Wirkprinzipien und erst anschließend Geometrie, Bewegung und Werkstoffart (Bauteilebene) betrachtet werden. Durch eine sinnvolle Gruppierung werden Module definiert, welche schließlich in einem Gesamtentwurf zusammengefasst werden. Das Vorgehen entspricht damit anfangs dem Vorgehen „vom Groben ins Detail“ und vom „Abstrakten zum Konkreten“, bevor die einzelnen Teillösungen wieder zu einer Gesamtlösung integriert werden. Es findet eine Dekomposition und später eine Integration statt. Dies wird in Bild 2-19 visualisiert.

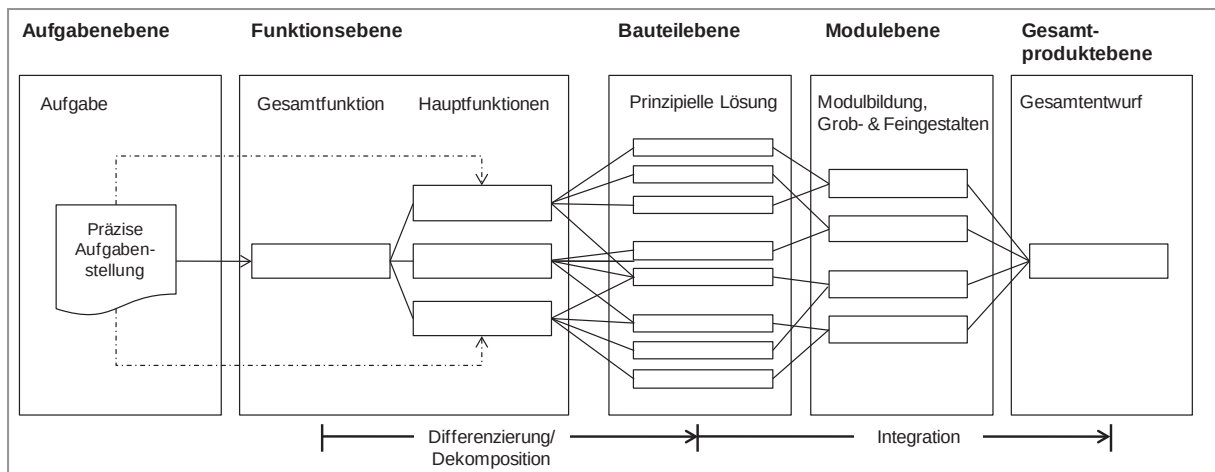


Bild 2-19: Vereinfachte Visualisierung des generellen Vorgehens beim Entwickeln und Konstruieren (eigene Darstellung)

Größtenteils entspricht diese Vorgehensweise somit dem **Prozess der Modularisierung**, wie er etwa bei PULM beschrieben wird (vgl. PULM 2004, S. 128 ff.).

Die einzelnen Arbeitsabschnitte können nach VDI 2221 branchenspezifisch durch eine genauere Beschreibung oder auch durch Parallelisieren einzelner Arbeitsschritte und gewünschter Arbeitsergebnisse weiter detailliert werden. Ebenso können die Abschnitte auch branchenspezifischen Phasen zugeordnet werden. Beispielsweise nennt die VDI-Richtlinie für den Maschinenbau die Phasen „Aufgabe klären“, „Konzipieren“, „Entwerfen“ und „Ausarbeiten“ (vgl. VDI 1993, S. 18).

Die VDI-Richtlinie weist explizit darauf hin, dass in den erläuterten Arbeitsschritten meist mehrere Lösungsvarianten beurteilt werden müssen und dabei eine Auswahl zu treffen ist (vgl. VDI 1993, S. 11). Jedoch wird nicht erläutert, wann diese Entscheidungen zu treffen sind und wie diese durchgeführt werden können. Dies ist insofern überraschend, da das generelle Vorgehen beim Entwickeln und Konstruieren auf Grundlagen der Systemtechnik beruht und dort dem Bewerten und Entscheiden im Problemlösungsprozess eine große Bedeutung beigemessen wird (vgl. Bild 2-15).²⁷

2.2.3 Vorgehensmodelle für Innovationen

„Ein aussagefähiges Modell für den Innovationsprozess muss den Balanceakt zwischen Komplexitätsreduzierung und zu starker Spezialisierung vollbringen. Dies ist unabhängig vom Verwendungszweck.“ (VERWORN & HERSTATT 2000, S. 2)

Bei Prozessmodellen für Innovationsaktivitäten wird anhand ihrer Zielsetzung zwischen normativen, deduktiven und didaktischen Modellen unterschieden (vgl. VERWORN & HERSTATT 2000, S. 2 ff.). Normative Modelle werden häufig aus Studien abgeleitet und können als Managementtools eingesetzt werden, um Handlungsempfehlungen zum Vorgehen im Innovationsprozess zu liefern. Sie basieren zumeist auf Erkenntnissen, die aus Projekterfahrungen gesammelt werden (vgl. BIRCHER 2005, S. 29). Im Gegensatz hierzu versuchen deskriptive Modelle, in der Praxis durchgeführte Prozesse abzubilden. Bei rein didaktischen Modellen steht der Aspekt der Lehre im Vordergrund, weshalb die Komplexität realer Projektabläufe dabei normalerweise nicht berücksichtigt wird.

Innovationsprozess-Modelle können nicht nur anhand ihrer Zielsetzung, sondern – in Analogie zu allgemeinen Vorgehensmodellen – anhand ihrer Logik (Mikro- bis Makrologik) unterschieden werden. BIRCHER unterteilt Innovationsprozesse so in Prozesse erster, zweiter oder dritter Ordnung (vgl. BIRCHER 2005, S. 28). Innovationsprozesse erster Ordnung beschreiben den eigentlichen Innovationsprozess nur als Blackbox durch eine Input-Output-Beziehung. Sie beschränken sich primär auf Managementtätigkeiten und deren Abgrenzungen voneinander.²⁸ Hingegen steht bei Prozessmodellen zweiter Ordnung der Weg von der Idee zur Invention, von der Invention zur Innovation und von der Innovation bis zur Diffusion im Mittelpunkt. Innovationsprozesse dritter Ordnung können als detaillierte Prozesse zweiter Ordnung begriffen werden. Sie berücksichtigen sinnvolle oder notwendige Tätigkeiten im Innovationsprozess und ordnen diese chronologisch nach dem Prozessablauf.

In Kapitel 2.1.4 wurden bereits Innovationsprozesse erster Ordnung zur begrifflichen Abgrenzung des Innovationsmanagements erörtert. Für den weiteren Verlauf dieser Arbeit steht indes die Unterstützung am Innovationsprozess beteiligter Personen im Vordergrund. Deswegen werden nachfolgend einige Modelle zweiter und insbesondere dritter Ordnung vorgestellt.²⁹

²⁷ In Anhang dieser Arbeit werden der Vorgehenszyklus zur allgemeinen Problemlösung, das V-Modell für den Entwurf mechatronischer Systeme und das Münchener Vorgehensmodell ebenfalls kurz erläutert, um die unterschiedlichen Schwerpunkte von Vorgehensmodellen zu verdeutlichen (vgl. Kapitel 9.2).

²⁸ Die dargestellten Modelle in Bild 2-7 und Bild 2-9 zählen z. B. nach der Einteilung von BIRCHER zu Innovationsprozessen erster Ordnung.

²⁹ Im Anhang dieser Arbeit werden zusätzlich weitere Innovationsprozessmodelle ergänzend vorgestellt (vgl. Kapitel 9.4).



Innovationsprozess nach Pleschak und Sabisch

Unentbehrliche Grundlage für den eigentlichen Innovationsprozess ist die Stufe der Problemerkennntnis und der Problemanalyse. Damit ein zielgerichtetes Innovieren stattfinden kann, müssen identifizierte Probleme und unerfüllte Kundenbedürfnisse der strategischen Orientierung des jeweiligen Unternehmens gegenübergestellt werden (vgl. PLESCHAK & SABISCH 1996, S. 24 ff.).

Im Prozessmodell bilden daher die Stufen „0/1 Problemerkennntnis und Problemanalyse“ und „0/2 Strategiebildung“ wichtige Aktivitäten, die im Vorfeld des Innovationsprozesses ablaufen müssen (vgl. Bild 2-20).

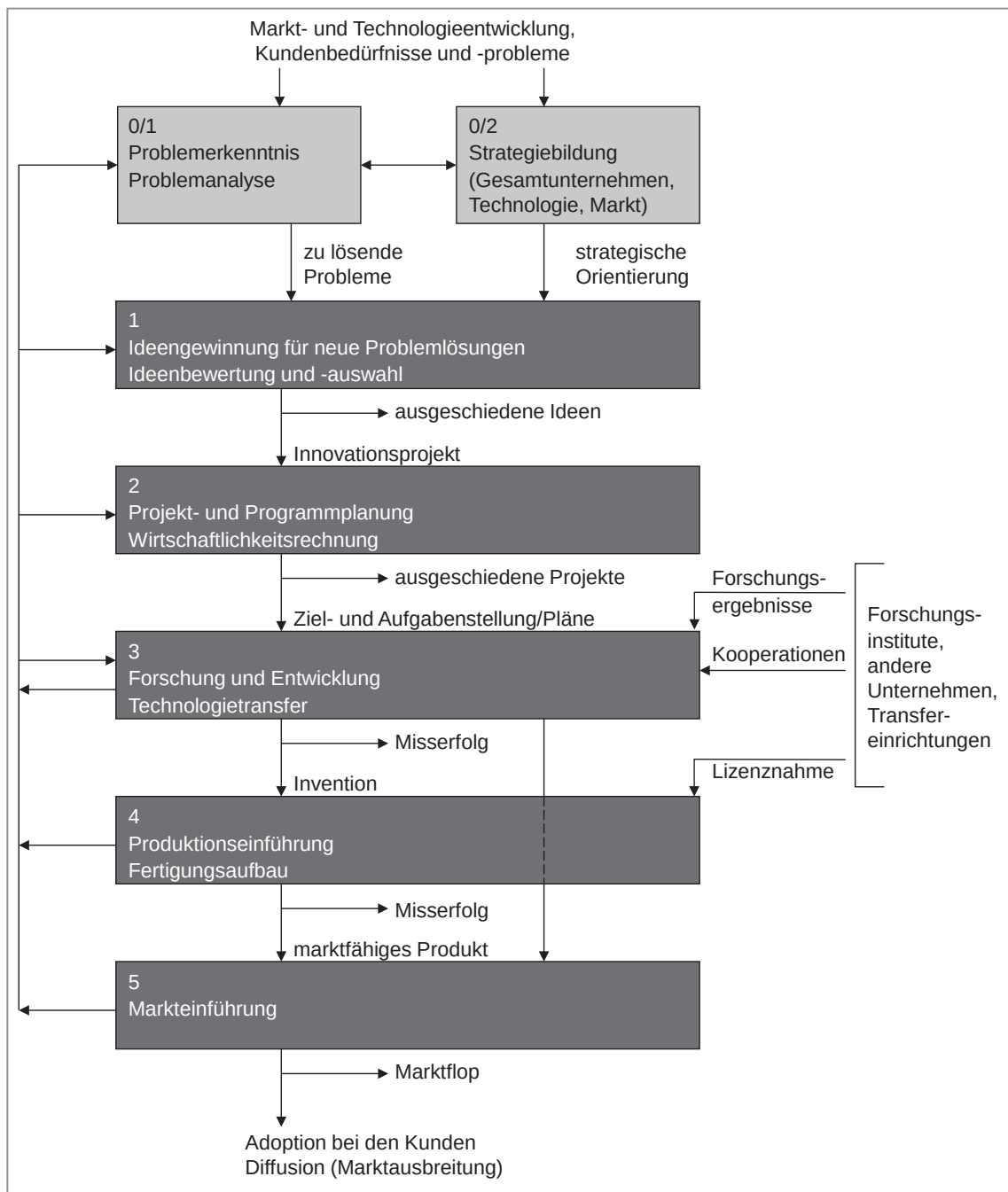


Bild 2-20: Innovationsprozess nach Pleschak und Sabisch (vgl. PLESCHAK & SABISCH 1996, S. 24)

Der eigentliche Innovationsprozess nach diesem Modell umfasst fünf Phasen, zwischen denen zahlreiche Rückkopplungen bestehen. Jede Phase kann in einem Misserfolg enden. Somit werden die einzelnen Phasen durch Entscheidungen, ob die Idee bzw. das Projekt weiterverfolgt wird oder nicht, voneinander abgegrenzt.

Im Hinblick auf die zunehmende Bedeutung von Unternehmensnetzwerken und Kooperationen berücksichtigen PLESCHAK und SABISCH in ihrem Modell außerdem die Tatsache, dass viele Unternehmen nicht nur Ergebnisse aus eigenen F&E-Aktivitäten in Produkten umsetzen, sondern eng mit Forschungseinrichtungen zusammenarbeiten oder mit anderen Unternehmen kooperieren. Sie weisen auch darauf hin, dass in der Realität viele Iterationen möglich sind und Prozesse nicht linear verlaufen (vgl. PLESCHAK & SABISCH 1996, S. 26).

Development-Funnel nach Wheelwright und Clark

Im Idealmodell³⁰ des Entwicklungstrichters nach WHEELWRIGHT und CLARK spielen die Auswahlentscheidungen im Laufe des ganzen Entwicklungsprozesses die zentrale Rolle (vgl. WHEELWRIGHT & CLARK 1992b, S. 124). Der Entwicklungsprozess reicht von den ersten Ideen über Produktkonzepte hin zum konkreten Produkt, welches idealerweise die Marktbefürfnisse in einer ökonomischen und produzierbaren Form erfüllt (vgl. WHEELWRIGHT & CLARK 1992b, S. 111 ff.).

Neben den eigentlichen Phasen der Entwicklung werden in diesem Modell zwei Entscheidungszeitpunkte explizit hervorgehoben (siehe Bild 2-21).

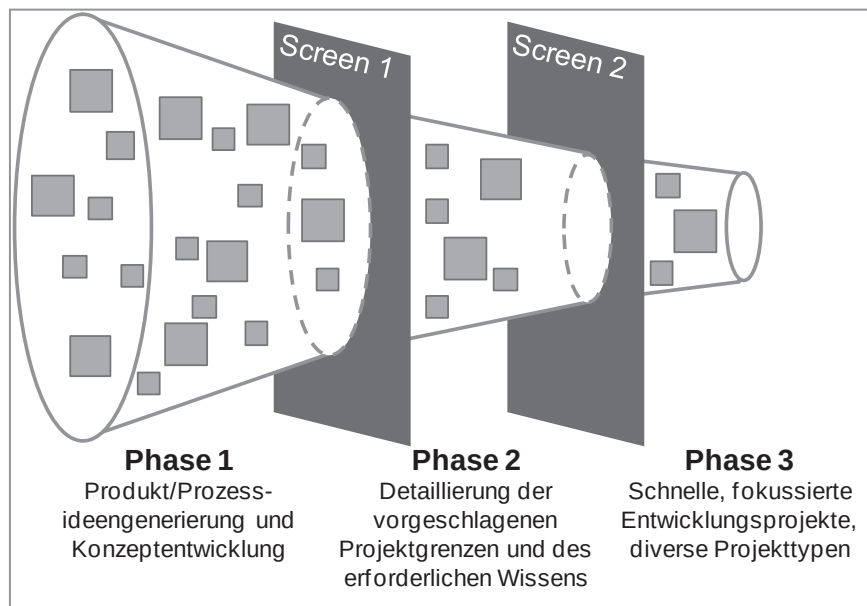


Bild 2-21: Entwicklungstrichter nach WHEELWRIGHT und CLARK (vgl. BIRCHER 2005, S. 40)

Während die Trichteröffnung möglichst groß angelegt sein sollte, um eine Vielzahl von Produkt- und Prozessideen aus unterschiedlichsten Ideenquellen aufnehmen zu können (Phase 1), besteht die Aufgabe des Managements darin, zu bestimmten Entscheidungszeitpunkten die Anzahl der Ideen bzw. Projekte wieder zu reduzieren. Aus der Menge möglicher Ideen oder Projekte sollen die für den weiteren Entwicklungsprozess ausgewählt werden, die für das Un-

³⁰ Ein Modell, wie Entwicklungsprozesse nach Ansicht von WHEELWRIGHT und CLARK in der Praxis ablaufen können, findet sich im Anhang dieser Arbeit.



ternehmen am zielführendsten und am erfolgversprechendsten sind. Hierzu wird ein zweistufiger Entscheidungsprozess vorgeschlagen. Im ersten „Screen“ werden zunächst die vorgestellten Ideen und Konzepte bewertet und es findet eine Vorauswahl statt. Die vorausgewählten Ideen und Konzepte werden weiter ausgearbeitet. Allerdings wird der Ressourcenaufwand hierbei noch minimal gehalten. Im Vordergrund steht vielmehr ein ausreichender Wissensgewinn, der als Grundlage für die nächste Entscheidungsstufe, Screen 2, dienen soll. Erst Projekte, die diese Filterung erfolgreich bestehen, werden mit den notwendigen finanziellen und personellen Ressourcen ausgestattet. Diese finale Projektauswahl soll schnell und effizient zur Marktreife weiterentwickelt werden.

In der Praxis stellt die richtige Balance zwischen der Erweiterung der Trichteröffnung und der Verengung des Trichterhalses durch das Management eine große Schwierigkeit dar (vgl. KOBE 2001, S. 59).

Die Trennung von Entwicklungsphasen und Entscheidungspunkten unterstützt bei der Planung von eigenen Innovationstätigkeiten (vgl. BIRCHER 2005, S. 40).

Stage-Gate-Prozess nach Cooper

Da der finanzielle Aufwand für Unternehmen bei Innovationsprojekten von Phase zu Phase immer größer wird, soll die Entscheidungsfindung im Prozessablauf ebenfalls immer mehr an Bedeutung gewinnen. Analog zum Modell von WHEELWRIGHT und CLARK wird auch im Stage-Gate-Modell von COOPER – neben den inhaltlichen und konstruktiven Tätigkeiten, wie aus einer Idee ein erfolgreiches Produkt wird – der zugehörige Entscheidungsprozess durch das Management berücksichtigt.

Der Innovationsprozess nach COOPER besteht aus fünf grundlegenden Phasen. Der Unterschied zwischen den beiden Modellen besteht darin, dass bei COOPER zwischen den einzelnen Phasen Meilensteine festgelegt werden, die den zuständigen Entscheidungsträgern im Unternehmen als Handlungsanweisung dienen sollen.

Jeder Meilenstein ist dadurch gekennzeichnet, dass die Produktidee bzw. das Innovationsprojekt überprüft und eine Entscheidung über das weitere Vorgehen getroffen wird. Diese Entscheidung kann entweder zu einer Genehmigung weiterer Ressourcen für die nächste Phase, zu einem vorübergehenden Projektstopp oder gar zum Projektabbruch führen.

Einhergehend mit den zunehmenden finanziellen Auswirkungen der einzelnen Entscheidungen wird der Aufwand, der bei der Meilensteinüberprüfung eines Projektes getrieben wird, erhöht. Während zu Beginn eine Gegenüberstellung der Idee zu Muss- und Sollkriterien ausreichend ist, werden vor Produktionsanlauf und Markteinführung umfangreiche Wirtschaftlichkeitsanalysen empfohlen.

Betrachtet man das Prozessmodell von COOPER, so wird die kombinierte Darstellung von inhaltlichen Tätigkeiten und Entscheidungsprozessen deutlich (vgl. Bild 2-22).

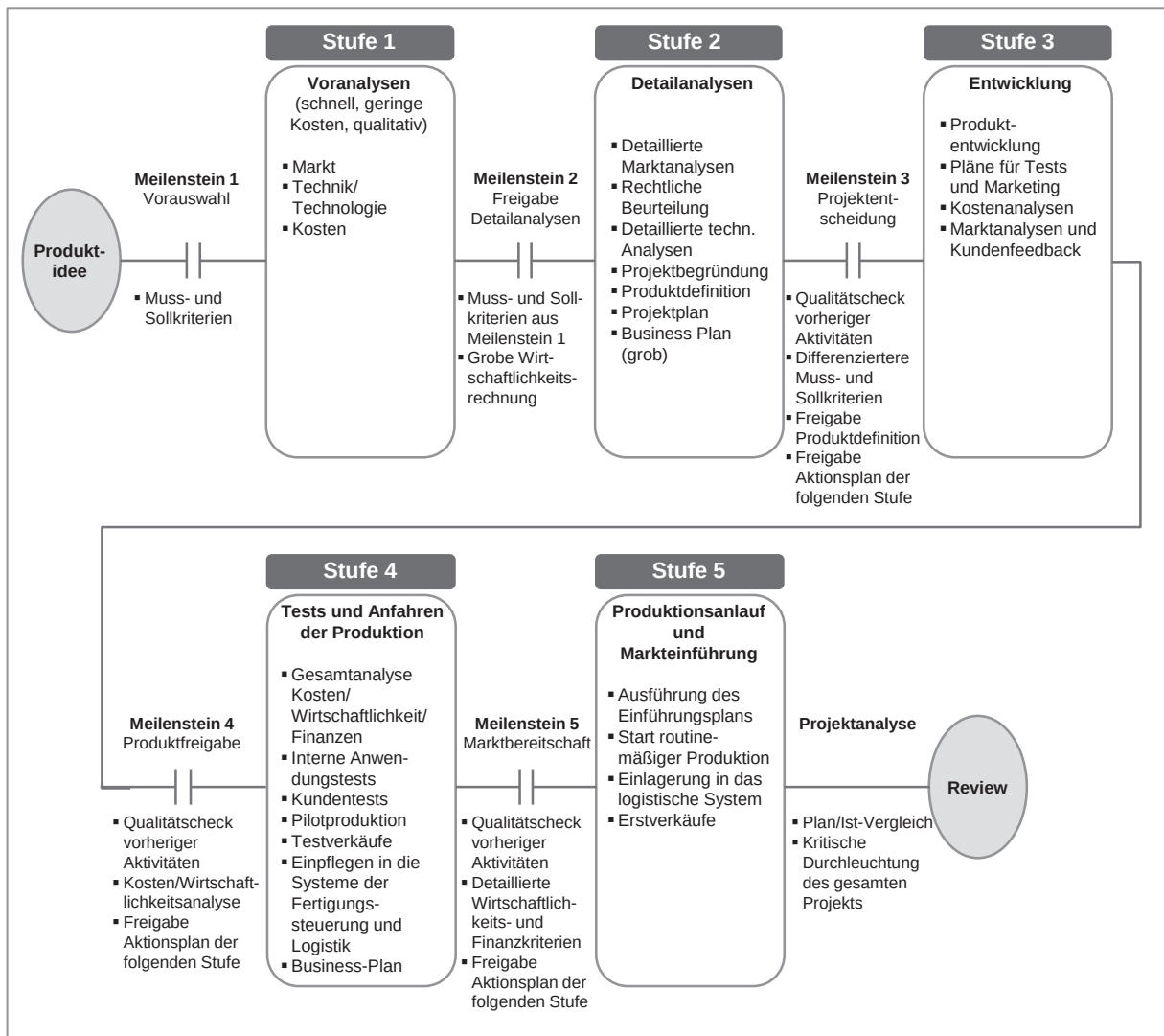


Bild 2-22: 5-stufiger Stage-Gate-Prozess nach COOPER (in Anlehnung an KLEINSCHMIDT et al. 1996, S. 52 f.)

Als Handlungsempfehlung ist dieses Modell aufgrund seiner Detaillierung und seiner teils sehr aufwendigen Tätigkeiten allerdings nur für Projekte geeignet, die ein relativ hohes finanzielles Risiko für das jeweilige Unternehmen bedeuten.

Um eine Anwendbarkeit für mehrere Projektarten zu ermöglichen, erweitert COOPER sein ursprüngliches Prozessmodell um weitere Projekttypen. Er kommt zu der Erkenntnis, dass für unterschiedliche Projekttypen auch unterschiedliche Prozesse sinnvoll sind (vgl. COOPER et al. 2002b, S. 45), und unterscheidet insgesamt drei Projektkategorien (vgl. Bild 2-23).

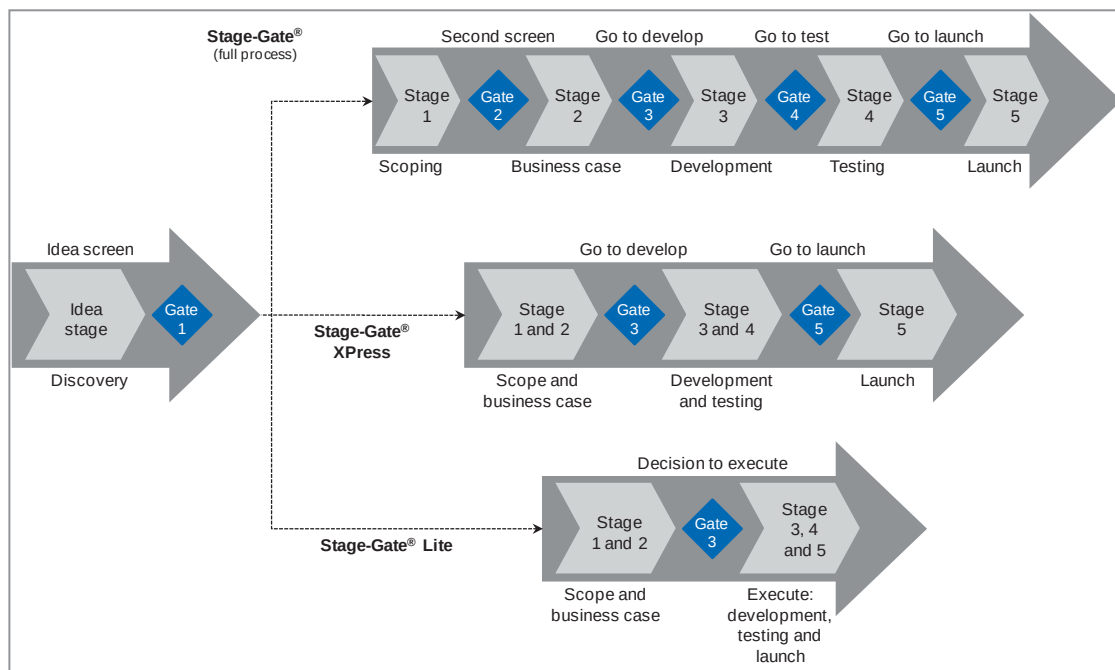


Bild 2-23: Skalierbarer Stage-Gate-Prozess nach COOPER (vgl. COOPER 2006a, S. 23)

Größere und risikoreichere Projekte sollen den regulären fünfstufigen Stage-Gate-Prozess durchlaufen, während für kleinere und risikoärmere Projekte der „Stage-Gate-Xpress“-Prozess und für wichtige Kundenaufträge der „Stage-Gate-Lite“-Prozess empfohlen wird. Je nach Projekttyp werden verschiedene Prozessphasen zusammengefasst und Meilensteine übergangen

Prozessmodell mit Innovation Cells nach Wördenweber und Wickord

Eine Erweiterung der bisherigen Ansätze stellt die Integration von sogenannten Innovation Cells dar (vgl. WÖRDENWEBER & WICKORD 2008, S. 234). Für bestimmte Projekttypen werden hier eigene Organisationsformen und separate Prozesse empfohlen (vgl. Bild 2-24).

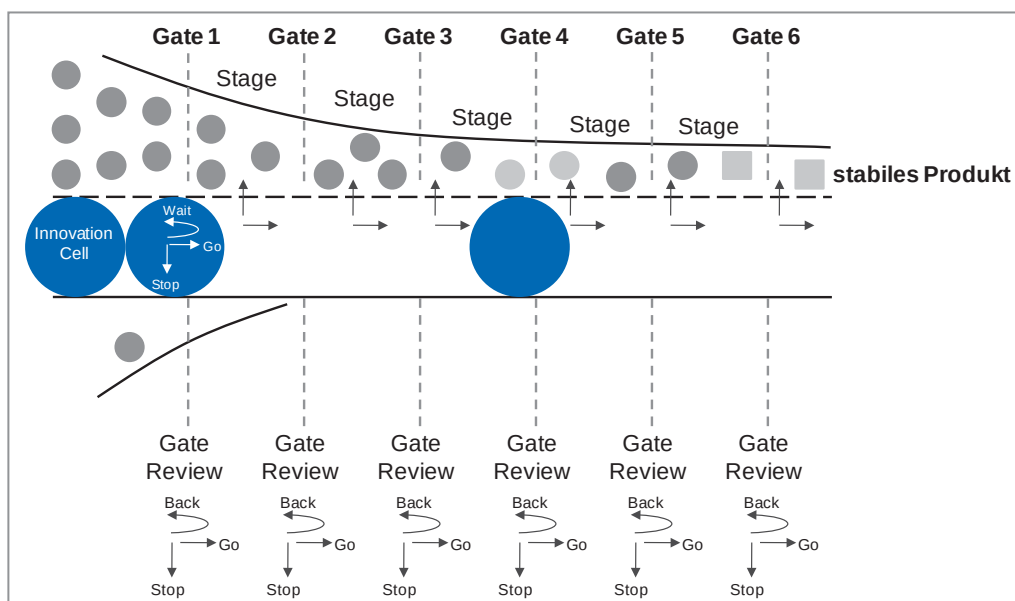


Bild 2-24: Stage-Gate-Modell und Innovation Cells (vgl. WÖRDENWEBER & WICKORD 2008, S. 234)

Unter Innovation Cells werden dedizierte und räumlich lokalisierte bzw. konzentrierte Teams verstanden. Im Gegensatz zu normalen Projektteams wenden die Mitarbeiter des Kernteams 100 Prozent ihrer Arbeitszeit für das jeweilige Projekt auf. Eine Innovation Cell ist im Gegensatz zu einer Fachabteilung zeitlich befristet. Durch die räumlich begünstigte enge Kommunikation zwischen den Teammitgliedern werden ein schneller Wissensaufbau und Wissenstransfer gefördert (vgl. WÖRDENWEBER & WICKORD 2008, S. 225).

In der Automobilindustrie sind Innovation Cells auch unter dem Namen „Projekthäuser“ bekannt. Für Mercedes-Benz stellen Projekthäuser eine gute Möglichkeit dar, um Technologien zur schnellen Serieneinführung gemeinsam mit Lieferanten und Forschung zu entwickeln (vgl. WÖRDENWEBER & WICKORD 2008, S. 221).

Dieses Modell, welches sich von der Darstellung prinzipiell an dem Entwicklungstrichter von WHEELWRIGHT und CLARK und dem ausführlicheren Stage-Gate-Konzept von COOPER orientiert, geht im Vergleich zu den bisher diskutierten Modellen damit einen Schritt weiter.

Besonders bei Innovationsprojekten, die durch ein hohes Risiko und hohe Komplexität, aber auch durch eine entsprechend hohe Gewinnerwartung gekennzeichnet sind, gilt diese Form der Projektarbeit aufgrund des schnellen Wissensaufbaus und des Wissenstransfers als geeignet.

Der Automobilzulieferer Hella stellt bestimmte Planungsprämissen auf (vgl. WÖRDENWEBER & WICKORD 2008, S. 224), die nach dessen Meinung für die Planung einer Innovation Cell zu berücksichtigen sind. Diese Planungsaspekte und -inhalte sind in Tabelle 2-1 dargestellt und verdeutlichen den autonomen Charakter dieser Projektdurchführungen.

Planungsaspekte	Planungsinhalte
▪ Zielvereinbarung	▪ Erwartete Ergebnisse müssen klar definiert sein ▪ Wichtig ist das konkrete Ziel hinsichtlich Qualität, Kosten und Termin ▪ Spin-off sind gewünscht und müssen je nach Projektverlauf in die Planung aufgenommen werden
▪ Kosten- und Kapazitätsplanung	▪ Komplexität der Arbeit muss mehrere Teammitglieder beschäftigen, ca. 3-6 Mitglieder ▪ Projektleitung, Unterstützer, Auftraggeber und erweitertes Team müssen definiert sein ▪ Kosten müssen für die einzelnen durch GATES getrennte Arbeitsblöcke ausgewiesen und freigegeben werden
▪ Terminplanung	▪ Minstdauer ca. 3 Monate, Höchstdauer 2 Jahre ▪ Deutlicher Kick-off ▪ Auftraggebergespräch alle 6-8 Wochen ▪ Unterstützungsgespräche alle 2 Wochen
▪ Raum und Entwicklungswerkzeuge	▪ Gemeinsamer Raum für das Kernteam ▪ Zusammenführung mehrerer Kompetenz- und Erfahrungsfelder im Team ▪ Bereitstellung aller notwendigen Entwicklungswerkzeuge, Rechner, Programme etc.

Tabelle 2-1: Planungsaspekte für eine Innovation Cell der Firma Hella
(vgl. WÖRDENWEBER & WICKORD 2008, S. 224)



Multiple Convergent Processing Model nach Bruce und Biemann (integratives Modell)

„[...] the development of successful new products is essentially a task of crossfunctional information management and decision-making.“ (HART & BAKER 1994)

Dass erfolgreiches Entwickeln von neuen Produkten mehr als nur die Produktebene betrifft, wurde bereits zu Beginn von Kapitel 2.2 im Zusammenhang mit der integrierten Produktentwicklung erörtert.

Im „Multiple Convergent Processing Model“ wird das Zusammenspiel unterschiedlicher Bereiche einer Firma sowie derer Kunden und Lieferanten im Rahmen eines Vorgehensmodells zur Neuproduktentwicklung näher beleuchtet (vgl. Bild 2-25).

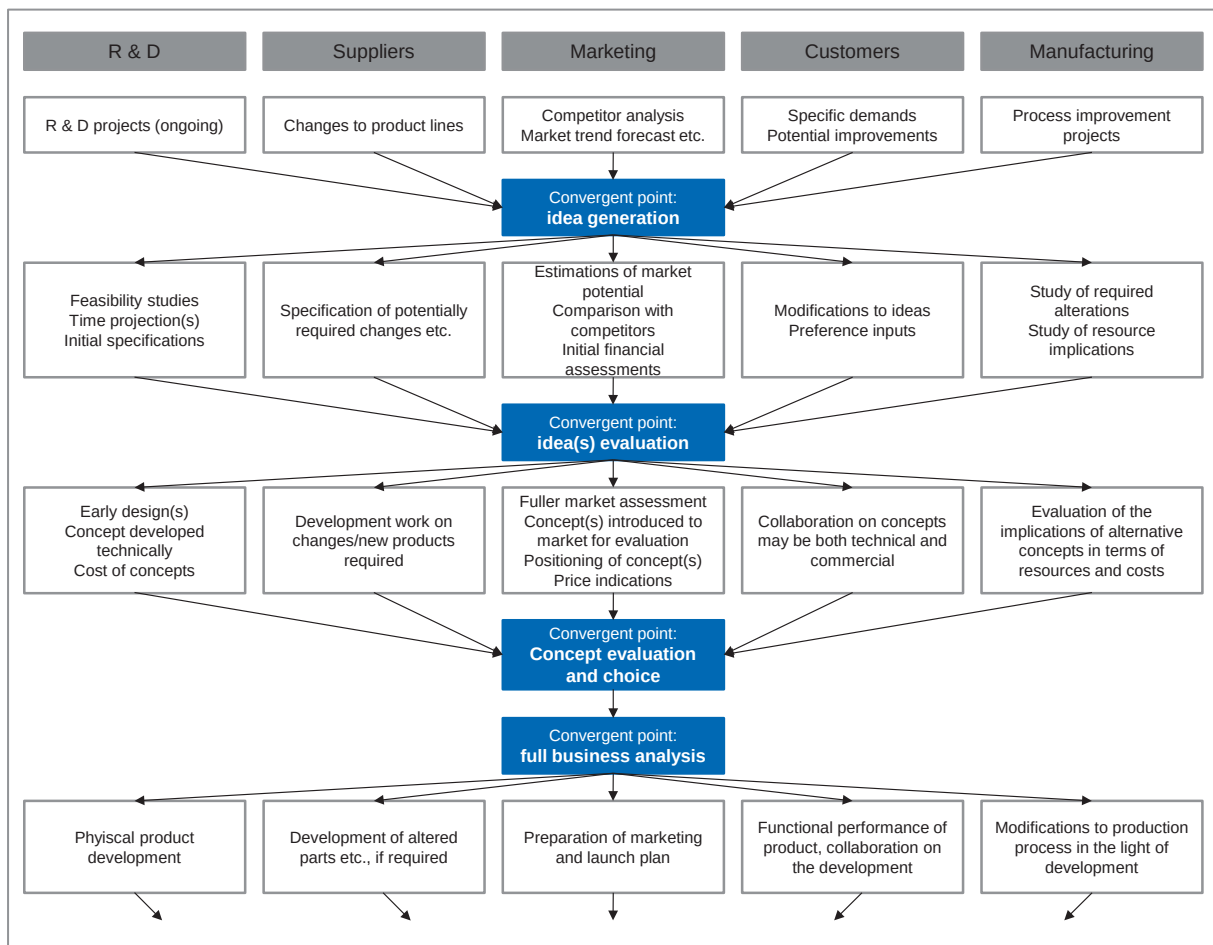


Bild 2-25: Multiple Convergent Processing Model nach BRUCE und BIEMANN
(vgl. MAY-PLUMLEE & LITTLE 1998, S. 348)

Untersuchungen über den Erfolg und Misserfolg von Innovationsprojekten zeigen, dass erfolgreiche Produktentwicklung von der Qualität der Zusammenarbeit der unterschiedlichen Prozesspartner abhängt (vgl. HART & BAKER 1994). Daher werden Aufgaben, Erkenntnisse, Ergebnisse und Bedürfnisse einzelner Domänen wie F&E, Lieferanten, Marketing, Produktion und Kunden getrennt aufgeführt. Allerdings gibt es im Entwicklungsprozess konvergente Punkte, bei denen der jeweilige Input von allen Prozessbeteiligten zusammengeführt werden sollte, um neue Produktideen zu generieren oder über den weiteren Entwicklungsverlauf von bestehenden Ideen oder Projekten zu entscheiden.

2.3 Strategische Produktplanung

„Sie [Innovation] ist stets ein Mittel, aber ein notwendiges Mittel zur Sicherung der Überlebens- und Ertragsfähigkeit des Unternehmens auf lange Sicht.“ (GÄLWEILER 2005, S. 227)

Da langfristig ein Unternehmen ohne Innovationen nicht auf dem Markt bestehen kann, ist die Produktplanung von außerordentlicher Bedeutung. Die Produktplanung wird vereinzelt auch als Innovationsplanung bezeichnet (vgl. PAHL et al. 2007, S. 103). Da sie im Einklang zu Unternehmenszielen und -strategien stehen soll bzw. einen Teil davon darstellt, gehört sie zu den Aufgaben des Topmanagement. Bei der strategischen Produktplanung gilt es, „die Anforderungen an die Produkte zur Eroberung der Märkte von morgen systematisch zu ermitteln“ (GAUSEMEIER et al. 2001, S. 49).

Bei der Produktplanung können neben der Unternehmensleitung „je nach Ausrichtung des Unternehmens Mitarbeiter aus verschiedenen Abteilungen wie Marketing, Forschung und Entwicklung, Vertrieb, Konstruktion, Fertigung etc., aber auch unternehmensexterne Schlüsselkunden und Dienstleister eingebunden sein“ (PAHL et al. 2007, S. 103). Die Organisation der Produktplanung, also ob bspw. eine neue Planungsgruppe als Stab eingesetzt wird oder eine Entwicklungsabteilung die Verantwortung übernimmt, kann vom Innovationsgrad des Produkts abhängen.

Im weiteren Verlauf dieses Kapitels wird der Begriff der Strategie erläutert, wesentliche Arbeiten im Bereich des strategischen Managements vorgestellt und der Bezug zur Produktentwicklung dargestellt. Ziel ist es, ein einheitliches Strategieverständnis für diese Arbeit zu schaffen. Des Weiteren dient dieser Abschnitt als Grundlage für die in Kapitel 4.1.3 diskutierten Strategien in der Automobilindustrie sowie möglicher Innovationsstrategien in der Vorentwicklung.

2.3.1 Entwicklung der strategischen Produktplanung

„In effect, when we are talking of strategy [...], we are entering the realm of the collective mind – individuals united by common thinking and/or behavior.“ (MINTZBERG 1987b, S. 17)

Der Begriff „Strategie“ wird in der Praxis häufig anstelle von Verhaltens- und Vorgehensweisen sowie Ab- und Ansicht und auch Meinung verwendet (vgl. GÄLWEILER 2005, S. 55). LINDEMANN betont, dass es sich bei Strategien aber um langfristig angelegte Pläne handelt, die der Erreichung grundlegender Ziele dienen (vgl. LINDEMANN 2007, S. 14).

Die strategische Planung zählt zu den präskriptiven Ansätzen des strategischen Managements.³¹ Geprägt wurde der Begriff der **strategischen Planung** besonders durch HARRY IGOR ANSOFF. Er unterscheidet bereits im Jahre 1957 vier grundlegende und planbare Strategien (vgl. ANSOFF 1957, S. 114):

- Markt-Durchdringung
- Markt-Entwicklung
- Produktentwicklung
- Diversifikation

³¹ Zu den unterschiedlichen Denkschulen des strategischen Managements siehe auch Kapitel 9.2.

Mit seinen Überlegungen bringt er erstmals den Begriff der Strategie in dieser Form in die Wirtschaftswissenschaften ein (vgl. GERST 2002, S. 23).³²

ANSOFF empfiehlt diese Strategien, um strategische Lücken, z. B. bei der langfristigen Umsatzplanung, zu schließen (SIMON & GATHEN 2002, S. 77). Die strategische Planung gehört inzwischen zu den am häufigsten angewendeten Managementmethoden (RIGBY & BILODEAU 2007, S. 16). Aufbauend auf die von ANSOFF definierte Produkt-Markt-Matrix, entstanden zahlreiche Weiterentwicklungen. So wurde z. B. der Neuheitsgrad des Produkts bzw. des Markts detaillierter unterscheiden und somit die klassische Produkt-Markt-Matrix als Entscheidungshilfe für strategische Stoßrichtungen weiter konkretisiert (vgl. z. B. GAUSEMEIER & FINK 1999, S. 233).

Auch DISSELKAMP beschreibt Strategien für die Produktentwicklung, ausgehend von der ansoffschen Produkt-Markt-Matrix wie folgt (vgl. Bild 2-26):

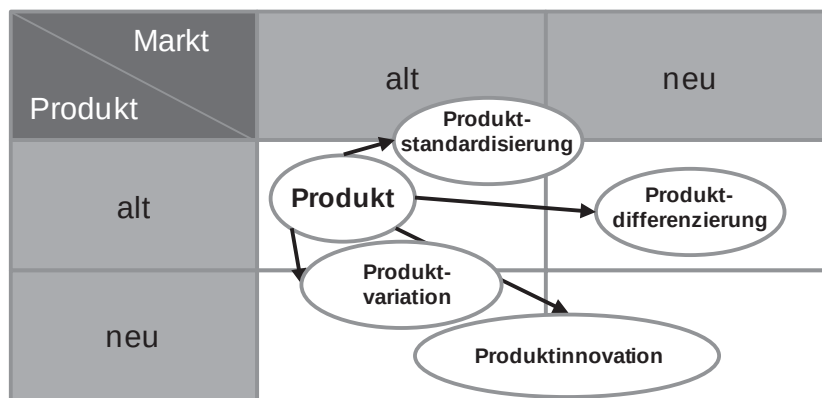


Bild 2-26: Produktentwicklungswege, ausgehend von der Produkt-Markt-Matrix (vgl. DISSELKAMP 2005, S. 21)

Für bereits vorhandene Produkte in bestehenden Märkten sieht er die Möglichkeiten der Produktstandardisierung und -variation. Unter Produktdifferenzierung fallen nach Ansicht von DISSELKAMP Anpassungsmaßnahmen an länderspezifische Gegebenheiten (z. B. Sprache, gesetzliche Vorschriften etc.). Für den Weg der Produktinnovation spielt es keine Rolle, ob der Markt für das Produkt bereits besteht oder neu ist (vgl. DISSELKAMP 2005, S. 21).

BRAUN erweitert die zwei Dimensionen Markt und Produkt zusätzlich um die weitere Dimension der Technologie. Aus seiner Sicht hat die Technologie stark an Bedeutung gewonnen (vgl. BRAUN 2005, S. 155 f.). Durch die Dreidimensionalität entsteht aus den bisherigen Matrixdarstellungen der sogenannte Innovationswürfel der strategischen Produkt- und Prozessplanung (siehe Bild 2-27).

³² Ursprünglich stammt der Begriff „Strategie“ aus dem Griechischen vom Wort „strategos“ ab, was so viel bedeutet wie „Heeresführer“ (vgl. GERST 2002, S. 23).

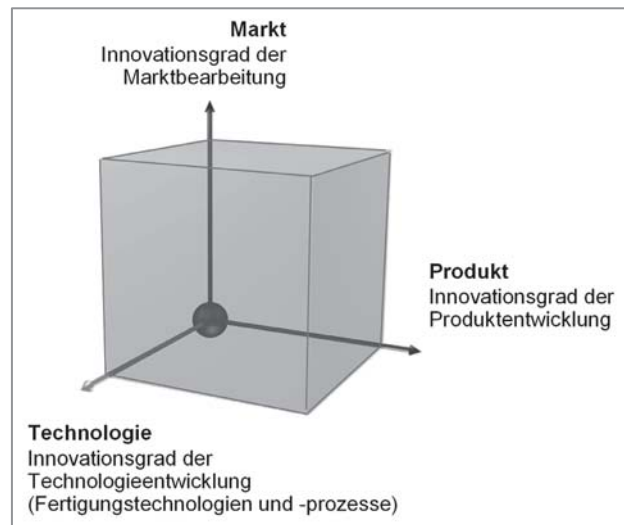


Bild 2-27: Innovationswürfel der strategischen Produkt- und Prozessplanung (vgl. BRAUN 2005, S. 156)

Der Innovationswürfel dient somit, vereinfacht dargestellt, als Ausgangspunkt für folgende Fragestellungen:

- Wo (auf welchen Märkten) soll das Unternehmen seine Produkte anbieten?
- Welche Produkte sollen dort angeboten werden?
- Mit welchen Technologien sollen die Produkte hergestellt werden?

Er bildet so den Ausgangspunkt zur Festlegung der strategischen Stoßrichtung für das Unternehmen bzw. das Geschäftsfeld. Für die wichtigsten strategischen Stoßrichtungen, die sich im Raum Markt-Produkt-Technologie ergeben, entwickelt Braun generische Leitfäden, die zur Unterstützung der Produktplanung dienen sollen (vgl. BRAUN 2005, S. 158 ff.).

Auch die von MINTZBERG kritisierte mangelnde Flexibilität der strategischen Planung wird in neueren Ansätzen relativiert. Beispielsweise beschreibt GIAPOULIS in seinem 3-Ebenen-Modell (vgl. GIAPOULIS 1998, S. 103 ff.), dass Ergebnisse oder Zwischenergebnisse sowohl die operative als auch die strategische Planung beeinflussen und zu Änderungen führen können (vgl. Bild 2-28).

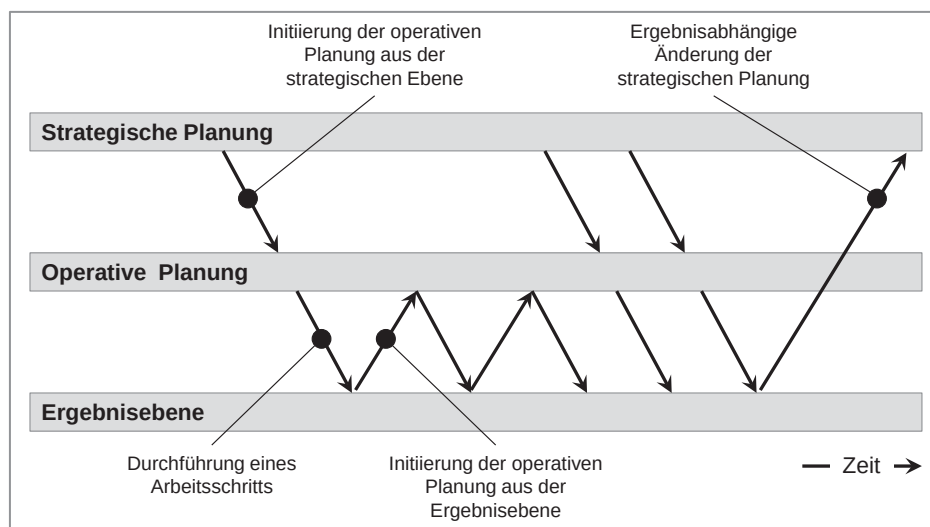


Bild 2-28: 3-Ebenen-Modell von GIAPOULIS (Darstellung in Anlehnung an DEMERS 2000, S. 50)



2.3.2 Strategien und strategische Ziele im Unternehmen

Bisher wurde der Begriff der Strategie anhand des Prozesses der Strategieformulierung und den Perspektiven der Markt- und Ressourcenorientierung sowie einer relationalen und kundenorientierten Ausrichtung diskutiert. Da die Aufbauorganisation eines Unternehmens in der Regel durch verschiedene Hierarchiestufen und auch unterschiedliche Funktionen gekennzeichnet ist, werden in diesem Abschnitt hierarchische Ebenen von Strategien vorgestellt. Insbesondere, wie einzelne Strategien zueinander abgestimmt werden müssen und welche Rolle die Innovationsstrategie spielt, wird behandelt. Auf diese Weise soll ein grundlegendes Verständnis für die Problematik der Strategieentwicklung und die Bedeutung von strategischen Zielen geschaffen werden.

Strategische Ebenen

Strategien lassen sich analog zu der Aufbauorganisation eines Unternehmens einteilen (vgl. GAUSEMEIER et al. 2001, S. 144). Hierbei nimmt der Konkretisierungsgrad der strategischen Ziele, ausgehend von der Unternehmensleitung über einzelne Geschäftsfelder, hin zu einzelnen funktionalen Bereichen und spezifischen Regionen stetig zu. Wie in Bild 2-29 dargestellt ist, lassen sich so Unternehmensstrategien, Geschäfts(feld)strategien und geschäftsfeldspezifische Substrategien, sogenannte Funktionalstrategien, ableiten.

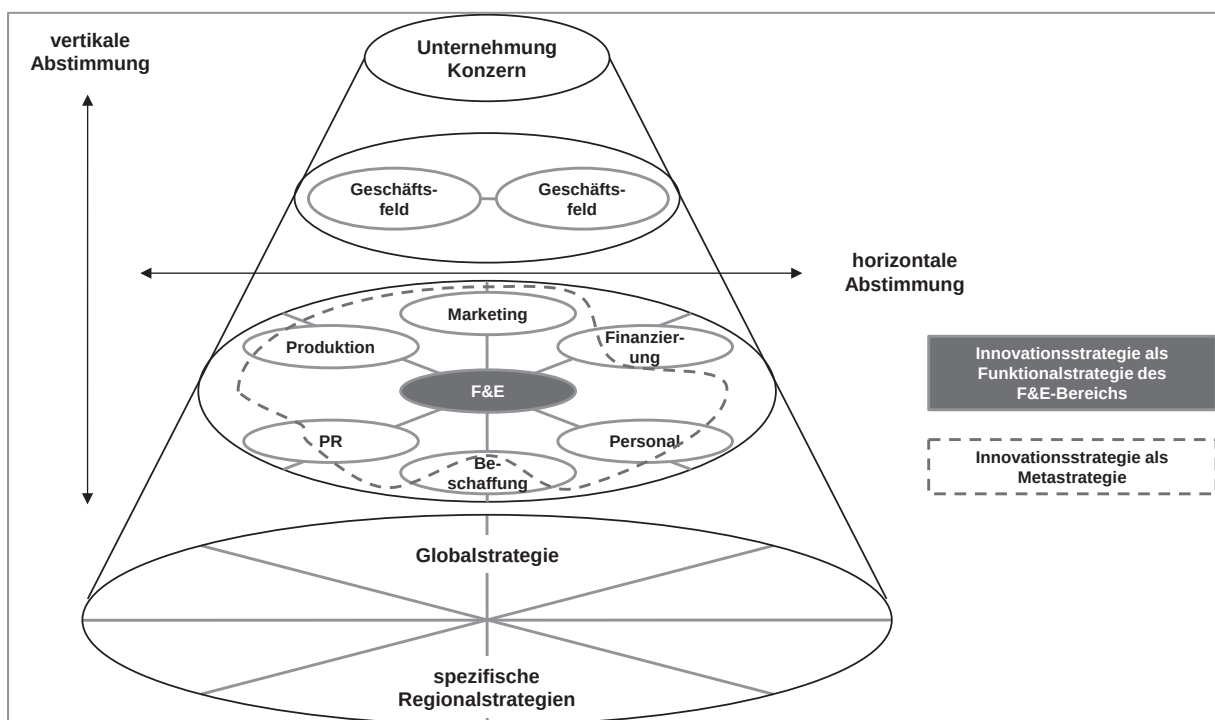


Bild 2-29: Hierarchische Darstellung von Strategien

(in Anlehnung an HAHN & TAYLOR 2006, S. 43; BÜRCEL et al. 1996, 101; VAHS & BURMEISTER 2005, S. 110)

Da in dieser Arbeit die Innovationsstrategie im Fokus steht, wird an dieser Stelle deren Zusammenspiel mit anderen Strategien im Unternehmen erläutert.

Die Unternehmensstrategie stellt die oberste strategische Ebene eines Unternehmens dar. Sie wird nur sehr allgemein formuliert, sodass sich daraus nur einige Prämissen für die weitere Technologieentwicklung ergeben (vgl. GERYBADZE 2004, S. 151). Die gängigen Methoden,

welche im Rahmen des strategischen Managements verbreitet sind, sind vorwiegend auf Markt- und Wettbewerbsstrategien ausgerichtet und berücksichtigen die Themen „Technologie“ und „Innovation“ nicht ausreichend genug (vgl. GERYBADZE 2004, S. 149).

Geschäfts(feld)strategien für einzelne Produktparten oder -bereiche stellen bereits die nächste Konkretisierungsstufe dar. Sie bieten „sehr viel genauere Hinweise und Zielrichtungen“ (GERYBADZE 2004, S. 151) als die Unternehmensstrategie.

Unterhalb der Geschäftsstrategien sind die Funktionalstrategien der unterschiedlichen Unternehmensbereiche, wie Produktion, Beschaffung, Personal, Finanzierung, Marketing, Produktion, Public Relations und Forschung und Entwicklung angesiedelt. Jeder dieser Unternehmensbereiche kann eine eigene funktionale Strategie verfolgen. Durch die präzisen Zielsetzungen der funktionalen Strategien wird „der erste Schritt Richtung Implementierungsphase gemacht“ (VENZIN et al. 2003, S. 201).

Auch die Innovationsstrategie kann eine Funktionalstrategie darstellen. Wie bereits erläutert, kann die Innovationsstrategie je nach gewolltem Innovationsgrad als reine Funktionalstrategie des F&E-Bereichs formuliert werden. Sie entspricht dann allerdings eher einer Entwicklungs- bzw. F&E-Strategie (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 110 f.). Diese Form der Strategieentwicklung wird jedoch durchaus kritisch gesehen (vgl. LITTLE 1988, S. 94).

Alternativ kann die Innovationsstrategie als Metastrategie unter Beteiligung verschiedener Funktionsbereiche erarbeitet werden. Wenn ein hoher Innovationsgrad angestrebt wird, die Erschließung neuer Geschäftsfelder vorangetrieben oder gänzlich neue Produktlinien hervorgerufen werden sollen, bietet es sich an, den Kreis der Beteiligten der Strategieerarbeitung zu öffnen (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 111).

Eine weitere strategische Dimension stellt die Möglichkeit dar, strategische Ziele geografisch zu differenzieren. Für einzelne Regionen können unterschiedliche Strategien erarbeitet werden, oder es existieren global gültige Strategien. Regionale Strategien können die Nutzung von regionalen Kostenvorteilen und gleichzeitig Differenzierungsvorteile ermöglichen (vgl. KALUZA & WINKLER 2008).

Abstimmung von Strategien

Wie in Bild 2-29 bereits dargestellt, sollte eine vertikale und ggf. auch horizontale Abstimmung der einzelnen Strategien erfolgen.

Allerdings stellen gerade diese Abstimmungen, also beispielsweise zwischen Geschäfts(feld)- und Innovationsstrategie, für viele Unternehmen ein großes Problem dar, sodass die Verbindung zwischen diesen Strategien in der Praxis nicht explizit formuliert wird oder die Verknüpfungen nur sehr schwach sind (vgl. SCOTT 2001). Deshalb sollen Geschäfts- und Innovationsstrategien möglichst simultan aufeinander abgestimmt werden, was natürlich eine intensive Kommunikation zwischen den Beteiligten erfordert (vgl. GERYBADZE 2004, S. 110). Erfolgreiche technologieintensive Unternehmen weisen einen hohen „Fit“ zwischen Unternehmensstrategie, Geschäftsstrategie und Innovationsstrategie auf (vgl. GERYBADZE 2004, S. 108). Erfahrungen aus der Praxis zeigen jedoch auch, dass oft eine große Lücke zwischen den Formulierungen einer Unternehmensstrategie und den einzelnen Innovationsvorhaben klafft und explizite Ziele und Maßnahmen im Rahmen einer Innovationsstrategie nicht definiert sind (vgl. SPATH 2003, S. 13).

Eine Ursache, weshalb die vertikale Abstimmung zwischen übergeordneten Strategien und der Innovationsstrategie nicht ausreichend ist, liegt häufig darin, dass beide Gebiete oft „durch verschiedene Communities“ (GERYBADZE 2004, S.106) vertreten werden.

Unternehmensplanung und Innovationsmanagement sollten zusammengehören (vgl. LITTLE 1988, S. 107) und die Innovationsstrategie ein wichtiger Bestandteil der Unternehmensstrategie sein (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 110) oder zumindest aus dieser abgeleitet werden (vgl. COOPER et al. 2001b, S. 14). Dennoch wird in Firmen, die über ein strategisches Management verfügen, dieses häufig der allgemeinen Unternehmensplanung oder dem Marketing zugeordnet (vgl. GERYBADZE 2004, S. 105). Die enge Kopplung zwischen Geschäftsstrategie und Innovationsstrategie ist somit nicht automatisch gegeben, obwohl gerade die Innovationsaktivitäten eines Unternehmens für seine zukünftige Markt- und Wettbewerbspositionierung entscheidend sind.

Ein hilfreiches Instrument, um eine enge Abstimmung von Geschäftsstrategie und Innovationsstrategie zu gewährleisten, stellt die sogenannte Produkt-Roadmap dar. In technologieintensiven Geschäftsfeldern, wie der Automobilindustrie, ist eine Produkt-Roadmap ein elementarer Bestandteil der Geschäftsstrategie (vgl. GERYBADZE 2004, S. 152 f.).

Die horizontale Abstimmung von Strategien gestaltet sich sogar noch schwieriger, da ein hoher Kommunikationsaufwand und eine entsprechende Innovationskultur notwendig sind, um Bereichsdenken zu überwinden. Die Überwindung der „Ressortegoismen“ und die Integration unterschiedlicher Ressourcen verschiedener Ressorts stellen eine große Herausforderung dar, wenn die Innovationsstrategie als Metastrategie erarbeitet werden soll (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 111). Allerdings kann eine gemeinsam erarbeitete Innovationsstrategie die Grundlage für eine effektivere Zusammenarbeit der verschiedenen Ressorts im späteren Innovationsprozess darstellen, wenn bereichsübergreifend festgelegte Ziele verfolgt werden.

Strategische Ziele

Die Unternehmensführung muss die Aktivitätsbereiche des Unternehmens und die dort anzustrebenden Unternehmensziele so präzise beschreiben, dass sich daraus Aufgaben und Richtungen für das innovative Tätigwerden ableiten lassen (vgl. GÄLWEILER 2005, S. 229).

Ein Unternehmensziel beschreibt einen Zustand, den ein Unternehmen zu einem bestimmten Zeitpunkt erreicht haben will (vgl. HUNGENBERG & WULF 2007, S. 51).

Es lassen sich drei Zielkategorien unterscheiden, denen sich alle Einzelziele von Unternehmen unterordnen lassen (vgl. HUNGENBERG & WULF 2007, S. 52):

- Sach- bzw. Leistungsziele: Sie beziehen sich auf das angestrebte Produkt- und Leistungsspektrum eines Unternehmens auf einzelnen Märkten. Zu diesen Zielen können sowohl allgemeine Aussagen zum Tätigkeitsfeld des Unternehmens als auch quantitativ festgelegte Marktanteils- und Absatzziele gezählt werden.
- Wertziele: Sie stellen die Erwartungshaltung an zukünftige finanzielle Ergebnisse des Unternehmens dar. Als Beispiele können finanzielle Kennziffern wie Gewinn, Cashflows, Rendite etc. genannt werden.
- Sozial- bzw. Humanziele: Sie beziehen sich auf das Verhalten eines Unternehmens gegenüber seinen „Stakeholdern“, also internen und externen Interessengruppen. Beispiele für Interessengruppen sind auf der einen Seite die eigenen Mitarbeiter und Führungskräfte, auf der anderen Seite aber auch Lieferanten und Kunden.

Wie bereits anhand der Definition von Unternehmenszielen ersichtlich wird, spielt auch der Faktor Zeit eine große Rolle in diesem Kontext, d. h. der Zeitraum, in dem der gewünschte Zustand erreicht werden soll. Anhand der Länge dieses Zeitraums lassen sich kurz-, mittel- und langfristige Ziele unterscheiden. Während kurzfristige Ziele sich meist nur auf ein Geschäftsjahr beziehen und sich mittelfristige Ziele über einen Zeitraum von zwei bis drei Jahren erstrecken, sind bei langfristigen Zielen Zeiträume von fünf bis zehn Jahren möglich (vgl. MACHARZINA 2003, S. 190).

Innovationsmanagement im Kontext der strategischen Unternehmensplanung

Strategien, also langfristige Pläne zur Erreichung bestimmter Ziele, basieren idealerweise auf Analysen. Einerseits spielt die Umwelt des Unternehmens (Außenperspektive) eine zentrale Rolle dabei, welche Strategien sinnvoll sind und welche nicht. Andererseits existiert darüber hinaus eine Innenperspektive im jeweiligen Unternehmen. Vorhandene Ressourcen und Kompetenzen sowie eine Prognose über die Stärken und Schwächen des Unternehmens können der Umweltanalyse gegenübergestellt werden und die Auswahl effizienter Strategien einschränken. Parallel zur Umwelt- und Ressourcenanalyse wird das Zielsystem entwickelt. Reicht die prognostizierte Unternehmensentwicklung nicht aus, um die Ziele zu erreichen, bedarf es geeigneter Strategien, um diese Planungslücke zu schließen. Wie in Bild 2-30 dargestellt ist, setzt die Aufgabe des Innovationsmanagements an dieser Stelle an.

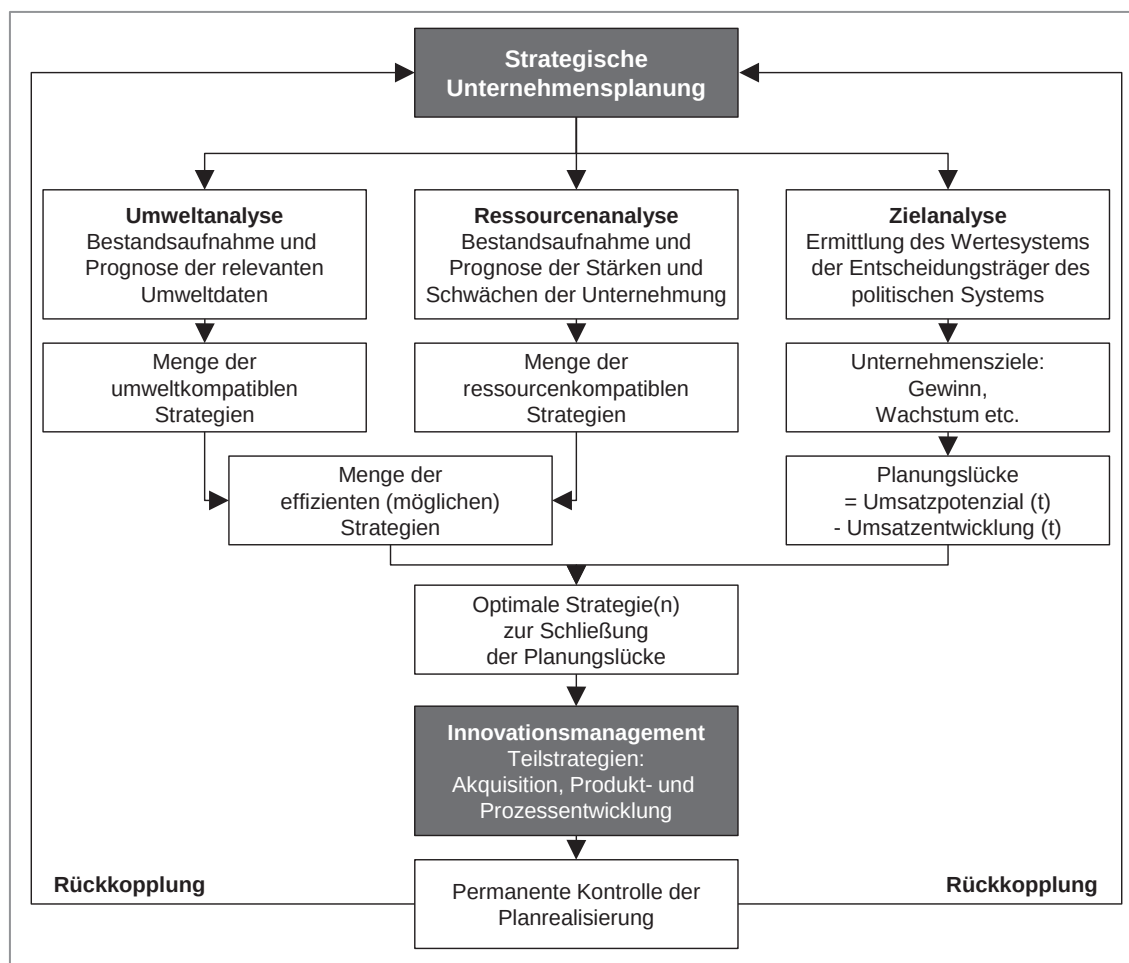


Bild 2-30: Innovationsmanagement in der strategischen Unternehmensplanung
(vgl. ALBRECHT 1999, S. 21)



Allerdings bedarf es eines Kontrollmechanismus, um Abweichungen bei der Planrealisierung zu erkennen und geeignete Korrekturen in den Strategieprozess einfließen zu lassen.

Für eine zielorientierte Ausrichtung der Innovationsaktivitäten bildet eine klare und detaillierte Innovationsstrategie somit die Basis (vgl. SPATH 2003, S. 13).

2.4 Einordnung und Abgrenzung der Arbeit

2.4.1 Schwerpunkte der Arbeit

Nachfolgend wird ein kurzer Überblick gegeben, wie diese Arbeit einzuordnen ist und welche Schwerpunkte im Vergleich zu anderen wissenschaftlichen Arbeiten im Fokus der Betrachtung stehen.

Zeitliche Einordnung der Arbeit im Entwicklungsprozess

Innovation bezieht sich im Rahmen dieser Arbeit auf die frühen Phasen. Konkret beschäftigt sich diese Arbeit mit dem Spannungsfeld zwischen strategischen Zielen und Projekten in der Phase der Vorentwicklung. Die Ergebnisse der Vorentwicklung fließen erst später im Rahmen einer Serienentwicklung in Endprodukte ein, die vermarktet werden. Streng genommen, müsste man in dieser Phase also noch von Invention sprechen. Analog zur betrieblichen Praxis soll auch in dieser Arbeit der Verwertungs- bzw. Vermarktungsaspekt jederzeit im Vordergrund stehen. Die Verwendung des Innovationsbegriffs während der Vorentwicklungsphase soll folglich zum Ausdruck bringen, dass bereits die Entwicklungstätigkeiten dieser Phase kundenorientiert erfolgen müssen und eine erfolgreiche Innovation das Ziel der Handlungen darstellt. Aus diesem Grund werden in dieser Arbeit Begriffe wie Innovationsprojekt oder Vorentwicklungsprojekt synonym Verwendung finden.

Objektbezogene Einordnung der Arbeit

Den Untersuchungsschwerpunkt dieser Arbeit stellen technische Produktinnovationen dar, welche sich vorwiegend auf Komponenten bzw. Subsysteme des Gesamtsystems Pkw beziehen. Der Neuheitsgrad der Innovation gilt nicht als Einschränkung. Vielmehr werden Überlegungen und Ansätze vorgestellt, die für alle potenziellen Vorentwicklungsprojekte Unterstützung bieten sollen. Aufgrund der vergleichsweise hohen Anzahl an Verbesserungsinnovationen im genannten Untersuchungsbereich wird dieser Innovationstypus besonders intensiv beleuchtet. Als einschränkendes Kriterium im Hinblick auf den Neuheitsgrad gilt zudem die Serienentwicklung. Projektvorschläge, die aufgrund ihres überschaubaren Risikos im Rahmen der Serienentwicklung entwickelt werden können, werden in dieser Arbeit nicht näher behandelt.

Methodische Einordnung der Arbeit

Innerhalb des genannten Zeitfensters und für das betrachtete technische Produkt existiert eine Vielzahl an unterstützenden Methoden. Es ist nicht Ziel dieser Arbeit, einen vollständigen Überblick über alle möglichen Methoden zu geben, die eingesetzt werden könnten. Hierfür existieren bereits Methodensammlungen und Methodenportale, die versuchen, verfügbares

Methodenwissen in zugänglicher Form zu dokumentieren.³³ Es werden vielmehr ausgewählte Methoden vorgestellt, die für die Beurteilung bzw. Bewertung einzelner Innovationsideen und -projekte vielversprechend sind und eine Entscheidungsunterstützung für Projektstarts bzw. für die Weiterführung von Projekten bieten sollen. Andere Methoden, die in den frühen Phasen des Innovationsprozesses hilfreich sein können bzw. deren Ergebnisse als Input für Bewertungsmethoden dienen, werden nur kurz vorgestellt oder es wird auf weiterführende Literatur verwiesen.

Eine Zusammenfassung der Betrachtungsschwerpunkte ist in Bild 2-31 dargestellt. Die Schwerpunkte sind grau hervorgehoben.

Zielobjekt	Produktinnovation		Prozessinnovation	
Systemebene	Komponente/ Subsystem	Gesamtsystem		Systemverbund
Funktionale Ebene	Technik		Organisation	Geschäft
Prozessphase	Forschung	Vorentwicklung	Serienentwicklung	Markt
Methodenschwerpunkt	Ideenfindung/ Kreativität		Lösungssuche	Entscheidung/ Beurteilung

Bild 2-31: Betrachtungsschwerpunkte der Arbeit (grau hinterlegt)

2.4.2 Abgrenzung zu anderen wissenschaftlichen Arbeiten

Vorgehensmodelle aus der Konstruktionslehre berücksichtigen nur teilweise explizit die Unterstützung von Entscheidungen. Zudem beziehen sich das Bewerten und Auswählen bei solchen Modellen zumeist auf mehrere Lösungsalternativen für ein spezifisches Problem. Ein Vergleich der Alternativen ist so häufig anhand technischer und wirtschaftlicher Parameter möglich.

In der automobilen Praxis existiert meistens eine Vielzahl an Projektideen für die Vorentwicklung, die Lösungsansätze für unterschiedliche Problemstellungen bieten. Anhand technisch-wirtschaftlicher Kriterien allein lassen sich solche Projekte nicht vergleichen. Eine neue Technologie, die zur Verbrauchsreduzierung bei Verbrennungsmaschinen beitragen soll, konkurriert beispielsweise mit neuen Bedienkonzepten für Infotainment-Systeme um dasselbe Vorentwicklungsbudget. Aus diesem Grund ist für diese Arbeit die Verknüpfung der Auswahlentscheidung für Projekte mit übergeordneten Strategien von besonderer Bedeutung.

Der Ursprung der Ideen, also ob Ideen markt- oder technologisch induziert sind, ist hierbei von untergeordneter Bedeutung. Nach Ansicht des Autors müssen Innovationsprozesse für beide Ursprungsarten offen sein, um sowohl akute oder absehbare Kundenbedürfnisse zu erfüllen und andererseits auch größere Innovationssprünge erzielen zu können.

³³ Vgl. z. B. das Entwicklerportal „CiDaD“ des Lehrstuhls für Produktentwicklung (www.cidad.de), das Methodenportal „Mepoort“ (www.mepoort.net) und das Portal „Innovationswissen“ (www.innovationswissen.de); (Abruf am 25.11.2012)

Eine Besonderheit dieser Arbeit stellt die Fokussierung auf eine Vorentwicklung dar, die zunächst noch vom eigentlichen Endprodukt losgelöst ist. Für die Entwickler tritt dadurch eine erhöhte Unsicherheit auf, weil die Zielprämissen für die Entwicklung oftmals nur unscharf formuliert werden können. So stellen Kunden von Oberklassenfahrzeugen in der Regel andere Anforderungen an das Produkt Pkw als Kunden von Kleinwagen. Beide Kundengruppen unterscheiden sich häufig nicht nur finanziell, sondern auch hinsichtlich ihrer Altersstruktur. Um ein optimal auf Kundenbedürfnisse zugeschnittenes Produkt zu entwickeln und auf den Markt zu bringen, ist für eine Vielzahl an Vorentwicklungsprojekten ein enger Austausch mit Experten aus Vertrieb und Marketing notwendig. Viele Entwicklungen aus der Vorentwicklung stellen zudem nur Teilsysteme des hochkomplexen Gesamtsystems Pkw dar und können entweder optional als Mehrausstattung oder als Serienausstattung Bestandteil des eigentlichen Endprodukts sein.

Die in der Praxis vorgeschlagenen Projektideen sind sehr unterschiedlich. Gerade diese Heterogenität stellt Entscheidungsträger vor eine große Herausforderung. Welche Prozesse und welche Methoden für einzelne Projekte geeignet sind, hängt in erster Linie von deren Merkmalen ab. Für aufwendige Projekte, die für das Unternehmen ein großes finanzielles Risiko darstellen, ist ein größerer Bewertungsaufwand zu rechtfertigen als für ein kleines Optimierungsprojekt, das sowohl finanziell als auch bezüglich des Risikos gut kalkulierbar ist.

Es wird daher ein Vorgehensmodell entwickelt, das an den strategischen Belangen der Vorentwicklung ausgerichtet ist und die Zuordnung entsprechender Methoden zur Projektauswahl und zum Projektcontrolling ermöglicht. Es soll den Prozessbeteiligten sowohl eine strategische als auch operative Unterstützung bieten und die Effizienz und die Effektivität im Vorentwicklungsprozess erhöhen.

In Bild 2-32 werden die behandelten Aspekte den gewählten Schwerpunkten anderer Forschungsarbeiten gegenübergestellt. Betreffend der betrachteten Phase im Entwicklungsprozess und der untersuchten Branche besitzt die Dissertation von VENTER die größte Ähnlichkeit zu dieser Arbeit (vgl. VENTER 2006). Allerdings behandelt VENTER nur einen ganz bestimmten Typus von Innovationsvorhaben. Gerade aber der Umgang mit den unterschiedlichsten Projektvorhaben im Rahmen der Vorentwicklung stellt aus Sicht des Autors eine große Herausforderung in der Praxis dar und wird aus diesem Grund intensiv im Rahmen dieser Arbeit behandelt. Im Hinblick auf die Zielsetzung der Arbeit muss an dieser Stelle auch die Arbeit von JAHN (JAHN 2009) erwähnt werden. Insbesondere hinsichtlich der Notwendigkeit einer Verfolgung des Reifegrads von Innovationsprojekten kommt sie zu ähnlichen Schlussfolgerungen, wobei sich der methodische Ansatz und der Umgang mit der Divergenz zwischen kreativen Freiräumen und Kontrollmechanismen deutlich unterscheiden. Auch die zentrale Kategorisierung von Projekten aufgrund unterschiedlicher Stakeholder im Produktprozess und die Verbindung zu Innovationsstrategien und zur Innovationskultur werden im Rahmen seiner Arbeit nicht explizit behandelt. Für die Installation eines erfolgreichen Entscheidungsprozesses müssen aber auch die Rahmenbedingungen näher beleuchtet werden, weshalb für diese Arbeit eine ganzheitliche Herangehensweise gewählt wurde (vgl. Kapitel 4.1). Die untersuchten wissenschaftlichen Arbeiten und viele weitere Literaturrecherchen bilden zusammen mit den praktischen Erfahrungen aus dem mehrjährigen Kooperationsprojekt das Fundament dieser Arbeit.



3 Methoden zur Bewertung und Steuerung von Vorentwicklungsprojekten

„Der Begriff Methode kennzeichnet die Beschreibung eines regelbasierten und planmäßigen Vorgehens, nach dessen Vorgabe bestimmte Tätigkeiten auszuführen sind, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen. Methoden sind präskriptiv, also als eine Vorschrift zu verstehen. Sie sind zielorientiert [...]. Sie besitzen einen stark operativen Charakter.“ (LINDEMANN 2009, S. 57)

In diesem Abschnitt werden die Ziele von Bewertungs- und Kontrollmethoden und deren Bedeutung für die Produktentwicklung erläutert. In diesem Rahmen werden auch die notwendigen Anforderungen an Methoden und deren zugrunde liegenden Kriterien vorgestellt und diskutiert. Außerdem werden ausgewählte Methoden präsentiert, die auf unterschiedlichen Denkansätzen beruhen. Ziel dieses Kapitels ist es, Methoden zu identifizieren, welche eine operative Unterstützung für eine effiziente Strategieumsetzung darstellen und prinzipiell für eine Anwendung im Rahmen der Vorentwicklung geeignet sind.

3.1 Generelle Anforderungen an Bewertungsmethoden

Für Bewertungsmethoden können mehrere Kriterien ausschlaggebend sind (vgl. SPECHT et al. 2002, S. 215; COOPER 2002, S. 267):

- Realitätsnähe und Eignung für mehrdimensionale Zielsysteme
- Bewältigung der Dynamik der Projektziele
- Anpassung an die vorhandene Datenbasis
- Angemessener Umgang mit Unsicherheit der Informationen
- Risikoberücksichtigung mit Blick auf Situationsdaten, Ziele, Handlungsalternativen und Handlungsergebnisse
- Angemessener Zeitpunkt der Bewertung
- Objektivität, Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Auswahlentscheidungen
- Benutzerfreundlichkeit, geringer Aufwand und hohe Genauigkeit

Welche Kriterien wichtig sind, hängt von der konkreten Bewertungssituation ab. Für den tolerierbaren Aufwand der Bewertung und für die Transparenz der Entscheidungen spielt es eine große Rolle, ob eine Bewertung in einem kleinen Expertenkreis oder in einem größeren Meeting von Managern durchgeführt wird. Darüber hinaus beeinflussen die Anzahl an zu bewertenden Objekten und das finanzielle Risiko der einzelnen Projekte die Auswahl geeigneter Methoden.

Letztendlich hängt die Qualität des Entscheidungsergebnisses auch von den der Methodik zugrunde gelegten Informationen ab (vgl. BROSE 1982, S. 221). Es existiert eine größere Anzahl an Faktoren, die die Auswahl von geeigneten Methoden beeinflussen können. Gerade aber der Aufwand einer Situationsanalyse und ggf. der notwendige Schulungsaufwand für die Methodenanwendung führt nach Erfahrung des Autors dazu, dass man sich zu schnell auf eine bestimmte Methode festlegt. Die Wahl einer nicht geeigneten Methode und schlecht gewählter Bewertungskriterien kann im schlimmsten Fall jedoch kontraproduktiv sein und zu ungewünschten Entscheidungen führen.

3.2 Ziele und Notwendigkeit eines Methodeneinsatzes

Generell verfolgen die genannten Methodenarten das Ziel, die „richtigen“ Projekte auszuwählen und laufende Projekte richtig durchzuführen.

3.2.1 Methoden zur Bewertung

Durch Bewertungs- und Auswahlmethoden wird „eine effizientere Gestaltung und Durchdringung des Entscheidungs- und Problemlösungsprozesses“ (BROSE 1982, S. 183) angestrebt. Es soll verhindert werden, dass Entscheidungen über einzelne Projekte oder Projektideen, also z. B. das Ausscheiden einer Idee und der Abbruch oder die Unterbrechung eines Projekts, auf rein subjektiven, nicht kontrollierbaren und nicht nachvollziehbaren Beurteilungen von Einzelpersonen beruhen (vgl. SPECHT et al. 2002, S. 215). In der Praxis werden deswegen verschiedene Bewertungsmethoden eingesetzt, um den Auswahlprozess systematisch und transparent anzugehen und konsistente Entscheidungen zu erhalten (vgl. GASSMANN & REEPMAYER 2003, S. 689).

Größere Unternehmen haben die Möglichkeit, ihre verfügbaren Ressourcen parallel in mehrere, unterschiedliche Entwicklungsprojekte zu investieren. Dabei besteht für viele Unternehmen das Problem, dass sie versuchen, zu viele Projekte gleichzeitig zu verfolgen, ohne ausreichend Ressourcen dafür zu besitzen (vgl. COOPER et al. 2001b, S. 12; COOPER et al. 2002a, S. 248).

In Bild 3-1 wird das Resultat einer Studie zusammengefasst, welche sich mit der Problematik der Ressourcenverwendung bei nordamerikanischen Unternehmen beschäftigt (vgl. COOPER et al. 2004b; COOPER 2005). Es verdeutlicht, dass nicht unbedingt die absolute Anzahl an Forschern und Entwicklern, sondern vielmehr die Verteilung der Ressourcen auf die Anzahl an gestarteten Projekten aus Sicht der befragten Unternehmen ein Problem darstellt.

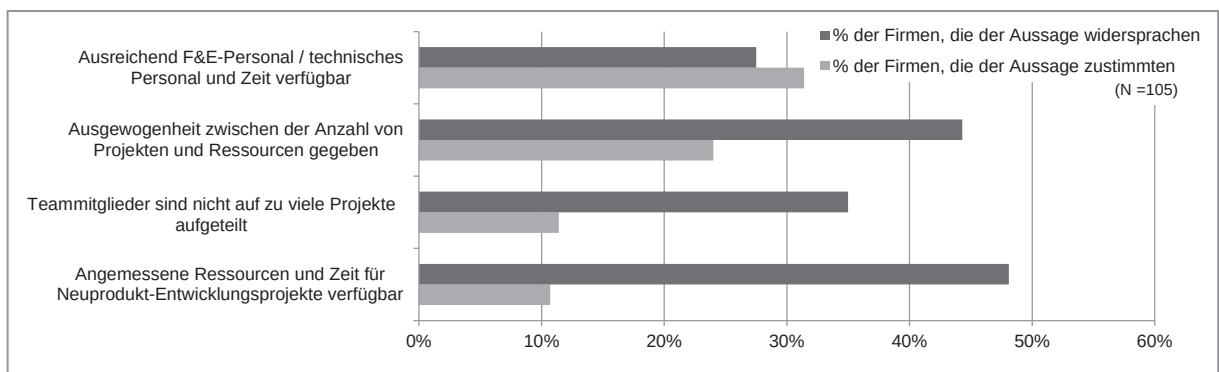


Bild 3-1: Knappe Ressourcenverwendung für Neuproduktentwicklung
(in Anlehnung an COOPER et al. 2004b und Cooper 2005)

Die Teammitglieder der Entwicklungsprojekte sind auf zu viele Projekte aufgeteilt und insbesondere für Neuproduktentwicklung werden nach Meinung der Befragten zu wenig Zeit und Ressourcen investiert.

COOPER nennt auch mögliche Gründe, wieso Unternehmen zu viele Projekte gleichzeitig verfolgen (vgl. COOPER et al. 2002b, S. 43 f.):

- Es existieren zu viele vermeintliche „Muss-Projekte“; Unternehmen reagieren zu schnell und zu bereitwillig auf Wünsche von Kunden bzw. des Vertriebs. Oft argumentiert der Vertrieb mit dem möglichen Verlust von Kunden, um bestimmte Produktwünsche durchzusetzen.
- Es gibt keine klaren Mechanismen im Projekt oder Entwicklungsprozess, um laufende Projekte abubrechen.
- Es fehlt an Kriterien, um Projekte zu priorisieren und abubrechen.
- Das obere Management ist nicht genügend im Entscheidungsprozess für Produktinnovationen involviert. Viele Manager bekennen, dass sie sich aus Zeitmangel nicht ausreichend mit den Themen beschäftigen können und diese nicht immer vollständig verstehen. Für eine notwendige Priorisierung oder Auswahl- bzw. Abbruchentscheidung sehen sie sich nicht anständig vorbereitet.

Als Symptome einer unzureichenden Ressourcenausstattung von Projekten infolge schlechter Projektselektion können u. a. eine verlängerte Dauer bis zur Markteinführung, eine qualitativ schlechtere Ausführungsqualität, unzureichende Berücksichtigung der Kundenmeinung sowie instabile und unklare Projektdefinitionen genannt werden (vgl. COOPER 2002, S. 249 f.).

Gleichwohl zeigt die Erfahrung, dass nur eine geringe Anzahl an Innovationsideen überhaupt auf dem Markt eingeführt wird und dort erfolgreich ist. Bewertungsmethoden verfolgen das Ziel, die Selektion von F&E-Projekten dadurch zu unterstützen, dass schnellstmöglich Projekte beendet werden, die kaum oder keinen Erfolg erwarten lassen. So können die verfügbaren Ressourcen früh auf Projekte konzentriert werden, die den größten Erfolg versprechen (vgl. GASSMANN & REEPMAYER 2003, S. 689). Die Ressourcen eines Unternehmens sind limitiert und demzufolge zu wertvoll, um sie in die falschen Projekte zu investieren. Die Auswahlentscheidung zählt zu einer wichtigen Aufgabe des Managements (vgl. COOPER 2002, S. 247 f.).

Das primäre Ziel von Bewertungsmethoden ist, den Entwicklungsprozess effektiver zu gestalten. Es sollen die „richtigen Dinge“ getan werden. Geeignete und situationsgerecht angewendete Methoden zur Projektbewertung, -auswahl und -priorisierung stellen hierfür ein gutes Mittel dar. Die ausgewählten Projekte können zudem als Bindeglied zwischen strategischer Planung und operativer Umsetzung angesehen werden (vgl. SPECHT et al. 2002, S. 203).

Im Entwicklungsverlauf kommt es durch die Selektion von Ideen, Projektvorhaben und Projekten zu hohen Ausfallkurven. Auch wenn diese je nach Branche und Unternehmen durchaus schwanken können,³⁴ wird anhand der in Bild 3-2 verallgemeinerten Kurve schnell deutlich, dass viele Ressourcen falsch investiert werden. Wegen des steigenden Kostenverlaufs im Entwicklungsprozess sollte dem Selektionsprozess besonders in der frühen Phase große Aufmerksamkeit gewidmet werden.

³⁴ So gehen GASSMANN und REEPMAYER z. B. von ca. 10–20 % von am Markt eingeführten Innovationsideen aus, von denen ca. 50–75 % auch am Markt erfolgreich sind (vgl. GASSMANN & REEPMAYER 2003, S. 689).

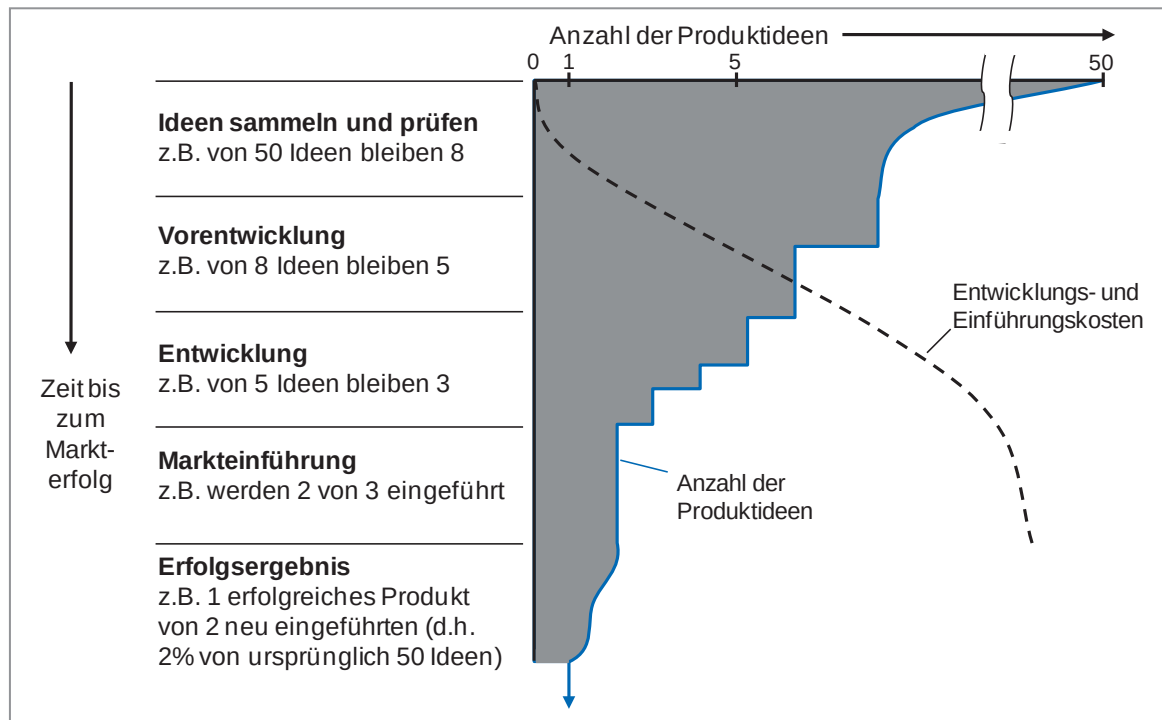


Bild 3-2: Ausfallkurve von Produktideen (vgl. EHRENSPIEL 2009, S. 355)

Es existiert eine Vielzahl von Methoden, die der Bewertung und Auswahl von Projekten dienen. Es mangelt also nicht an Methoden, die von einfachen qualitativen Algorithmen bis hin zu komplexen finanzmathematischen Modellen reichen (vgl. RAYNOR & LEROUX 2004, S. 27). Dessen ungeachtet, werden diese Methoden trotz ihrer Bedeutung und strategischen Hebelwirkung nur unzureichend in den frühen Phasen von Industrieunternehmen eingesetzt und vonseiten der Forschung weiterentwickelt (vgl. BRANDENBURG 2002, S. 3).

Weiterhin dominieren häufig die technischen Fachspezialisten in der Praxis die Projektauswahl. Es wird zu einseitig auf technisch interessante Lösungen gesetzt, ohne den Mehrwert für den Kunden kritisch zu hinterfragen (vgl. GERYBADZE 2004, S. 69; KRIEGESMANN & KERKA 2007, S. 282).



3.2.2 Methoden zur Steuerung

Die Notwendigkeit für Kontrollmechanismen und Methoden zur Kontrolle von Innovationsprojekten besteht aufgrund diverser Risiken, die zu Abweichungen gegenüber der Projektplanung führen können. Zusätzlich besteht für Entwicklungsprojekte bei längerer Entwicklungsdauer zudem die Gefahr, dass sich **äußere Rahmenbedingungen** wie Kundenwünsche verändern und andere oder neue Anforderungen an Produkte eine stärkere Rolle spielen, als zu Beginn der Entwicklung prognostiziert wurde. Die von WEULE genannten Risikoarten werden im Folgenden dargestellt (siehe Bild 3-3):

Planungsrisiken & techn. Risiken	Terminrisiken
• Projektziele unvollständig und unrealistisch • Unterlagen zur Projektdurchführung nicht vollständig • Arbeitspakete nicht vollständig • Kapazität in Quantität und Qualität nicht sichergestellt • Bedarf an Material, Leistung und Anlagen unzureichend geplant • Demonstratoren nicht eingeplant • Auftraggeber, Ansprechpartner und Auftragnehmer nicht eingebunden und informiert • Ergebnistransfer nicht organisiert • Keine Ersatzziele bei Nichterreichen der geplanten Ziele • Keine Patentstrategie • Keine Sicherung wesentlicher Resultate • Organisatorische Abläufe nicht ausreichend definiert • Kein Änderungsmanagement • Kommunikationswege und -inhalte nicht festgelegt	• Zeiträume zu knapp bemessen • Verzögerungen • Meilensteine nicht mit den Auftraggebern abgestimmt • Ergebnisse der Arbeitspakete nicht detailliert und terminlich nicht prüfbar
	Vertragsrisiken
	• Gewährleistungsansprüche (Garantie, Kulanz) • Leistungen nicht schriftlich dokumentiert • Abbruchkriterien nicht definiert
	Wirtschaftliche Risiken
	• Kostenschätzungen unrealistisch • Preissteigerungen für Folgejahre nicht berücksichtigt • Vorfinanzierung für Teile des Projekts erforderlich • Projektbedingte Investitionen nicht berücksichtigt

Bild 3-3: Risiken von Entwicklungsprojekten (vgl. WEULE 2002, S. 277)

Im Bereich der Fahrzeugindustrie haben ökologische Aspekte, insbesondere bei den sogenannten Premiumherstellern, lange Zeit eine untergeordnete Rolle gespielt. Produktmerkmale wie Komfort, Sportlichkeit oder Sicherheit standen dagegen besonders im Fokus dieser Hersteller. In den letzten Jahren hat sich die Erwartungshaltung der Kunden diesbezüglich jedoch deutlich geändert. Sei es aus eigenem Antrieb oder aufgrund einer höheren sozialen Akzeptanz im Umfeld der Kunden, Technologien zur Reduktion von Emissionen werden immer mehr gefordert. Während einige Kunden vor ein paar Jahren Prestige hauptsächlich durch die Zylinderanzahl oder besondere Komfortausstattungen definierten, erwarten diese heute von den Premiumherstellern neben der gewohnten Leistung und Komfort zusätzlich

Effizienz- und Hybridtechnologien, um auch den Umweltansprüchen gerecht zu werden. Auch Wettbewerbsaktivitäten beeinflussen sowohl die Erwartungshaltung von Kunden an das eigene Produkt als auch dessen Erfolgchancen auf dem Markt. Beispielsweise kann eine Produktentwicklung plötzlich obsolet werden, wenn während der Entwicklung ein überlegenes Wettbewerbsprodukt auf dem Markt erscheint.

Neben einer Änderung der äußeren Rahmenbedingungen existieren aber auch noch **weitere interne Risiken**. Trotz guter Planung bleibt bei Projekten mit **hohem Innovationsgrad** eine **große Unsicherheit**, inwieweit technische Ziele realisiert werden können. Diese Unsicherheit ist zu Beginn am größten und nimmt erst im Projektverlauf mit zunehmendem Erkenntnisgewinn ab. Stellt sich im Verlauf der Entwicklung heraus, dass sich große Diskrepanzen zwischen den technischen Zielwerten und den realisierbaren Werten ergeben, muss die Fortführung der Entwicklung hinterfragt werden.

Ein Mittel, um Abweichungen in Projekten festzustellen, ist der Soll/Ist-Vergleich. Nur durch ihn kann festgestellt werden, ob und wie weit in der Umsetzungsphase die zuvor festgelegten Ziele tatsächlich erreicht werden (vgl. GÄLWEILER 2005, S. 204).

Aus Respekt vor den Projektmitgliedern oder Promotoren sowie in Anbetracht der oft hohen bereits getätigten Investitionen werden Innovationsprojekte in der Praxis allerdings kaum abgebrochen, sondern entwickeln „oft ein Eigenleben und wuchern dahin“ (GERYBADZE 2004, S. 13). Aber gerade diese Projekte haben einen besonders negativen Einfluss, da sie sowohl Kapazitäten als auch die Aufmerksamkeit des Managements von anderen Projekten abziehen (vgl. LITTLE 1988, S. 75 ff.).

Kontrolle ist wichtig, um Abweichungen festzustellen. Die Feststellung von Abweichungen wiederum ist Grundlage für eine konsequente **Projektsteuerung**, welche als Fortführung der Projektplanung und -bewertung in der Umsetzungsphase des Projekts anzusehen ist (vgl. DISSELKAMP 2005, S. 204).

„Für die Prozesssteuerung sind transparente Prozessschritte, klare Verantwortlichkeiten sowie eine explizite Zielvorgabe notwendig, die eine strategische Ausrichtung des operativen Innovationsprozesses erlauben.“ (SPATH 2003, S. 44)

Steuerungs- und Kontrollinstrumente sorgen für die nötige Transparenz im Innovationsprozess, um ein erfolgreiches Innovationsmanagement im Unternehmen zu ermöglichen (vgl. SPATH 2003, S. 14). Durch Transparenz und Geschwindigkeit im Innovationsprozess werden wesentliche Voraussetzungen für Profitabilität und verkürzte Marktzyklen geschaffen (vgl. SPATH 2003, S. 14). Ein Unternehmen muss daher kontinuierlich seine Situation überwachen und aktiv Schritte zur Beibehaltung oder Verbesserung seiner Chancen unternehmen. Für eine Steuerung sind neben explizit formulierten Zielen auch klar definierte Wege zur Zielerreichung nötig. Sowohl Ziele als auch die Wege zur Zielerreichung müssen in der Produktentwicklung ggf. schnell angepasst werden, um neuen Situationen und sich ändernden Rahmenbedingungen gerecht zu werden (vgl. ANDREASEN & HEIN 1987, S. 29).

Operative Steuerung

Um Abweichungen schnell feststellen zu können und somit frühzeitig gegensteuern zu können, wird eine Messmethodik benötigt. Dies bedeutet, dass festzulegen ist, was in welcher Art und Weise und wann gemessen wird. In Bild 3-4 wird ein mögliches Ordnungsschema für Messmethodiken vorgestellt:

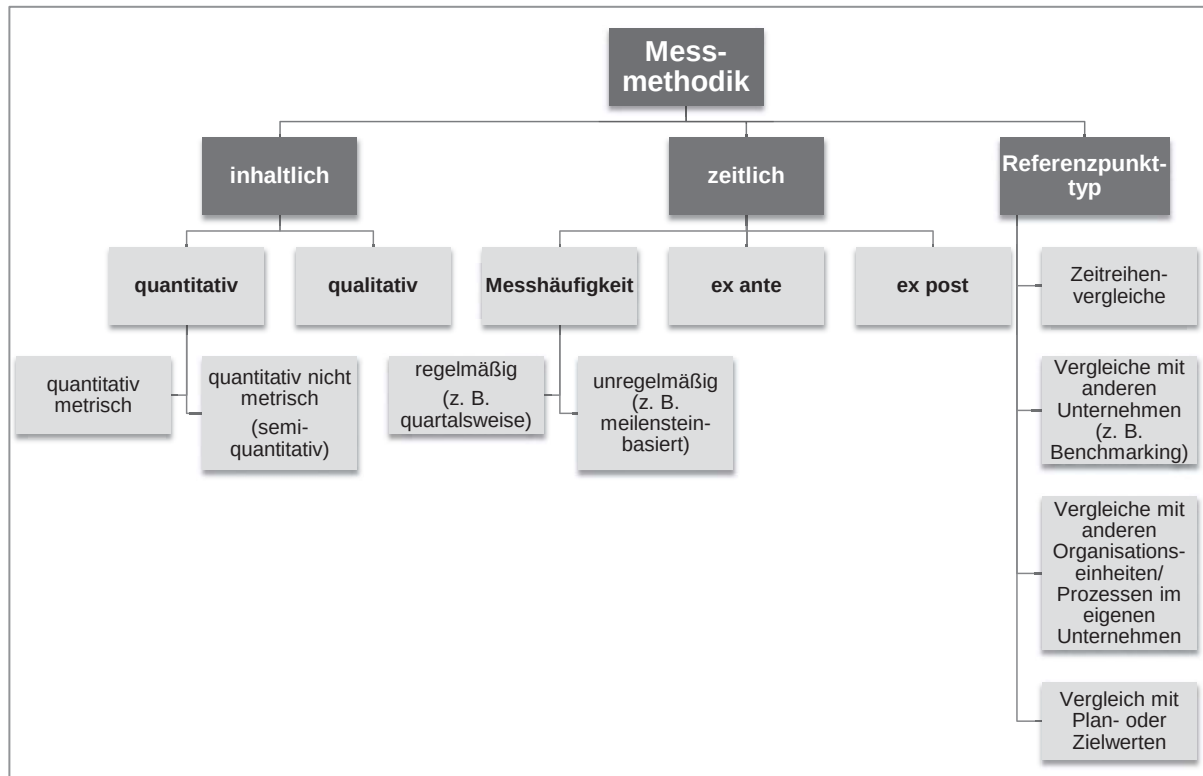


Bild 3-4: Ordnungsschema für eine Messmethodik (in Anlehnung an GERPOTT 2005, S. 91 ff.)

Um Abweichungen von der Projektplanung im Projektverlauf messen zu können, müssen inhaltliche Ziele entweder regelmäßig oder unregelmäßig mit den Vorgaben abgeglichen werden. In der Praxis findet der Abgleich in Form von Projektbesprechungen statt. Diese Besprechungen können durch „Jour fixes“ bzw. Review-Meetings oder anhand definierter Projektmeilensteine fest für das Projekt geplant sein. Sie können aber auch ungeplant infolge von Krisensituationen im Projekt durchgeführt werden. In Bild 3-5 werden die Unterschiede bei der Besprechungsformen anschaulich gegenübergestellt.

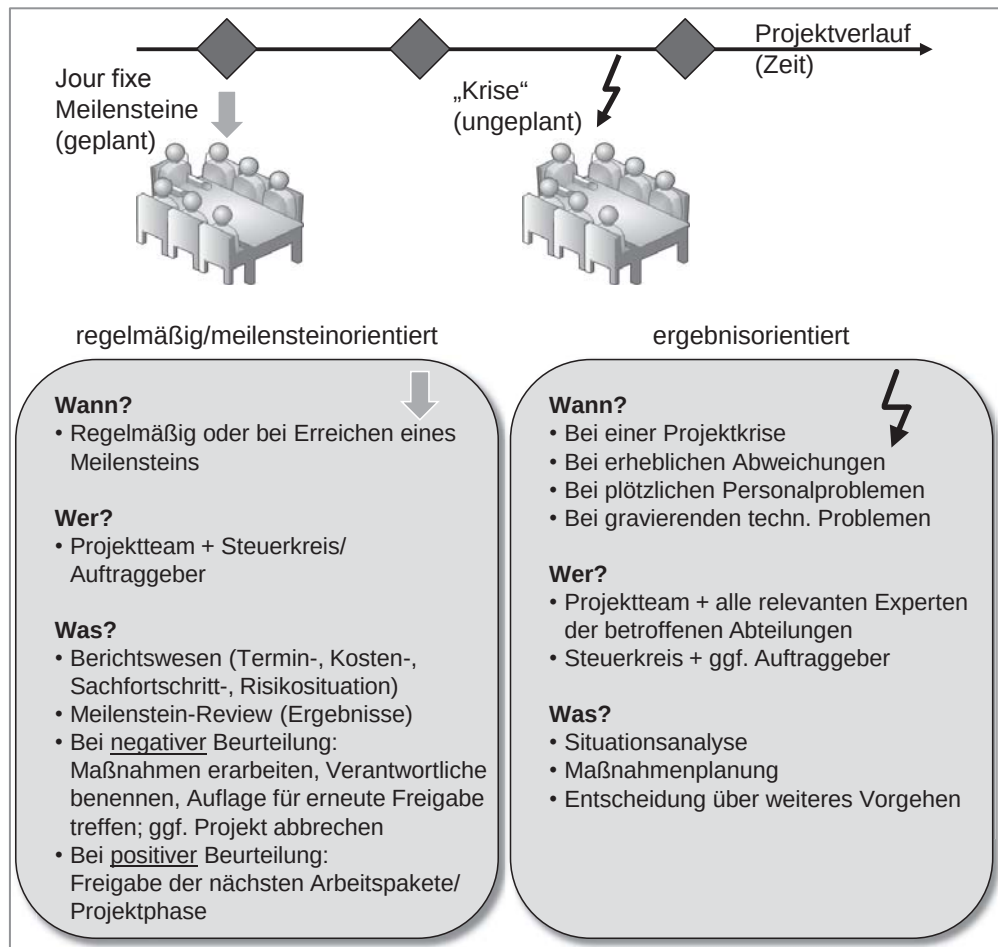


Bild 3-5: Projektbesprechungen (Anlehnung an HAB & WAGNER 2006, S. 167)

Prinzipiell kann ein Soll/Ist-Vergleich nicht nur anhand eigener festgelegter Plan- oder Zielwerte für das Projekt, sondern auch mittels Zeitreihenvergleichen, im Hinblick auf andere Unternehmen oder Produkte oder im Vergleich mit anderen Organisationseinheiten oder Prozessen im eigenen Unternehmen auf Abweichungen überprüft werden (vgl. GERPOTT 2005, S. 91 ff.).

Die Überprüfung und die Ermittlung von Abweichungen sind nur Mittel zum Zweck. Es geht beim Innovationscontrolling vielmehr darum, den Umsetzungsprozess so zu steuern und damit kontinuierlich unter Kontrolle zu halten, dass möglichst gar keine oder nur geringfügige Abweichungen von der ursprünglichen Planung entstehen und dass letztendlich das Ergebnis erzielt wird, das man sich technisch, wirtschaftlich und terminlich am Anfang vorgenommen hat (vgl. GÄLWEILER 2005, S. 205).

Gerade für Vorentwicklungs- und Innovationsprojekte sind schnelle Entwicklungszeiten und die Einhaltung von Terminplänen eine große Herausforderung. Kurze Entwicklungszeiten erhöhen nicht nur die Chancen, einen zeitlichen Vorsprung vor Wettbewerbern bei einem Markteintritt zu erzielen und damit beim Kunden als Technologieführer wahrgenommen zu werden, sondern wirken sich indirekt auch positiv auf das finanzielle Projektergebnis aus (vgl. Bild 3-6).

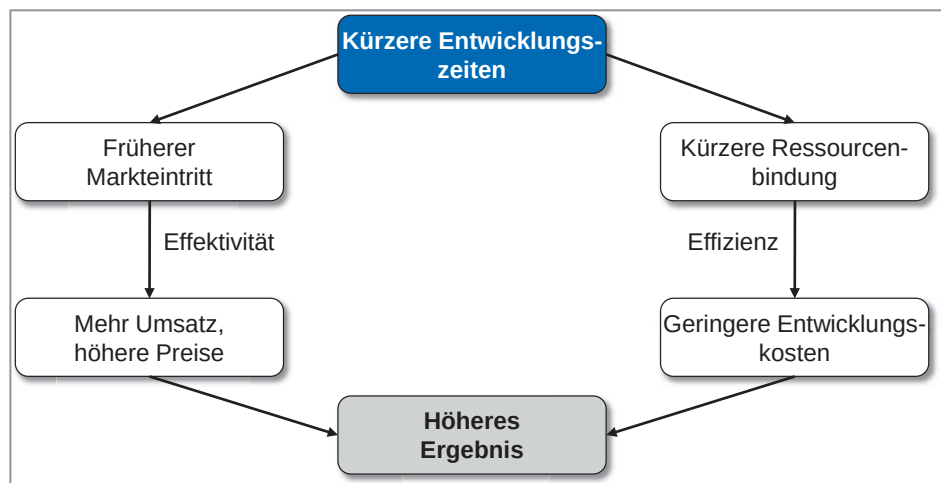


Bild 3-6: Vorteile kurzer Entwicklungszeiten

(in Anlehnung an ALBRECHT 1999, S. 74; REICHWALD & SCHMELZER 1990, S. 28)

Vergleicht man die genannten **Ziele des operativen Innovationscontrollings**, nämlich **Einhaltung von technischen, wirtschaftlichen und terminlichen Vorgaben** bei Innovationsprojekten, so wird deutlich, dass hierzu hauptsächlich Methoden des Projektmanagements, wie es bereits in Kapitel 2.1.5 vorgestellt wurde, zur Anwendung kommen. Aufgrund der hohen Unsicherheiten bei diesen Projekten ist allerdings anzumerken, dass eine gewisse Fehlertoleranz seitens der Steuerungskreise angebracht ist und die Kontrollmechanismen noch Spielräume für kreatives Problemlösen zulassen. Zu den **Aufgaben des operativen Innovationscontrollings** gehört es demnach, **Rahmenbedingungen zu schaffen**, um eine **zielorientierte Steuerung von Innovationsprojekten** zu ermöglichen. Diese Rahmenbedingungen beziehen sich auf die organisatorische Gestaltung eines Projektmanagementsystems, beispielsweise durch Gründung von Projektteams und Steuerkreisen, Festlegung von regelmäßigen meilensteinbasierten und ergebnisorientierten Projektreview-Meetings und Definition der Projektziele. Auch vorher definierte Abbruchkriterien sind hierunter zu verstehen. Des Weiteren ist es Aufgabe des operativen Innovationscontrollings, adäquate Methoden und Instrumente sowohl für die Projektteams als auch für die Steuerkreise zur Verfügung zu stellen.

Strategische Steuerung

„Werden strategische Ziele nicht oder nur teilweise erreicht, sind Erfolgspotenziale gefährdet, die in der Zukunft Erträge sichern sollen.“ (HAHN & TAYLOR 2006, S. 441)

Je nach Unternehmen sowie Anzahl und Bedeutung der Innovationsprojekte ist eine Abgrenzung zwischen strategischem und operativem Innovationscontrolling nicht ganz einfach. Werden nur einzelne Innovationsprojekte verfolgt, von denen jedoch der Unternehmenserfolg maßgeblich bestimmt wird, so wird sich das strategische kaum vom operativen Controlling unterscheiden. In größeren Unternehmen wird normalerweise eine Vielzahl von Projekten gleichzeitig verfolgt. In diesem Fall beschäftigt sich ein strategisches Controlling zunächst mit dem gesamten Projektportfolio und einem geeigneten Projektmix. In weiteren Verlauf dieses Kapitels werden noch Methoden, wie etwa die Portfolioanalyse, vorgestellt, die sich mit der Auswahl und Priorisierung eines Projektportfolios beschäftigen. Werden solche Methoden regelmäßig angewandt und bei der Neubewertung von Projekten Änderungen in den Rahmenbedingungen berücksichtigt, dienen sie zur strategischen Innovationssteuerung.

Der Projektmix kann sich dabei wie folgt zusammensetzen (vgl. ALBRECHT 1999, S. 123):

- Forschungs- und Grundlagenprojekte (neue wissenschaftliche Erkenntnisse und Know-how)
- bahnbrechende Innovationsprojekte (Entwicklung einer ersten, völlig neuen Produkt- bzw. Prozessgeneration)
- Produktgenerationsprojekte (diese haben in der Regel ein Designleben von mehreren Jahren und liefern die Basisarchitektur für abzuleitende Projekte)
- abgeleitete Projekte (wesentlich geringerer Ressourcenaufwand als bei Produktgenerationsprojekten. Auch inkrementelle Projekte genannt, verbessern diese Projekte selektive Leistungsdimensionen, um besser in bestimmte Marktsegmente zu passen)

In Abgrenzung zum Einzelprojektmanagement befasst sich das **Multi-Projektmanagement** (vgl. SCHOTT & CAMPANA 2005, S. 116) mit:

- Planung und Steuerung der Summe aller Projekte in einem Unternehmen
- inhaltlicher Abstimmung zwischen den Projekten
- Projektauswahl nach einheitlichen Kriterien und strategischen Gesichtspunkten
- organisatorischer Abstimmung zwischen konkurrierenden Ressourcen
- Mitgestaltung der unternehmensorganisatorischen Rahmenbedingungen

Mittels des Multi-Projektmanagements kann die Lücke zwischen Strategie und Tagesgeschäft geschlossen werden (vgl. SCHOTT & CAMPANA 2005, S. 124).

Methoden des operativen Innovationscontrollings liefern sehr viele Informationen über einzelne Projekte. Besteht ein Projektportfolio aber aus einer großen Projektanzahl, so würden diese Detailinformationen die jeweiligen Entscheidungsträger überfordern. Der zeitliche Aufwand wäre einfach zu groß und das Aufwand-Nutzen-Verhältnis damit zu hinterfragen.

Allerdings lassen sich die durch die Projektleitung erarbeiteten Statusinformationen unterschiedlich stark aggregieren, um für Multiprojektentscheidungen und das Topmanagement Verwendung zu finden.

3.3 Bewertungskriterien für Vorentwicklungsprojekte

„Große Bedeutung hat die Auswahl der richtigen Bewertungskriterien. Dabei sollte insbesondere die Ideenherkunft berücksichtigt und das zum Auslöser wechselseitige Element besonders beachtet werden: War der Auslöser ein Marktpuls, so sollten technische Aspekte gezielt analysiert werden – und umgekehrt.“ (WEULE 2002, S. 174)

Diese Aussage von WEULE zeigt, dass es durchaus sinnvoll sein kann, je nach Charakteristika von Projekten, unterschiedliche Kriterien in den Fokus der Bewertung zu stellen.

In der Literatur findet sich zudem eine unüberschaubare Anzahl möglicher Kriterien, die zur Bewertung und zur Auswahl von F&E-Projekten vorgeschlagen werden. Aufgrund dieser Vielfalt nehmen einige Autoren eine Unterteilung in die Kategorien Markt- und Wettbewerbskriterien, F&E- bzw. technologische Kriterien, Produktionskriterien und wirtschaftliche

Kriterien vor (vgl. z. B. GASSMANN & REEPMAYER 2003, S. 689; SPECHT et al. 2002, S. 229). Da Bewertungskriterien aus den Zielen des Unternehmens, insbesondere aus der Innovationsstrategie abgeleitet (vgl. GESCHKA & LENK 1999, S. 34) und einzelne Projekte immer vor dem Hintergrund strategischer Ziele ausgewählt werden sollen (vgl. HAUSCHILDT & SALOMO 2007, S. 123), bietet sich die Strategie als weitere Kategorie an.

Auch Strategien aus dem Produktmarketing wie das sogenannte „Positioning“, also die Produktpositionierung vor Kunde, können als Grundlage für Bewertungskriterien dienen. Nach TROMMSDORFF zählen vier Merkmale zum Positioning (vgl. TROMMSDORFF 2007, S. 347):

- USP (Unique Selling Proposition, Konkurrenzvorteil)
- KISS (keep it simple and stupid: leichte Verständlichkeit)
- FIRST (als Erster am Markt auftreten und sich durchsetzen)
- VOICE (mit großer „Lautstärke“ im Sinne von Werbedruck)

Als mögliche Bewertungskriterien könnten hieraus „Produktüberlegenheit gegenüber Alternativprodukten“, „einfache Kommunizierbarkeit von Produktvorteilen“ und „Wettbewerbsvorsprung“ abgeleitet werden.

Obwohl in der Praxis Unternehmen durchaus auf ganzheitliche Bewertungsansätze zur Innovationsbewertung setzen (vgl. SPATH 2003, S. 41), wird die Bewertung dennoch häufig zu sehr an kurzfristigen Zielen ausgerichtet (vgl. KRIEGESMANN & KERKA 2007, S. 282).

Für die innovierenden Unternehmen stellt die Wahl der richtigen Kriterien eine Herausforderung dar, die nicht zu unterschätzen ist. Denn die Wahl und die Gewichtung der Kriterien beeinflussen maßgeblich das Entscheidungsergebnis. Da meist mehrere Kriterien zur Bewertung eingesetzt werden, sollten für eine methodisch objektive Vorgehensweise die einzelnen Kriterien möglichst überschneidungsfrei gewählt sowie exakt definiert werden und annähernd vom gleichen Komplexitätsgrad sein (vgl. BROSE 1982, S. 201).

Es bietet sich daher an, bei der Auswahl von Kriterien systematisch vorzugehen. Gerade bei bestimmten Methoden ist die Systematisierung unerlässlich, damit das Ergebnis der Intention der Entscheidungsträger gerecht wird. Als unterstützende Methoden zur Vorbereitung einer Bewertung können verschiedene Matrizen eingesetzt werden (vgl. LINDEMANN 2007, S. 181 ff.). Um ungewünschte Abhängigkeiten zwischen einzelnen Kriterien aufzudecken, eignet sich die sogenannte Einflussmatrix. In dieser Matrix werden die einzelnen Kriterien sowohl zeilen- als auch spaltenweise aufgetragen und gegenübergestellt. Anschließend wird bei jedem einzelnen Kriterium überprüft, wie es die anderen Kriterien beeinflusst.³⁵ Auf diese Weise wird vermieden, dass bestimmte gewählte Kriterien ungewollt durch ihre Abhängigkeiten mit anderen Kriterien das Entscheidungsergebnis dominieren.

Auch die Bedeutung der einzelnen Kriterien kann aus Sicht der Entscheider unterschiedlich sein. Um eine konsistente Gewichtung der Kriterien zu gewährleisten, bietet sich auch hier ein methodischer Ansatz an. Die Zielpräferenzmatrix entspricht in der Anordnung der Kriterien prinzipiell dem Aufbau der Einflussmatrix. Anstatt nun den Einfluss der Kriterien aufeinander zu analysieren, wird durch paarweises Gegenüberstellen der einzelnen Kriterien untersucht, welches Kriterium im direkten Vergleich präferiert wird.

³⁵ Details zur Anwendung der Einflussmatrix finden sich etwa bei LINDEMANN 2007, S. 73 ff. und S. 257.

Wie in Bild 3-7 dargestellt ist, lässt sich anschließend aus der Anzahl der Präferenzen die Gewichtung ableiten.

Ziele/ Kriterien	Zielpräferenzmatrix						Anzahl der Präferenzen	Gewicht (z. B. %)
		a	b	c	d	e		
Investitionskosten	a		b	c	a	a	2	20
Betriebskosten	b			b	b	e	2	30
Leistung	c				d	e	0	10
Ergonomie	d					e	0	10
Bedienbarkeit	e						0	30
		0	1	1	1	3	$\Sigma = 10$	$\Sigma = 100$

Bild 3-7: Beispiel einer Zielpräferenzmatrix (in Anlehnung an LINDEMANN 2007, S.183)

Im Beispiel werden die Betriebskosten wichtiger eingeschätzt, als Investitionskosten, Leistung, Ergonomie und Bedienbarkeit.

Die Wahl der Kriterien spielt somit eine zentrale Rolle bei einer systematischen Projektbewertung und sollte daher nicht leichtfertig durchgeführt werden.³⁶

Wie bereits bei den vorgestellten Vorgehensmodellen in Kapitel 2.2 stellt sich auch bei der Wahl von Bewertungskriterien die Frage nach ihrer Eignung. Je nach Projektcharakter können unterschiedliche Kriterien für eine Bewertung sinnvoll sein. Falsche Kriterien oder falsche Gewichtungen können ungewollte Auswirkungen auf das Projektportfolio von Unternehmen haben. COOPER warnt davor, bei der Entwicklung von neuen Produkten zu sehr auf finanzielle Kriterien zu fokussieren, weil dies zu einem Produktportfolio mit kleineren und risikoärmeren Projekten führt (vgl. COOPER 2005, S. 6). Die Ursache hierfür ist, dass sich die zu erwartenden Erlöse solcher Projekte augenscheinlich besser darstellen, da diese Projekte meist deutlich günstiger zu realisieren sind und sie auch berechenbarer sind.

³⁶ Wie in Kapitel 3.5 noch deutlich wird, ist eine systematische Kriterienausswahl aus diesem Grund auch fester Bestandteil einiger Bewertungsmethoden, wie beispielsweise der Nutzwertanalyse.



3.4 Praxisrelevanz von Bewertungsmethoden

Betrachtet man den Praxiseinsatz von Bewertungsmethoden³⁷, so ergibt sich folgendes Bild:

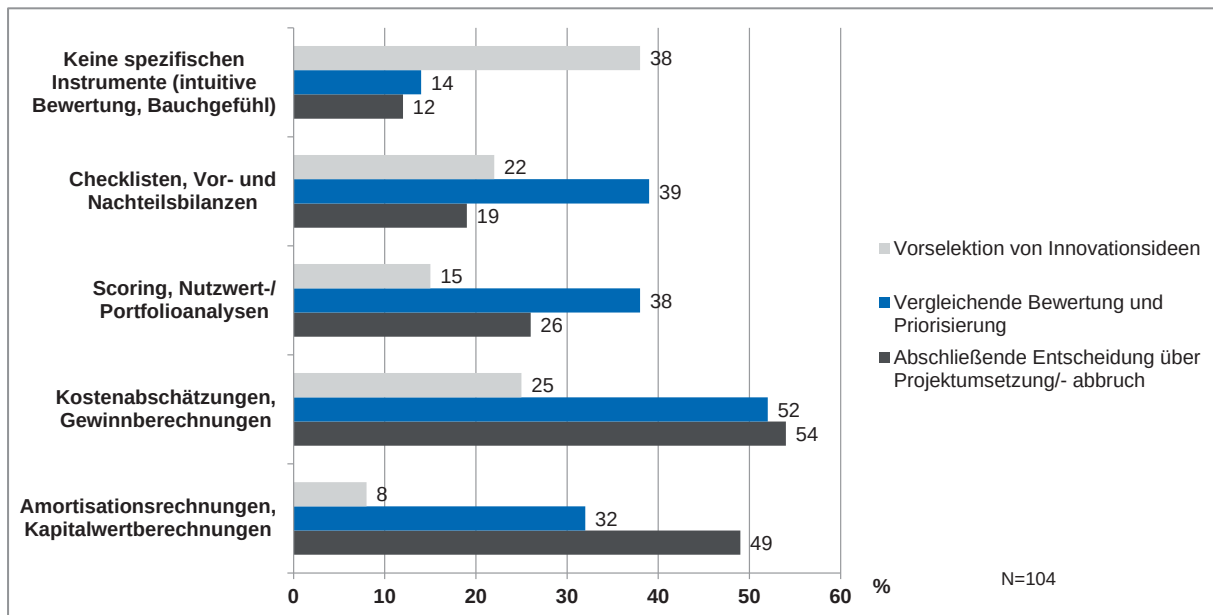


Bild 3-8: Praxiseinsatz von Bewertungsmethoden (vgl. KERKA et al. 2007, S. 291)

Das Balkendiagramm in Bild 3-8 zeigt, dass nur in geringem Umfang systematische Bewertungsverfahren für die **Vorauswahl von Innovationsideen** eingesetzt werden. Interessanterweise werden, wenn überhaupt Methoden eingesetzt werden, bereits zur ersten Filterung am häufigsten Kostenabschätzungen und Gewinnberechnungen verwendet. Aber auch Checklisten und Vor- und Nachteilsbilanzen werden zu Hilfe genommen. Insbesondere der Einsatz von K.-o.-Kriterien hilft, die Anzahl der Innovationsideen schnell zu reduzieren.

Zur **vergleichenden Bewertung und Priorisierung** werden bereits deutlich häufiger Bewertungsmethoden in den befragten Unternehmen eingesetzt. Diese Phase entspricht der Auswahl von Vorentwicklungsprojekten und damit der Entscheidung, aus welchen Ideen konkrete Projekte werden sollen. Dadurch wird festgelegt, ob entsprechende Ressourcen vom Unternehmen für diese Ideen zur Verfügung gestellt werden sollen. Auch hier dominieren Kostenabschätzungen und Gewinnberechnungen die übrigen Bewertungsverfahren. Allerdings gewinnen auch Scoringverfahren, Nutzwert- und Portfolioanalysen an Bedeutung. Viele Unternehmen verwenden aber auch in dieser Phase noch Checklisten und Vor- und Nachteilsbilanzen. Da die Summe der angewandten Methoden in dieser Phase größer 100 Prozent ist, lässt sich erkennen, dass bereits ein kombinierter Methodeneinsatz in einzelnen Unternehmen angewendet wird. Es wird ein deutlich höherer Bewertungsaufwand in Kauf genommen, was sich auch durch den zunehmenden Einsatz komplexerer Methoden wie Amortisations- und Kapitalwertberechnungen zeigt.

³⁷ Die Auswertung basiert auf einer schriftlichen Befragung in Deutschland ansässiger Unternehmen. Der Fragebogen der IAI-Innovationsstudie wurde an die Mitarbeiter adressiert, die in den Unternehmen für Innovationen zuständig sind. Die Anzahl der auswertbaren Rückläufer erzielte eine Samplegröße von n=104 (vgl. KERKA et al. 2007, S. 276).

Abschließende Entscheidungen über Projektumsetzung oder -abbruch werden vorwiegend anhand finanzieller Kriterien getroffen. Ungefähr die Hälfte der Unternehmen setzt auf einfache und/oder aufwendigere Verfahren aus der Investitionsrechnung. Nur noch 12 Prozent der Unternehmen verzichten hierbei komplett auf ein methodisches Vorgehen.

Zusammengefasst lässt sich festhalten, dass einige Bewertungsmethoden in der Praxis regelmäßig zur Anwendung kommen, dies aber nicht durchgängig auf alle Unternehmen zutrifft. Überraschend ist jedoch, dass bereits ein hoher Anteil an finanziellen Bewertungsverfahren in sehr frühen Phasen eingesetzt wird. Dies widerspricht der Empfehlung der Wissenschaft, dass solche Methoden erst zu späteren Zeitpunkten angewendet werden sollten (vgl. KERSSSENS-VAN DRONGELEN & COOK 1997). Im nächsten Abschnitt werden Vorteile und Risiken der vorgestellten Bewertungsverfahren näher erörtert.

3.5 Methoden zur Bewertung von Vorentwicklungsprojekten

Bewertungsverfahren lassen sich in mehrdimensionale qualitative und semiquantitative Verfahren sowie auch eindimensionale rein quantitative Verfahren unterteilen. Abhängig von der Qualität der zur Verfügung stehenden Informationen können, ausgehend von qualitativen Verfahren, zunehmend mehr quantitative Verfahren verwendet werden.³⁸ Bei den nachfolgend vorgestellten Verfahren handelt es sich um eine Auswahl, da aufgrund der großen Anzahl an verfügbaren Methoden eine vollständige Erörterung im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich wäre. Die Auswahl berücksichtigt vorwiegend Methoden, die in der gängigen Literatur des Innovationsmanagements und der methodischen Produktentwicklung für die Bewertung mehrerer Alternativen empfohlen werden.³⁹ Zusätzlich werden einige Methoden vorgestellt, die beispielsweise aufgrund ihrer Neuheit noch keinen Eingang in die Lehre des Innovationsmanagements gefunden haben, aber aus Sicht des Autors für den Kontext dieser Arbeit von Interesse sind. Zu beachten ist, dass bei mehrstufigen Bewertungsprozessen auch mehrere unterschiedliche Methoden eingesetzt werden können.⁴⁰ Mathematische Optimierungsmodelle, wie sie etwa die lineare oder dynamische Programmierung darstellen, werden aufgrund ihrer mangelnden Eignung für die Auswahl von Projektalternativen⁴¹ und ihrer geringen Verwendung in der Praxis des Innovationsmanagements (vgl. HAHNER 2000, S. 94) nicht näher betrachtet.

³⁸ Im Anhang dieser Arbeit sind ein Klassifizierungsschema von Bewertungsverfahren sowie ein Diagramm dargestellt, welche die Relevanz von Bewertungsverfahren im Zeitverlauf verdeutlichen (vgl. Kapitel 9.6).

³⁹ Vgl. z. B. PLESCHAK & SABISCH 1996; VAHS & BURMESTER 2005; COOPER 2002; LINDEMANN 2009; PAHL et al. 2007; BROSE 1982; GERPOTT 2005; GAUSEMEIER et al. 2001; HEIDENBERGER & STUMMER 1999; POH et al. 2001.

⁴⁰ Erläuterungen zu einem idealtypischen Bewertungsablauf und zur Integration von Bewertungsabläufen in den Entwicklungsprozess finden sich auch im Anhang dieser Arbeit (vgl. Kapitel 9.5).

⁴¹ Die Verfahren der mathematischen Programmierung betrachten eine unendliche (konvexe) Menge von Alternativen und berechnen die optimale Alternative aus dem Lösungsraum (vgl. JAHN 2009, S. 54). Für die Auswahl einer begrenzten und diskreten Menge an Projektalternativen spielen diese Verfahren daher keine besondere Rolle.

3.5.1 Qualitative Bewertungsverfahren

Zu Beginn des Innovationsprozesses liegen häufig nur qualitative Beschreibungen von Ideen vor (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 194). Merkmalsausprägungen lassen sich daher meist noch nicht quantitativ messen und teilweise auch nur schwer schätzen. Qualitative Bewertungsmethoden werden diesem Umstand durch die Verwendung qualitativer Informationen gerecht. Außerdem können mehrere Zieldimensionen berücksichtigt werden, was die Flexibilität in ihrer Anwendbarkeit erhöht.

Argumentenbilanz/Pro-Kontra-Methode/Vorteil-Nachteil-Vergleich

Die Argumentenbilanz (siehe Bild 3-9) ist eine einfach durchzuführende Methode, die ohne zuvor festgelegte Bewertungskriterien auskommt.

Alternative	Vorteile	Nachteile
OLED	- Hoher Kontrast - Biegsamkeit/Flexibilität - Sehr geringer Verbrauch - Kurze Schaltzeiten	- Preis - Lebensdauer - Einsatztemperatur
LCD	- Geringer Verbrauch - Anzahl an Lieferanten - Lebensdauer/Qualität - Hohe Auflösung	- Schaltzeiten
Plasma	- Preis/Leistung - Hoher Kontrast - Schaltzeiten	- Stromverbrauch - Auflösung

Bild 3-9: Beispiel einer Argumentenbilanz (eigene Darstellung)

Sie ist eine Sonderform des Vergleichs und vergleicht mehrere Alternativen bezüglich ihrer Vorzüge und Nachteile verbal miteinander. Da es sich um rein verbale Beschreibungen handelt, ist diese Methode nicht geeignet, um Alternativen in eine Rangfolge zu bringen. Für eine Anwendung bei einer großen Anzahl an Alternativen sollte daher auf andere bzw. ergänzende Methoden zurückgegriffen werden. Auch für die strukturierte Durchdringung komplexer Problemstellungen sind Argumentenbilanzen weniger geeignet, da leicht bedeutende Kriterien übersehen werden können und auch eine Gewichtung von Kriterien nicht angedacht ist. Ähnlich wie beim Einsatz von Checklisten können anhand gravierender Nachteile bereits erste Projektideen ausgeschlossen werden.⁴²

⁴² Eine typische Vorauswahlliste sowie eine spezielle Innovationscheckliste zur Vorauswahl werden im Anhang dieser Arbeit dargestellt (vgl. Kapitel 9.7).

Ganzheitliche Präferenzbildung

Ebenso wie bei der Argumentenbilanz werden auch bei Verfahren der ganzheitlichen Präferenzbildung keine expliziten Bewertungskriterien formuliert.

In Bild 3-10 werden zwei mögliche Verfahren einer ganzheitlichen Präferenzbildung vorgestellt.

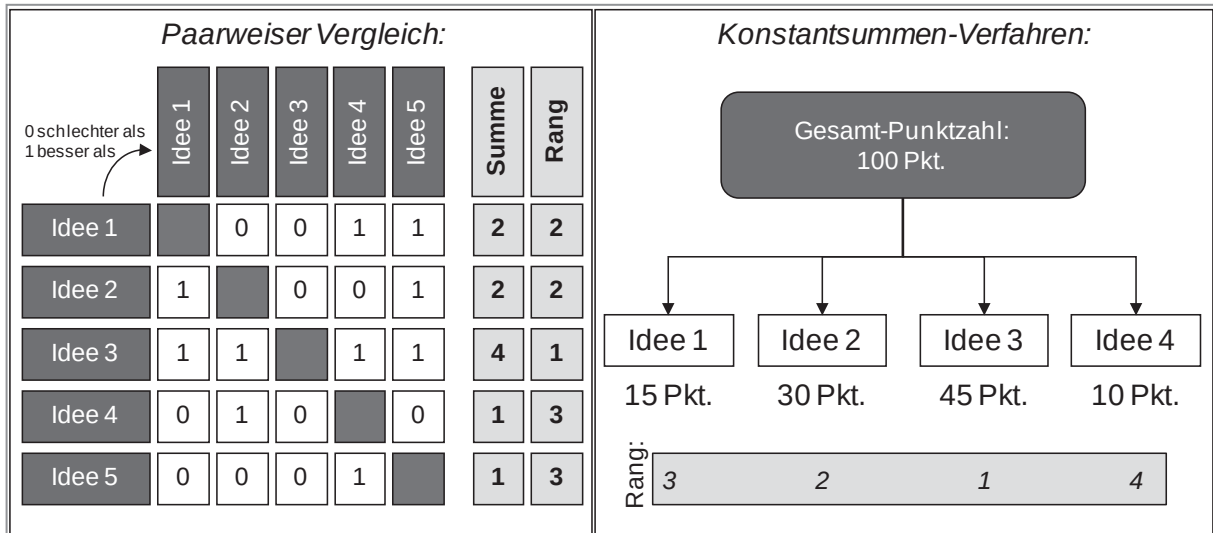


Bild 3-10: Ganzheitliche Präferenzbildung (in Anlehnung an VAHS & BURMESTER 2005, S. 200 f.)

Das Verfahren des paarweisen Vergleichs ist bereits in Abschnitt 3.3 im Zusammenhang mit der Zielpreferenzmatrix kurz vorgestellt worden. Anstelle einzelner Kriterien oder Ziele können allerdings auch einzelne Innovationsvorhaben direkt untereinander verglichen werden. Werden, wie in der Darstellung, nur „0“ (Idee ist im Vergleich schlechter) und „1“ (Idee ist im Vergleich besser) als Möglichkeiten zugelassen, handelt es sich um eine Form der dualen Bewertung. Prinzipiell sind aber auch differenzierte Bewertungsregeln, durch eine Erweiterung der Bewertungsskala, möglich. Aufgrund der Transitivität der Matrix reicht die Durchführung der Vergleiche für die Felder oberhalb der Matrixdiagonalen aus.⁴³ Die Felder unterhalb der Diagonalen ergeben sich automatisch durch Spiegelung der invertierten Werte (vgl. ADUNKA 2003, S. 17 f.). Die Methode ist schnell durchführbar, und es lässt sich (ggf. auch durch Unterstützung mittels handelsüblicher Tabellenkalkulationsprogramme) auch eine größere Anzahl von Innovationsideen bewerten.

Im Gegensatz zum paarweisen Vergleich, bei dem sich eine grobe Rangfolge erst durch Addition der Zahlenwerte ergibt, lässt sich die Rangfolge beim sogenannten Konstantsummen-Verfahren direkt ablesen (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 201). Bei diesem Verfahren wird eine festgelegte, konstante Punktzahl direkt auf einzelne Ideen gemäß ihrer Bedeutung verteilt. Neben der Rangfolge lassen sich auch die Abstände der Ideen hinsichtlich ihrer Bewertung direkt erkennen. Auch dieses Verfahren ist schnell durchzuführen, stößt aber bei einer größeren Anzahl von Ideen schnell an seine Grenzen.

⁴³ Dies gilt natürlich nur, wenn die Vergleichsrichtung, wie hier dargestellt, von Zeilen nach Spalten vorgegeben ist. Ändert man die Vergleichsrichtung, so gilt dies für die Felder unterhalb der Diagonalen. Außerdem müsste dann auch die Addition der Punkte für einzelne Ideen nicht je Zeile, sondern pro Spalte durchgeführt werden.

Allen Verfahren der ganzheitlichen Präferenzbildung ist allerdings gemein, dass aufgrund nicht explizit formulierter Kriterien die Ergebnisse ohne Kommentierung nicht nachvollzogen werden können und durch den hohen Grad an Subjektivität leicht Fehleinschätzungen möglich sind. VAHS attestiert diesen Verfahren dennoch, dass sie für erste Einschätzungen der Ideen und somit als erster Filter häufig ausreichen (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 202).

Projektprofile/Bedeutungsprofile/Polarkoordinatendarstellung

Im Gegensatz zu dualen Bewertungsverfahren werden bei der Bewertung mittels Projekt- bzw. Bedeutungsprofilen meist mehrere Merkmalsausprägungen zugelassen. Die Bewertung erfolgt entweder direkt durch Verwendung verbaler/linguistischer Skalen oder durch Zuordnung einer Zahlenskala (vgl. ADUNKA 2003, S. 16). Bei Verwendung einer Kardinalskala entspricht das Vorgehen prinzipiell einer einfachen Punktbewertung.

Die Bewertung erfolgt in mehreren Schritten, wie sie bereits im Grundmodell des Bewertungsablaufs beschrieben worden sind. Nachdem die relevanten Bewertungskriterien bestimmt worden sind, werden für jede Alternative die einzelnen Kriterien anhand der festgelegten Skala subjektiv entweder verbal oder mittels Punktwert beurteilt. Wie in Bild 3-11 dargestellt ist, entstehen Profil- und Polarkoordinaten durch anschließendes Verbinden der einzelnen Werturteile mit den vorher definierten Kriterien.

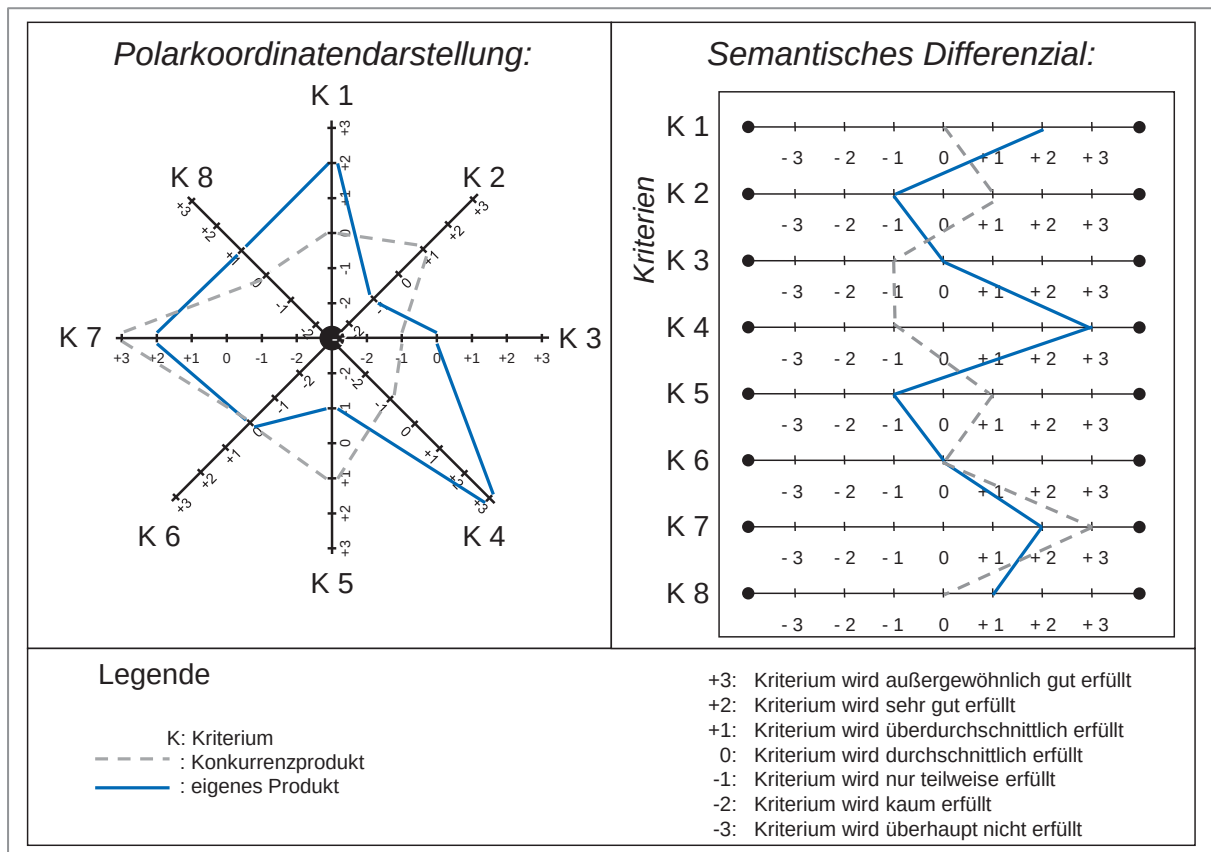


Bild 3-11: Ergebnisdarstellung mittels semantischem Differenzial bzw. Polarkoordinaten
(in Anlehnung an VAHS & BURMESTER 2005, S. 202 f.)



Während die Kriterien bei einer Profildarstellung (auch semantisches Differenzial genannt) vertikal angeordnet werden, erfolgt die Darstellung bei der Polarkoordinatendarstellung kreisförmig. Die Vorteile dieser Verfahren liegen in der **guten Visualisierung** der Bewertung. Besondere Stärken und Schwächen einzelner Alternativen werden **differenziert dargestellt** und sind auf den ersten Blick ersichtlich. Bei der Verwendung einer Zahlenskala besteht zudem die Möglichkeit, die einzelnen Alternativen statistischen Verfahren, wie der Bildung von Mittelwerten, zu unterziehen (vgl. ADUNKA 2003, S. 16 f.). Diese können als zusätzliche Informationen für die Bildung einer abschließenden Rangfolge im Rahmen einer Diskussion genutzt werden. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist diese Form der Bewertung allerdings auf die Bewertung weniger Alternativen beschränkt.

Im Bereich der Fahrzeugentwicklung werden diese Verfahren und insbesondere die Polarkoordinatendarstellung gerne zur Produktpositionierung eingesetzt. Wichtige kunden- und positionierungsrelevante Gesamtfahrzeugeigenschaften (z. B. Sicherheit) dienen als Bewertungskriterien. Als Alternativen zu einem neu zu entwickelnden Fahrzeug werden die wichtigsten Wettbewerbsprodukte und ggf. das Vorgängerprodukt bewertet. Das Soll-Profil für das Neufahrzeug dient dann als Orientierung für die weitere Entwicklung im Hinblick auf Funktionen und Komponenten.

3.5.2 Semiquantitative Bewertungsverfahren

Semiquantitative Verfahren können mehrdimensionale Zielsetzungen berücksichtigen. Durch die Verwendung dimensionsloser Punkt- oder Nutzwerte sind sie in der Lage, sowohl qualitative Kriterien als auch quantitative Kriterien zu berücksichtigen. Im Folgenden werden sogenannte **Scoringmodelle** bzw. **Punktbewertungsverfahren**⁴⁴ vorgestellt, die den Nutzen einzelner Alternativen in einem Gesamtwert erfassen. Zu den bekanntesten Verfahren gehören die Punktbewertung, die Nutzwertanalyse und die Vorrangmethode. Neben den Scoringmodellen können auch **Portfolio-Ansätze** zu den semiquantitativen Verfahren gezählt werden. Die Vorgehensweise bei der Erstellung eines Portfolios ähnelt größtenteils dem Vorgehen der Punktbewertung. Wegen der gewünschten grafischen Darstellung wird der Nutzen nicht als Gesamtnutzwert dargestellt, sondern man beschränkt die Aggregation einzelner Teilnutzwerte meistens auf zwei Hauptkriterien.

Nutzwertanalyse nach Zangemeister

„[...] ist die Analyse einer Menge komplexer Handlungsalternativen mit dem Zweck, die Elemente dieser Menge entsprechend den Präferenzen des Entscheidungsträgers bezüglich eines multidimensionalen Zielsystems zu ordnen. Die Abbildung dieser Ordnung erfolgt durch die Angabe der Nutzwerte (Gesamtwerte) der Alternativen.“ (ZANGEMEISTER 1976, S. 45)

Diese Definition von ZANGEMEISTER verdeutlicht, dass die Nutzwertanalyse eng mit der einfachen und gewichteten Punktbewertung⁴⁵ verwandt ist. Die bekannte Nutzwertanalyse nach ZANGEMEISTER unterscheidet sich dennoch in einigen Details, insbesondere bei der Erstellung des Zielkatalogs (vgl. ZANGEMEISTER 1976). Das Zielsystem hat eine große Auswirkung auf

⁴⁴ Die Begriffe werden synonym verwendet.

⁴⁵ Das Vorgehen zur einfachen und gewichteten Punktbewertung sowie zur Aufstellung geeigneter Wertfunktionen wird im Anhang dieser Arbeit erläutert (vgl. Kapitel 9.8).

das Bewertungsergebnis, weshalb hohe Anforderungen an die Ziele (Überschneidungsfreiheit etc.) gestellt werden müssen. ZANGEMEISTER schlägt daher eine formale Vorgehensweise zur Erstellung des Zielsystems vor, welche die Bildung von Kriteriengruppen und die **hierarchische Struktur von Zielen** berücksichtigt (vgl. ZANGEMEISTER 1976, S. 94 ff.). Durch die strukturierte Darstellung des Zielsystems wird die Verteilung der Gewichtung transparent, wodurch ungewollte Gewichtungsschwerpunkte leichter identifiziert werden können. Nachfolgend soll die Erstellung eines Zielsystems kurz erläutert werden. Die weiteren Schritte entsprechen prinzipiell den allgemeinen Vorgehensschritten bei Scoringmodellen (vgl. Kapitel 9.8) und werden an dieser Stelle nicht separat vorgestellt.

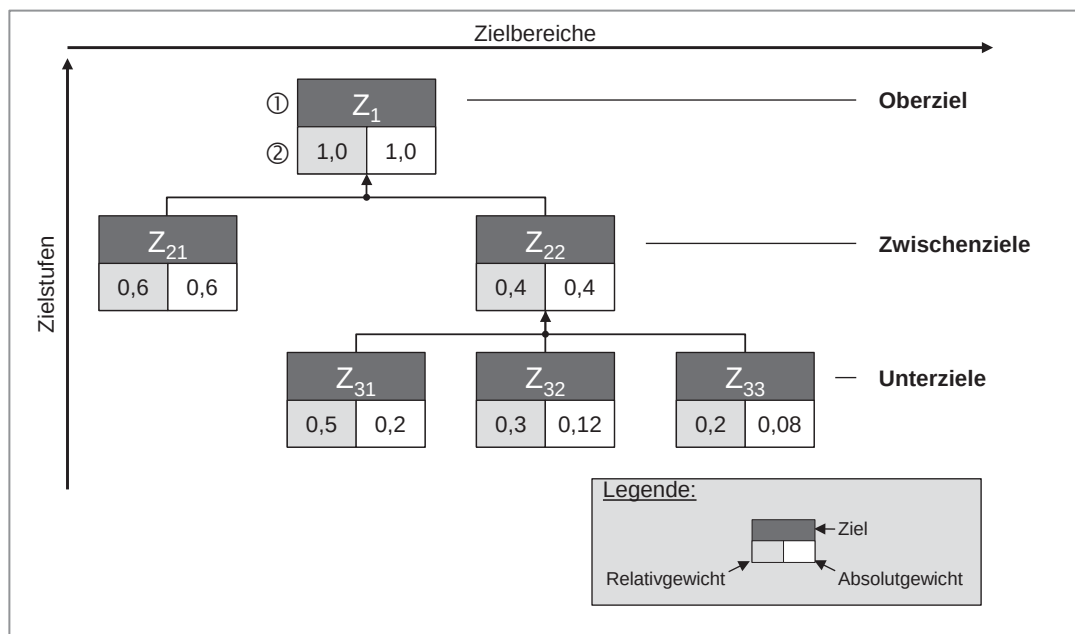


Bild 3-12: Hierarchische Zielstruktur (in Anlehnung an ZANGEMEISTER 1976, S. 102; EHRENSPIEL 2007, S. 516)

Wie in Bild 3-12 dargestellt ist, lässt sich eine Zielstruktur horizontal und vertikal aufbauen. Der vertikale Aufbau entspricht dabei den Zielstufen und der horizontale Aufbau den Zielbereichen.

Im **ersten Schritt** wird auf Basis von Anforderungen das **Zielsystem** erstellt. Bei der Nutzwertanalyse entspricht dabei das **Oberziel** (Z₁) dem Gesamturteil. **Zwischenziele** können nach unterschiedlichen Aspekten geordnet werden (vgl. ZANGEMEISTER 1976, S. 109 ff.). Für eine Ordnung nach funktionalen Aspekten nennt ZANGEMEISTER die Einteilung in ökonomisch, technisch und sozial relevante Ziele (vgl. ZANGEMEISTER 1976, S. 110). Diesen Zwischenzielen können wiederum weitere Teilziele oder **Unterziele** zugeordnet sein. Die Zielketten entstehen aufgrund von Zweck-Mittel-Beziehungen, d. h., dass Ziele durch ihre jeweiligen Unterziele ersetzt werden können (vgl. ZANGEMEISTER 1976, S. 111). Dadurch muss die spätere Bewertung nur auf der Ebene der Unterziele erfolgen.

Nach der Erstellung des Zielsystems erfolgt in einem **zweiten Schritt** die **Gewichtung der Ziele** (vgl. EHRENSPIEL 2007, S. 515). Das Oberziel erhält als Gewichtung 1,0 sowohl als Relativ- als auch Absolutgewicht (vgl. LENK 1994, S. 37). An jedem Verzweigungspunkt des Zielsystems werden 100 Prozent Gewicht auf die direkt nachfolgenden Ziele verteilt. Die Absolutgewichtung ergibt sich durch Multiplikation eines Relativgewichts mit dem Relativge-

wicht des übergeordneten Ziels. Im dargestellten Beispiel ergibt sich das Absolutgewicht von Ziel Z_{31} durch Multiplikation des Relativgewichts von Z_{31} (0,5) mit dem Relativgewicht von Z_{22} (0,4). Als Ergebnis erhält man die absolute Gewichtung von 0,2 für Z_{31} .

Die weiteren Schritte entsprechen den bereits vorgestellten Verfahrensschritten der gewichteten Punktbewertung, wobei nur die jeweiligen untersten Ziele der einzelnen Verzweigungen der Zielhierarchie bewertet werden müssen. Den Gesamtnutzwert (N) einer Alternative (j) erhält man – analog zur Darstellung in Bild 9-36 – durch Summenbildung der Teilnutzenwerte dieser Alternative. Die Teilnutzenwerte ergeben sich wiederum aus den Absolutgewichten (g_i) der Kriterien (i), multipliziert mit den jeweiligen Zielwerten (n_{ij}):

$$N_j = \sum_i n_{ij} = \sum_i g_i * w_{ij}$$

Die Rangfolge der Alternativen erhält man durch einen Vergleich der Gesamtnutzwerte. Je höher der Gesamtnutzwert, desto mehr ist die Alternative zu präferieren.

Vorrangmethode/Analytical Hierarchy Process (AHP) nach Saaty

Beim sogenannten Analytical Hierarchy Process (vgl. SAATY 1980) werden ebenfalls multikriterielle Entscheidungsprobleme unterstützt. Das Verfahren, welches im anglo-amerikanischen Raum durchaus verbreitet ist (vgl. ADUNKA 2003, S. 24), verwendet wie die Nutzwertanalyse nach ZANGEMEISTER zunächst eine hierarchische Zielstruktur. Die Entscheidungskriterien werden dabei so angeordnet, dass das Ziel durch die Kriterien auf erster Ebene, ein Kriterium auf erster Ebene durch Kriterien auf zweiter Ebene (falls vorhanden) usw. strukturiert werden kann (vgl. GAUL 2000, S. 2). Der Aufwand des AHP ist dennoch deutlich größer als bei der Nutzwertanalyse. Der AHP verfolgt das Ziel, zusätzlich die Bedeutung von Unterzielen und Eigenschaften für übergeordnete Zielsetzungen zu ermitteln und die **Konsistenz der Aussagen** zu überprüfen (vgl. WEULE 2002, S. 261). Dies soll der **Objektivierung des Bewertungsergebnisses** dienen (vgl. ADUNKA 2003, S. 25).

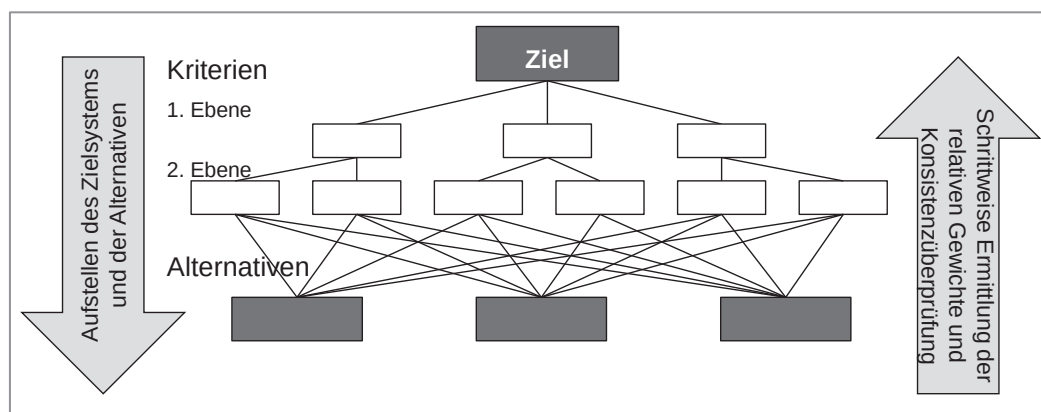


Bild 3-13: Prinzipielles Vorgehen beim Analytical Hierarchy Process (eigene Darstellung)

Um die Gewichtungen zu erhalten, werden, wie in Bild 3-13 angedeutet, in paarweisen Vergleichen die einzelnen Alternativen im Hinblick auf die Kriterien der untersten Ebene bewertet. Anschließend werden sukzessive die untersten bzw. untergeordneten Kriterien mit den jeweils übergeordneten Kriterien verglichen, bis man das vorgegebene Ziel bewerten kann (vgl. GAUL 2000, S. 2).

Für den paarweisen Vergleich wird dabei eine positive Skalierung von 1 bis 9 verwendet. Aufgrund der Logik eines paarweisen Vergleichs finden sich in der Bewertungsmatrix auch die entsprechenden Reziprokwerte. Das Besondere am AHP ist die Überprüfung, ob die subjektiven Beurteilungen in sich stimmig, also konsistent sind. Die Vorgehensweise des Mathematikers SAATY basiert auf schrittweisem Quadrieren der Paarvergleichsmatrizen (vgl. SAATY 1980) zur Berechnung eines **Konsistenzindex (C.I.)**. Die relative Gewichtung erhält man dabei über den Eigenvektor. Indem man den Konsistenzindex mit einem Konsistenzindex für Zufallsmatrizen, den sogenannten „**Random Index**“ (**R.I.**), dividiert, erhält man das **Konsistenzverhältnis (C.R.)**. Wird ein kritischer Wert unterschritten, so ist die Matrix nicht konsistent und enthält widersprüchliche Bewertungspräferenzen (vgl. ADUNKA 2003, S. 25). Für die weiteren Bewertungsschritte dürfen solche Matrizen nur dann benutzt werden, wenn eine Ausgleichsrechnung durchgeführt wird (vgl. ADUNKA 2003, S. 25). Eine Übersicht über die Elemente des AHP findet sich in nachfolgender Darstellung (vgl. Bild 3-14).

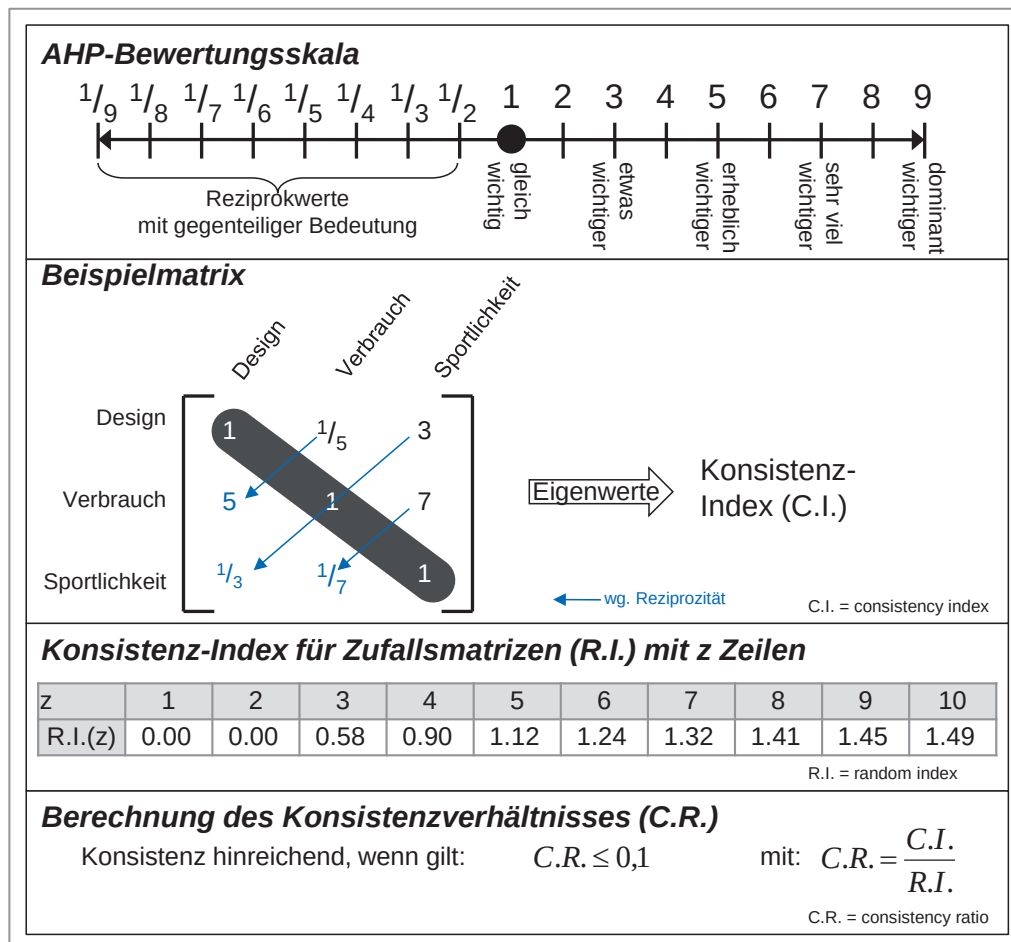


Bild 3-14: Wesentliche Elemente des AHP (eigene Darstellung)

Bei mehrstufigen Zielsystemen ist das AHP-Verfahren mit einem nicht zu unterschätzenden Rechenaufwand verbunden. Daher wird der Praxis Softwareunterstützung eingesetzt.



Projektportfolioanalyse

„Portfolio management is a dynamic decision process, whereby a business's list of active new product (and R&D) projects is constantly updated and revised. In this process, new projects are evaluated, selected, and prioritized; existing projects may be accelerated, killed, or deprioritized; and resources are allocated and reallocated to the active projects.“ (COOPER et al. 1999, S. 335)

Die Analyse von Projektportfolios beschäftigt sich mit **Bewertung, Auswahl und Priorisierung von neuen Projektvorschlägen**. Allerdings können auch **bereits laufende Projekte** untersucht werden, um Entscheidungen hinsichtlich ihrer weiteren Durchführung zu treffen. Das Hauptziel von Portfolioansätzen ist die richtige **Verteilung der verfügbaren Ressourcen** des Unternehmens. Durch die **simultane Berücksichtigung der Projekte** oder zumindest bestimmter Projektgruppen (vgl. EGGERT 2008, S. 14) kann eine ganzheitliche Sichtweise erzielt werden. Es handelt sich um eine systematische Analyse mit dem Ziel, langfristig das Wachstum und die Profitabilität des Unternehmens zu optimieren (vgl. MIKKOLA 2001, S. 423). Die Ergebnisse von Portfolioanalysen werden häufig visuell in einem Koordinatensystem dargestellt. Ihre Übersichtlichkeit und die simultane Darstellung einer größeren Menge an Projekten oder Projektalternativen sind allerdings mit einer **hohen Informationsverdichtung** verbunden (vgl. SPECHT et al. 2002, S. 221).

Die moderne Portfoliotheorie geht auf Überlegungen von Harry M. Markowitz in den 1950er-Jahren zurück (vgl. EGGERT 2008, S. 18; EVERSHEIM 2008, S. 175) und bezieht sich auf Optimierung von Aktienportfolios im Hinblick auf Risiko und Ertrag. In den 1960er- und 1970er-Jahren standen anschließend mathematische Optimierungsverfahren (z. B. lineare und dynamische Programmierung) im Fokus der Wissenschaft (vgl. COOPER et al. 2001b, S. 15). Allerdings entsprachen diese Verfahren nicht der Erwartungshaltung von Managern. Dies lag u. a. daran, dass sie kompliziert und schwer zu verstehen sind, einige grundlegende Beschränkungen für die Praxis nicht geeignet und die notwendigen Daten häufig nicht vorhanden waren (vgl. COOPER et al. 1999, S. 335).

Der Begriff „Portfoliomanagement“ ist mit unterschiedlichen Erwartungshaltungen verknüpft, da er in verschiedenen Geschäftsbereichen Verwendung findet. Für Unternehmensstrategen dient das Portfoliomanagement primär der Ressourcenallokation auf einzelne Geschäftsfelder. Für Betriebswirte im Finanzressort geht es beim Portfoliomanagement hingegen zumeist um die Optimierung des Shareholder-Value. In der F&E steht hingegen die **Auswahl der richtigen Projekte und Förderung der besten Innovationen** im Vordergrund (vgl. COOPER et al. 2001b, S. 4). Im Entwicklungsprozess können Portfolioanalysen zur strategischen Frühaufklärung, zur Ideenbewertung und zur Konzeptauswahl eingesetzt werden (vgl. EVERSHEIM 2008, S. 175). Aufgrund des breiten Anwendungsgebiets gibt es inzwischen über 100 verschiedene Techniken des Portfoliomanagements (vgl. ARCHER & GHASEMZADEH 1999, S. 208).

Diese Arbeit beschränkt sich auf bekannte Ansätze, die zur Auswahl von F&E-Projekten (F&E-Programmportfolios) prinzipiell geeignet sind. Diese werden im Folgenden näher vorgestellt. Im Gegensatz zu rein marktorientierten Ansätzen, wie dem bekannten Marktportfolio der Boston Consulting Group (vgl. z. B. EVERSHEIM 2008, S. 177 ff.), müssen diese Ansätze auch die technologische Seite von Produkten berücksichtigen.

Technologieportfolio nach Pfeiffer

Technologieportfolios ordnen Technologiefelder in ein zweidimensionales Koordinatensystem ein. Unter dem Portfolio sind dabei alle Objekte zu verstehen, die in der Matrix dargestellt werden. Entspricht jedes Technologiefeld dabei einem F&E-Projekt, sind Technologieportfolios identisch zu sogenannten F&E-Programmportfolios (vgl. GERPOTT 2005, S. 155). Auch auf Einzelprojektebene können Technologieportfolios eingesetzt werden (vgl. METZE 2008, S. 329 f.) und zur Auswahl alternativer Technologien eines Innovationsprojekts eingesetzt werden. Ebenso können kritische Technologien eines Innovationsprojekts damit identifiziert werden. Für Unternehmen besteht somit die Möglichkeit, die Systematik von Technologieportfolios auch zur Auswahl von F&E-Projekten zu nutzen. Die Entwicklung des Technologieportfolios resultierte aus der unzureichenden Berücksichtigung des technologischen Bezugs von den bis dato verwendeten Instrumenten der strategischen Planung und der Projektbewertung (vgl. METZE 2008, S. 327).

Die Auswahl erfolgt dabei in der Regel über **Normstrategien**, die bestimmten Flächen im Koordinatensystem zugeordnet sind (vgl. GERPOTT 2005, S. 155). Häufig wird die Positionierung der Objekte im Koordinatensystem durch eine weitere Dimension erweitert, indem die Objekte nicht als Punktwerte, sondern als Kreisflächen aufgetragen werden. Die Kreisflächen oder der Umfang entsprechen dann beispielsweise kumulierten F&E-Aufwendungen (vgl. GERPOTT 2005, S. 155 f.).

In Bild 3-15 ist die **Matrix des Technologieportfolios nach Pfeiffer** dargestellt, welches als Abszisse durch die **Ressourcenstärke** und als Ordinate durch die **Technologieattraktivität** aufgespannt wird.

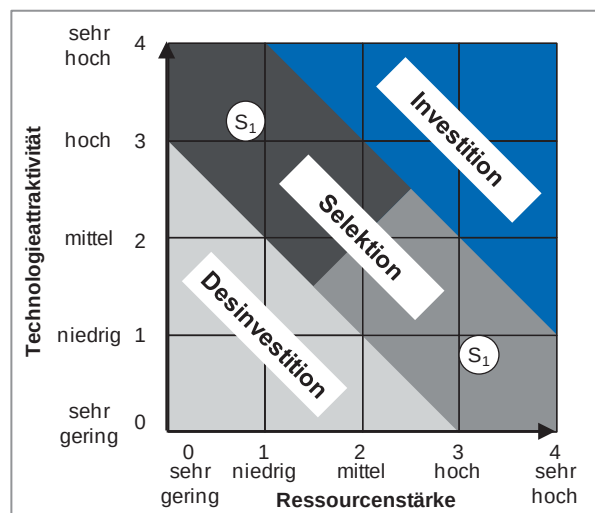


Bild 3-15: Technologieportfolio nach PFEIFFER
(in Anlehnung an PFEIFFER & WEISS 1995, S. 674; MILD 2002, S. 65)

Während die Technologieattraktivität die Technologie potenziellseitig und bedarfsseitig charakterisieren soll, drückt die Ressourcenstärke die unternehmenseigene Stärke zur Entwicklung von Technologien aus (vgl. EGGERT 2008, S. 23).

Als klare **Normstrategien** können die Empfehlung zur **Investition** (falls sowohl die Technologieattraktivität als auch die Ressourcenstärke entsprechend hoch sind) und die **Desinvestition** (im gegenteiligen Fall) angesehen werden. Keine eindeutige Handlungsempfehlung wird

für den Bereich „**Selektion**“ gegeben (vgl. Bild 3-15). PFEIFFER empfiehlt für Objekte, die diesem Bereich zugeordnet werden, eine eingehende Untersuchung (vgl. PFEIFFER et al. 1991, S. 101). Während der Bereich S_1 sich durch eine hohe Technologieattraktivität auszeichnet, ist die Ressourcenstärke im Wettbewerbsvergleich eher gering. Durch hohe Anstrengungen könnte dies allerdings geändert werden. Der Fall S_2 trifft eher bei bereits ausgereiften Technologien zu, bei denen das Unternehmen im Vergleich zum Wettbewerb einen Vorsprung aufweisen kann. Für das Unternehmen macht ein weiterer Ausbau dieser Vorsprungssituation allerdings meist keinen Sinn (vgl. PFEIFFER & WEISS 1995, S. 676).

Die beiden genannten Begriffe „Technologieattraktivität“ und „Ressourcenstärke“ sind für eine operative Anwendung noch zu abstrakt. Nach PFEIFFER ist zur Beurteilung dieser Begriffe daher eine weitere Unterteilung notwendig (vgl. PFEIFFER et al. 1991, S. 88 ff.).

Ähnlich wie bei der bereits vorgestellten Nutzwertanalyse, werden die beiden Kriterien durch hierarchisch strukturierte Subkriterien untergliedert. Die **Komponenten und die Struktur des Technologieportfolios** (vgl. PFEIFFER et al. 1991, S. 88 ff.) sind in Bild 3-16 dargestellt. Aufgrund der beiden Achsen des Portfolios gibt es allerdings zwei oberste Kriterien.

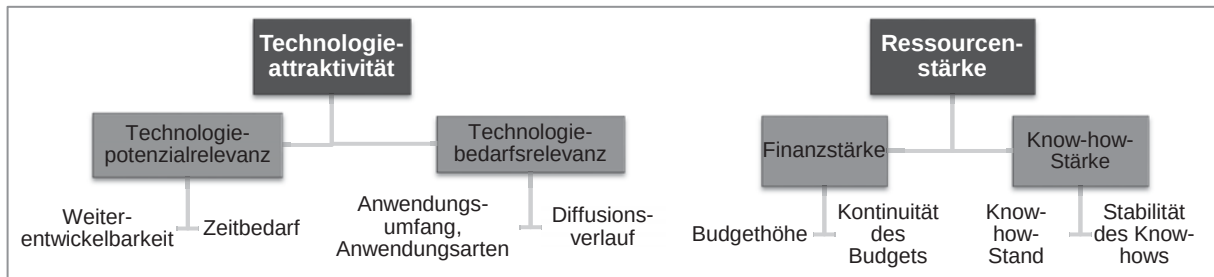


Bild 3-16: Komponenten des Technologieportfolios nach PFEIFFER
(in Anlehnung an PFEIFFER et al. 1991, S. 88 und S. 91)

Betrachtet man die Subkriterien, wird deutlich, dass auch das Potenzial der Technologieattraktivität maßgeblich durch externe Faktoren bestimmt wird, während das Unternehmen den Faktor der Ressourcenstärke durch eigene Anstrengungen sehr wohl beeinflussen kann. Die Aufteilung der Achsen anhand externer und interner Variablen findet sich häufig in Portfolio-darstellungen (vgl. EVERSHEIM 2008, S. 176).

Der **Ablauf der Erstellung** dieses Technologieportfolios erfolgt in sechs Schritten (vgl. WALLENTOWITZ et al. 2008, S. 107 ff.):

1. Durchführung einer **Umfeldanalyse**, um eine Informationsgrundlage für die Bewertung zu schaffen.
2. **Identifikation** zugrunde liegender **Technologien** der Produkte des Unternehmens.
3. Bewertung der Technologien hinsichtlich Technologieattraktivität und Ressourcenstärke.
4. **Positionierung** der bewerteten Technologien in der Bewertungsmatrix. Man erhält die technologische Ist-Situation des Unternehmens.
5. **Dynamisierung des Portfolios** durch Betrachtung möglicher zukünftiger Substitutions- und Komplementärtechnologien. Entsprechende Neubewertung und Neupositionierung der bisher verwendeten Technologien in der Bewertungsmatrix.
6. **Auswertung** des Portfolios und Ableitung der entsprechenden **Normstrategien**.

Durch den fehlenden Marktbezug ist das Technologieportfolio nach Pfeiffer vorrangig für die frühen Phasen des Produktlebenszyklus geeignet, wenn eine exakte Marktbetrachtung noch nicht möglich oder sinnvoll ist (vgl. METZE 2008, S. 329). Für spätere Phasen bietet sich eine Kombination von Technologie- mit Marktportfolios an.

F&E-Portfolio nach A. D. Little

Ein weiterer bekannter Portfolioansatz stammt von der Unternehmensberatung Arthur D. Little. Wie in Bild 3-17 veranschaulicht wird, basiert dieser auf den Überlegungen des Technologielebenszyklus.⁴⁶ Ausgehend von diesem Technologieportfolio wird anschließend für relevante Technologien eine Portfolioanalyse für strategische Geschäftsfelder durchgeführt. Die Handlungsempfehlungen für die Planung der strategischen Geschäftsfelder berücksichtigen dabei wiederum die Phase des Technologielebenszyklus der betrachteten Technologien.

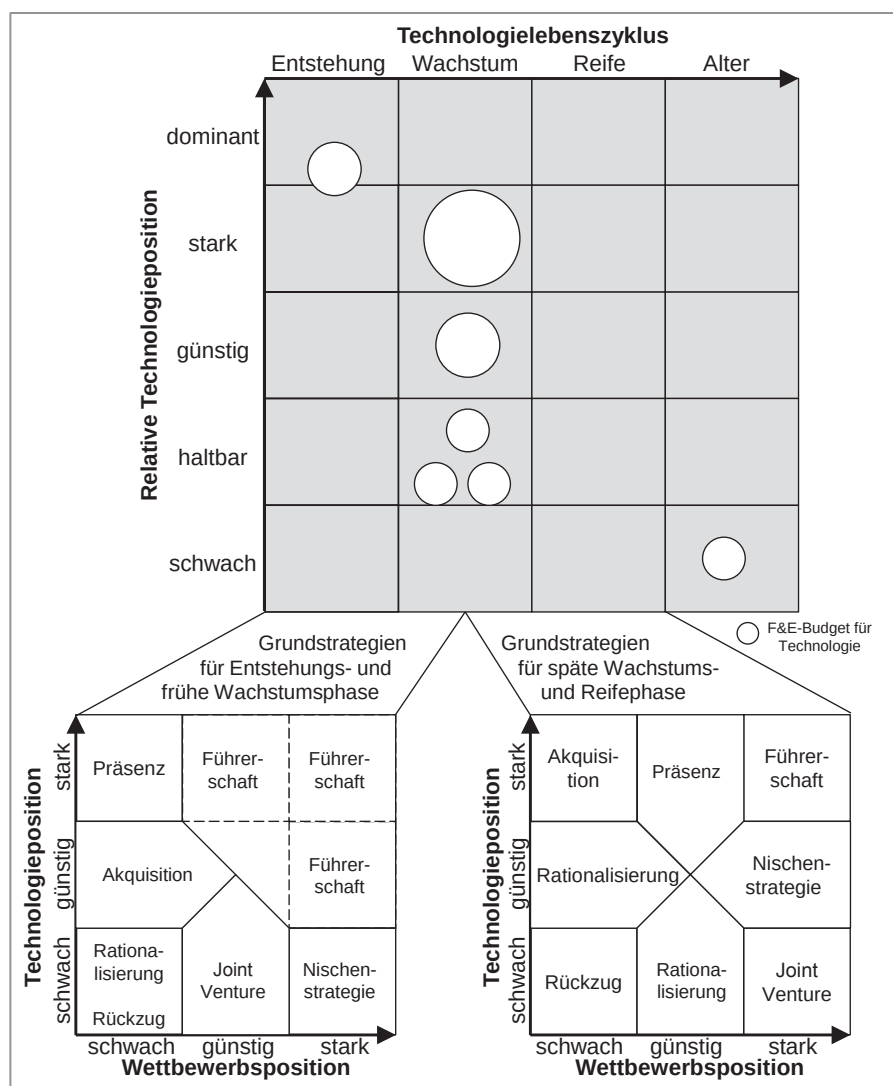


Bild 3-17: F&E-Portfolio nach A. D. Little

(in Anlehnung an PLESCHAK & SABISCH 1996, S. 109 und S. 111; EGGERT 2008, S. 33)

⁴⁶ Vgl. hierzu Kapitel 2.1.2 S-Kurvenmodell und Technologielebenszyklus dieser Arbeit.



Der **Ablauf** erfolgt in sechs Schritten (vgl. WALLENTOWITZ et al. 2008, S. 110 f.):

1. In einem ersten Portfolio werden Technologien bezüglich ihrer **Phase im Lebenszyklus** als Basis-, Schlüssel- oder Schrittmachertechnologien klassifiziert.
2. Die identifizierten und klassifizierten Technologien werden nun hinsichtlich ihrer **relativen Technologieposition im Vergleich zum Wettbewerb** bewertet.
3. Anhand der beiden genannten Dimensionen erfolgt die **Positionierung in der Portfoliomatrix**.
4. Aus dieser Matrix (siehe Bild 3-17 oben) lassen sich bereits erste **F&E-Prioritäten** ablesen. Die Investitionshöhe sollte mit zunehmendem Alter der Technologie abnehmen. Allerdings sinken im Verlauf eines Technologielebenszyklus auch die technischen und wirtschaftlichen Unsicherheiten (vgl. PLESCHAK & SABISCH 1996, S. 109). Je nach Risikobereitschaft und Innovationsanspruch des Unternehmens können **Investitionen in das potenzielle F&E-Programm** gesteuert werden.
5. Für die jeweiligen Technologien erfolgt in einem zweiten Abschnitt eine **Gegenüberstellung der entsprechenden strategischen Geschäftsfelder** durch Betrachtung der **Markt- und Technologieposition**. Damit sollen sowohl Chancen als auch Risiken für die Wettbewerbsposition eines Geschäftsfelds aufgedeckt werden.
6. Je nach Phase im Technologielebenszyklus werden **zwei unterschiedliche Portfolios mit Handlungsempfehlungen** (vgl. Bild 3-17 unten) verwendet. Der Bereich der technologischen Führerschaft bzw. der eigenen Technologieentwicklung ist beispielsweise in den späteren Phasen deutlich kleiner als zu Beginn (vgl. GAUSEMEIER et al. 2001, S. 58).

Für die späte Reife- und Altersphase existieren keine expliziten Handlungsempfehlungen. Zusammenfassend zielt das F&E-Portfolio zur Entwicklung von grundlegenden Technologiestrategien ab.

Integriertes Innovationsfeldportfolio („Darmstädter Portfolioansatz“)

Die Verbindung von Markt- und Technologieplanung stehen auch im Mittelpunkt des integrierten Innovationsfeldportfolios⁴⁷ (vgl. SPECHT et al. 2002, S. 98 ff.; SPECHT & MICHEL 1988).

Die Überlegungen dieses Portfolioansatzes basieren auf der Annahme, dass Technologieanalysen in der Regel von Mitarbeitern aus F&E und Produktion, Marktanalysen aber unabhängig davon von Marktforschern durchgeführt werden. Trotz dieser arbeitsteiligen Informationssammlung durch die jeweiligen Spezialisten sollte eine Bewertung gemeinsam durchgeführt werden (vgl. SPECHT & MICHEL 1988, S. 504), da Technologien nicht unabhängig von Marktaspekten bzw. Geschäftsfeldern beurteilt werden sollten. Mittels einer gesonderten Innovationsfeldanalyse sollen markt- und technologiebezogene Analysen zusammengeführt werden (vgl. SPECHT et al. 2002, S. 98).

⁴⁷ Im Anhang dieser Arbeit werden auch kurz das integrierte Markt- und Technologieportfolio von McKinsey sowie das F&E-Programmportfolio nach Möhrle beschrieben (vgl. Kapitel 9.8).

In Bild 3-18 wird der Aufbau des Innovationsfeldportfolios dargestellt.

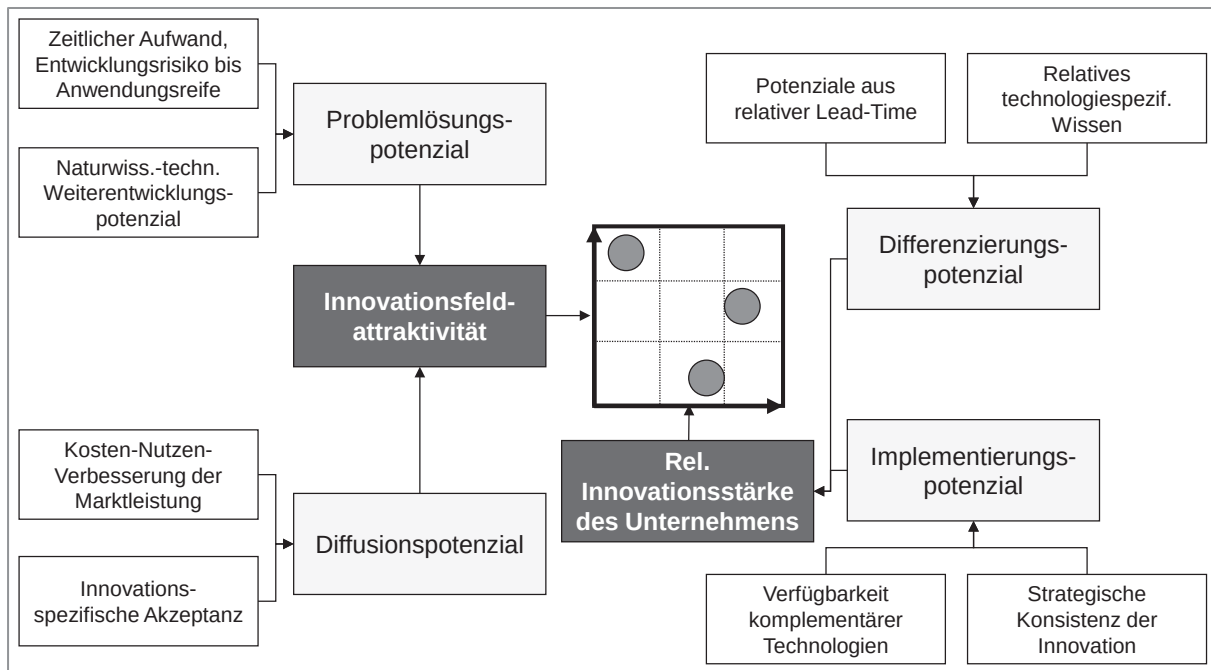


Bild 3-18: Innovationsfeldportfolio

(in Anlehnung an. SPECHT et al. 2002, S. 101; SPECHT & MICHEL 1988, S. 508 und S. 511)

Als Innovationsfeld ist dabei ein neues Geschäftsfeld zu verstehen, dass durch eine bestimmte Kundengruppe, gewünschte Kundenfunktionen und entsprechende Technologien gekennzeichnet ist (vgl. SPECHT & MICHEL 1988, S. 503 u. S.507). Hierdurch erfolgt eine Betrachtung einzelner Technologien immer im Hinblick auf Funktion und Kundengruppe. Technologische Analysen werden somit zwangsläufig mit marktstrategischen Überlegungen verknüpft (vgl. SPECHT & MICHEL 1988, S. 507). Die **beiden Hauptachsen** des Innovationsfeldportfolios werden durch die Kriterien „**Innovationsfeldattraktivität**“ und „**Relative Innovationsstärke des Unternehmens**“ bestimmt. Diese beiden Kriterien werden durch weitere Subkriterien auf zwei Unterebenen noch differenzierter beschrieben (vgl. Bild 3-18).

Der **Ablauf der Innovationsfeldanalyse** erfolgt in vier Schritten (vgl. SPECHT et al. 2002, S. 100 ff.):

1. Abgrenzung der Innovationsfelder

Es werden relevante strategische Innovationsfelder bestimmt, bei denen mindestens eine der drei Dimensionen „Kundengruppe“, „Kundenfunktion“ und „verwendete Technologie“ neu ist. Als Abgrenzung zu klassischen Marktportfolioansätzen steht bei der Innovationsfeldanalyse die Analyse neuer Technologien bei bekannten Kundengruppen bzw. Kundenfunktionen im Vordergrund.

2. Positionierung der Innovationsfelder im Innovationsfeldportfolio

Experten führen eine Punktbewertung durch. Hierzu werden situationsangepasste Detailbewertungskriterien und Gewichtungen verwendet. Die Positionierung der einzelnen Innovationsfelder im Portfolio erfolgt anhand ihrer Punktwerte.

3. Portfoliotransformation

Durch die vorherigen Arbeitsschritte ergibt sich ein Innovationsfeldportfolio, in dem jeweils die für ein spezielles Geschäftsfeld relevanten Technologien positioniert sind. Existieren mehrere strategische Geschäftsfelder im Unternehmen, so führt das zu mehreren Innovationsfeldportfolios. Jedes dieser Portfolios visualisiert die Bedeutung verschiedener Technologien für ein Geschäftsfeld. Die Gesamtheit dieser Portfolios wird auch als **Geschäftsfeldliste** bezeichnet (vgl. SPECHT et al. 2002, S. 102). Diese Liste lässt sich in die sogenannte **Technologiefeldliste** übertragen, welche die Relevanz einzelner Technologie für mehrere Geschäftsfelder aufzeigen soll. Die Bedeutung einzelner Technologien wird durch eine solche Liste hervorgehoben, und es kann ein möglicher Technologietransfer zwischen unterschiedlichen Geschäftsfeldern identifiziert werden.

4. Auswahl von Innovationsfeldern

Die Auswahl einzelner Innovationsprojekte erfolgt auf Basis der Technologie- und Geschäftsfeldliste. Die Informationen aus den Portfoliomatrizen dienen als Input für eine „situations- und unternehmensangepasste Auswahl“ (SPECHT et al. 2002, S. 102). Für die ausgewählten Innovationsprojekte ist abschließend eine Feinanalyse durch Abstimmung mit der strategischen Marktplanung auf Unternehmensebene notwendig (vgl. SPECHT & MICHEL 1988, S. 516 ff.).

Eine Besonderheit des vorgestellten Portfolioansatzes ist der Verzicht auf Verhaltensempfehlungen bzw. Normstrategien auf Basis der Positionierung im Portfolio. Dies wird damit begründet, dass eine Feinauswahl immer an die jeweilige Situation und das jeweilige Unternehmen angepasst werden sollte (vgl. SPECHT & MICHEL 1988, S. 515).

3.5.3 Quantitative Bewertungsverfahren

Finanzmethoden werden häufig zur Bewertung und Auswahl von Projekten verwendet (vgl. KRIEGESMANN & KERKA 2007, S. 291), können aber bei falscher Anwendung zu sehr schlechten Entscheidungen führen. Oft sind die verfügbaren Projektinformationen in den frühen Phasen zu vage für den Einsatz finanzieller Bewertungsverfahren. Firmen, die sich zu früh auf diese Verfahren fokussieren, schneiden im Wettbewerbsvergleich häufig sogar unterdurchschnittlich ab (vgl. COOPER et al. 2001a). Aus diesem Grund sind viele Experten aus Industrie und Wissenschaft der Meinung, dass gerade für Projekte mit hohem Risiko, aber auch hohem Potenzial, nichtfinanzielle Bewertungskriterien eine entscheidende Rolle zur Projektauswahl spielen sollten (vgl. SCOTT 1999, S. 79 f.).

Auch wenn aufgrund der hohen Unsicherheit bei F&E-Projekten die Aussagekraft dieser Methoden stark eingeschränkt ist (vgl. GERYBADZE 2004, S. 291), so können sie doch ergänzend oder für spätere Prozessphasen eingesetzt werden. Ein früher Einsatz von Verfahren kann außerdem helfen, schnell ein Gefühl über die möglichen finanziellen Auswirkungen einzelner F&E-Projekte zu bekommen. Des Weiteren wird für die Durchführung von Investitionsverfahren ein intensiver Austausch mit weiteren Unternehmensbereichen wie Finanzwesen, Produktion sowie Marketing und Vertrieb notwendig, um Kosten, Absatzzahlen oder realisierbare Preise abzuschätzen. Viele erfolgreiche Firmen verwenden daher bereits in den frühen Entwicklungsphasen solche Methoden (vgl. FRANKE et al. 2009) und fördern damit eine frühzeitige interdisziplinäre Beurteilung von Innovationsprojekten. Im Rahmen einer Verfahrens-

kombination können monetäre Bewertungsmethoden durchaus sinnvoll eingesetzt werden, wobei die Bedeutung ihrer Ergebnisse mit zunehmendem Reifegrad des F&E-Projektes an Relevanz gewinnen sollte. Zunächst werden vorgestellt. Statische Wirtschaftlichkeitsverfahren (Kostenvergleichs- und Gewinnvergleichsrechnung, Rentabilitätsrechnung, Return-On-Investment-Methode und statische Amortisationsrechnung) berücksichtigen keine zeitlichen Unterschiede hinsichtlich des Anfallens von Kosten und Erlösen (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 210). Da sich diese Verfahren bereits seit vielen Jahren großer Bekanntheit erfreuen, sie aber für die Bewertung von VE-Projekten nur bedingt geeignet sind, werden an dieser Stelle nur dynamische Verfahren vorgestellt.⁴⁸ Im Gegensatz hierzu berücksichtigen die dynamischen Verfahren die unterschiedlich prognostizierten Zahlungsströme für die gesamte Nutzungsdauer (vgl. WÖHE 2000, S. 635). Die Planung wird dadurch realistischer, jedoch steigt auch der Prognoseaufwand. Zu den bekanntesten dynamischen Verfahren gehören die Kapitalwertmethode, die Annuitätenmethode und die Methode des internen Zinsfußes (vgl. WÖHE 2000, S. 634 ff.). Diese Verfahren sowie Weiterentwicklungen auf Basis der Kapitalmethode werden in diesem Abschnitt vorgestellt.⁴⁹

Kapitalwertmethode

Die Kapitalwertmethode zählt zu den Vertretern der dynamischen Investitionsrechnung. Solche Verfahren zeichnen sich dadurch aus, dass sie die zeitlichen Unterschiede im Anfall von Ein- und Auszahlungen durch Auf- und Abzinsung auf einen einheitlichen Bezugspunkt und ebenso die unterschiedliche Höhe der Ein- und Auszahlungen während der gesamten Nutzungsdauer für jedes einzelne Jahr projektbezogen berücksichtigen (vgl. PLESCHAK & SABISCH 1996, S. 207).

Zusätzlich gelten für dynamische Verfahren folgende **Prämissen** (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 213):

- Die Annahme eines vollkommenen Kapitalmarkts,
- die exakte Festlegung des Kalkulationszinsfußes,
- eine eindeutige Zurechenbarkeit der Zahlenreihen auf die einzelnen alternativen Ideen
- und die Möglichkeit, den Zeitpunkt der Zahlungen genau vorauszusehen.

Neben der Kapitalwertmethode zählen auch die Annuitätenmethode und die Methode des internen Zinsfußes (vgl. WÖHE 2000, S. 634 ff.) zu den dynamischen Verfahren.

Die Kapitalwertmethode, auch Barwertmethode genannt, dient dazu, den heutigen Gegenwart mit den aus zukünftigen Zahlungsströmen resultierenden Salden zu bestimmen (vgl. GAUSEMEIER et al. 2001, S. 173). Der Kapitalwert C_0 (englisch: net present value) einer Investition berechnet sich als Summe aller auf den Entscheidungszeitraum t_0 abgezinsten Einnahmen E_t und Ausgaben A_t der Perioden t abzüglich der Anfangsinvestition $-I_0$ (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 213):

$$C_0 = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{E_t - A_t}{(1+r)^t}$$

⁴⁸ Im Anhang werden die erwähnten statischen Verfahren beschrieben, sowie eine Bewertung hinsichtlich VE-Projekten durchgeführt (vgl. Kapitel 9.9).

⁴⁹ Für weitere Ausführungen zur kapitaltheoretischen Innovationsbewertung siehe z. B. GRANIG 2007, S. 81 ff.

Der Kalkulationszinssatz r spiegelt dabei die Erwartungshaltung des Unternehmens für die Verzinsung seines Kapitals wider. Dieser Zinssatz trägt dem Opportunitätsprinzip Rechnung und orientiert sich üblicherweise am Zinssatz einer sicheren Investitionsalternative (vgl. GAUSEMEIER et al. 2001, S. 187). Der Kapitalwert entspricht damit der zu erwartenden Kapitalmehrung bzw. der Verzinsung des eingesetzten Kapitals bei einem Kalkulationszinssatz r und bezogen auf den Investitionszeitpunkt. Eine Investition ist dann vorteilhaft, wenn der Kapitalwert positiv ist (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 213). Bei realistischen Prognosen bietet die Kapitalwertmethode eine gute Möglichkeit, den Gewinn- bzw. das Endvermögen bei Investitionsentscheidungen zu maximieren (vgl. WÖHE 2000, S. 639).

Auf Basis des Kapitalwerts können weitere Analysen durchgeführt werden. Die **Annuitätenmethode** rechnet den ermittelten Kapitalwert in gleichbleibende Jahresbeträge um, welche als Annuitäten bezeichnet werden. Bei einer positiven Annuität ist auch die Investition vorteilhaft. Existieren mehrere Alternativen, so ist diejenige auszuwählen, die die höchste Annuität aufweist (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 214). Die allgemeine Formel für die Annuität A_n lautet:

$$A_n = C_0 * \frac{r * (1 + r)^t}{(1 + r)^t - 1}$$

Auch die Berechnung des **internen Zinsfußes** basiert auf der Kapitalwertmethode. Seine Berechnung erlaubt eine Aussage über die Effektivverzinsung des eingesetzten Kapitals. Um den internen Zinsfuß zu erhalten, setzt man den Kapitalwert gleich null, womit man folgende Gleichung erhält (vgl. PLESCHAK & SABISCH 1996, S. 209):

$$-I_0 = + \sum_{t=1}^n \frac{E_t - A_t}{(1 + r)^t}$$

Für die Ermittlung von r muss ein Polynom n -ten Grades gelöst werden, weshalb man sich für größere n meist durch ein Näherungsverfahren behilft. Die Aussagekraft des internen Zinsfußes entspricht der Rentabilitätsmethode (vgl. PLESCHAK & SABISCH 1996, S. 209).

Reale Optionen als Erweiterung der herkömmlichen Kapitalwertbetrachtung

Die bisher erläuterten Verfahren der Investitionsrechnung beurteilen ein F&E-Projekt einmalig zu einem gewissen Zeitpunkt. Dies führt dazu, dass sich gerade Unsicherheiten aufgrund fehlender Informationen negativ auf die Berechnungsergebnisse auswirken. Die Kapitalwertmethode impliziert die Annahme, dass eine Firma die Investitionen für Produktion und Vermarktung unabhängig von den F&E-Ergebnissen tätigt (vgl. PERDUE et al. 1999, S. 58). Im Gegensatz zu klassischen Investitionen, wie neuen Gebäuden oder Maschinen, entsprechen F&E-Projekte allerdings eher Investitionen mit Optionscharakter. Unter einer Option versteht man das Recht, aber nicht die Pflicht (Flexibilität), einen vorher bestimmten Vermögensgegenstand zu erwerben, dessen wirtschaftliche Attraktivität zum Zeitpunkt der Optionsausübung ex ante nicht bewertet werden kann (Unsicherheit). Durch die Ausübung der Option verfällt das Optionsrecht, und für den Investor entstehen versunkene Kosten (Irreversibilität) (vgl. GRANIG 2007, S. 127).

Wie bereits erörtert wurde, durchlaufen F&E-Projekte in der Regel einen mehrphasigen Prozess, bevor aus einzelnen Ideen fertige Produkte werden, die auf unterschiedlichen Märkten Absatz finden. Während dieses Prozesses wird Wissen generiert, und es entstehen Handlungsalternativen, deren Wert erst zu einem späteren Zeitpunkt beurteilt werden kann (vgl. GERYBADZE 2004, S. 291). Mit zunehmendem Informationsgewinn verbessert sich auch der Erkenntnisstand über die Abläufe von Innovationsprozessen (vgl. POPP & SCHMITT 1999, S. 102). In diesem Sinne können F&E-Projekte als Realooptionen begriffen werden. Realoptionsbasierte Ansätze versuchen, den Kritikpunkt der mangelnden Flexibilität der bisher vorgestellten Methoden der Investitionsrechnung zu beheben.

Folgende **Realooptionen**⁵⁰ im Umgang mit F&E können in der Praxis identifiziert werden (vgl. PERLITZ & PESKE 1999, S. 256 f.; GRANIG 2007, S. 123 ff.):

- **Verzögerung des Investitionsprojekts**
 - Entscheidung über den Beginn der Umsetzung
- **Erweiterung, Einschränkung oder temporäre Stilllegung**
 - Ausweitung der Produktion und der Ressourcenverwendung, wenn die Marktentwicklung besser als erwartet ist
 - Drosselung der Produktion und der Ressourcenverwendung, wenn die Marktentwicklung schlechter als erwartet ist
 - Im Extremfall ein Aussetzen der Produktion
- **Abbruch des Projekts/Desinvestition**
 - Abbruch oder die Veräußerung infolge negativer Ereignisse
- **Lernoptionen**
 - Investition in weitere F&E-Aktivitäten, um das Investitionsrisiko durch Generierung zusätzlicher Informationen zu senken
- **Veränderung von Input und Output** bei Preis- oder Nachfrageänderungen:
 - Veränderung des Output-Verhältnisses einer Fabrik (Produktflexibilität)
 - Veränderung des Inputs bei gleichem Output (Prozessflexibilität)
- **Wachstumsoptionen**
 - Frühzeitige Investition (z. B. in F&E), als Voraussetzung für weitere Folgeprojekte
 - Ermöglichen weiteren zukünftigen Wachstums
- **Verbundoptionen**
 - Meist kombiniertes Auftreten realer Optionen in der Praxis
 - Verbundoption: Ausführung einer Realooption führt zu einer neuen Realooption

Realooptionen selbst besitzen einen Wert, weshalb durch ihre Berücksichtigung der Gesamtwert eines Investitionsprojekts deutlich über dem herkömmlich berechneten Kapitalwert liegen kann (vgl. PERLITZ & PESKE 1999, S. 266 f.).

⁵⁰ Für weiterführende Informationen zu bedeutenden Berechnungsmodellen der neueren Investitionstheorie, wie z. B. dem Black/Scholes-Modell oder dem Binomialmodell von Cox, sowie Analogien zu Finanzoptionen, siehe beispielsweise GRANIG 2007, S. 121 f.

Der **Ablauf einer Realloptionsbewertung** kann in fünf Schritten beschrieben werden (vgl. GRANIG 2007, S. 127):

1. **Herstellen der Optionsanalogie:** Untersuchung der Analogie zwischen Finanz- und Realloption (Flexibilität, Unsicherheit, Irreversibilität)
2. **Bestimmung des Optionstypus:** Auswahl der einzubeziehenden Optionstypen
3. **Auswahl der Bewertungsmethode:** Entscheidung über die Anwendung und Auswahl des Optionsmodells
4. **Durchführung der Bewertung:** Schätzung der Optionsparameter, Anwendung des Bewertungsalgorithmus
5. **Feinabstimmung:** Sensitivitätsanalysen, Berücksichtigung von Interaktionseffekten

Neben den Modellen der neueren Investitionstheorie existieren noch weitere Bewertungsansätze, die auf dem Konzept der realen Optionen basieren. Insbesondere Entscheidungsbaum-Verfahren gelten für die meisten Fälle der Innovationsbewertung als die geeignetsten realoptionsbasierten Verfahren (vgl. SCHMITT 2008, S. 22). Durch ihre anschauliche Darstellung sind sie schnell nachzuvollziehen und daher für Diskussionen gut geeignet.

Welche Auswirkungen Optionen auf den Kapitalwert eines Projektes haben können, soll kurz anhand eines Beispiels erläutert werden.

In Bild 3-19 wird eine Variante eines möglichen Projektverlaufs in Form eines Entscheidungsnetzes dargestellt:

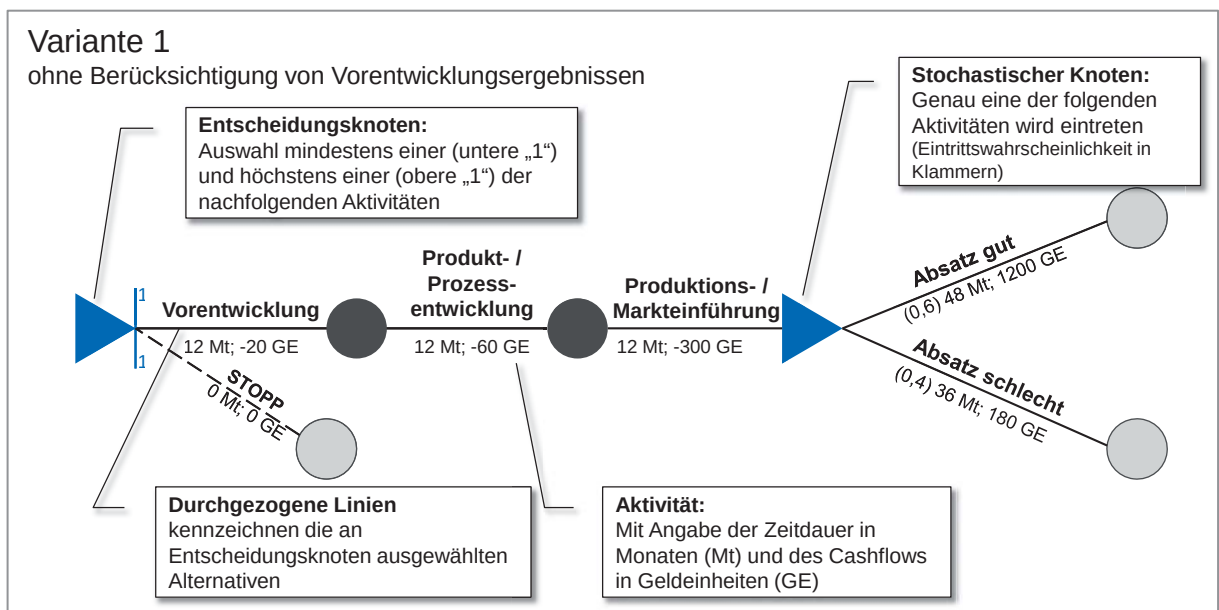


Bild 3-19: Entscheidungsnetz für Investitionen (in Anlehnung an POPP & SCHMITT 1999, S. 102)

Der Projektverlauf besteht aus den Phasen Vorentwicklung, Produkt- und Prozessentwicklung, Produktions- und Markteinführung sowie zweier möglicher Absatz-Szenarien. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 60 Prozent trifft ein gutes Absatzergebnis in Höhe von 1200 Geldeinheiten und mit der Wahrscheinlichkeit von 40 Prozent ein schlechtes Absatzergebnis in Höhe von 180 Geldeinheiten ein.

Aufgrund der gegebenen Wahrscheinlichkeiten lässt sich, in Analogie zur bereits vorgestellten Kapitalwertmethode, bei einem Kalkulationszinssatz von 8 Prozent ein voraussichtlicher Handelswert⁵¹ (ECV) bzw. ein zu erwartender Kapitalwert (EKW) (vgl. POPP & SCHMITT 1999, S. 102) wie folgt berechnen:

$$EKW = -20 + (-60 * 1,08^{-1}) + (-300 * 1,08^{-2}) + [0,6 * (1200 * 1,08^{-3}) + 0,4 * (180 * 1,08^{-3})]$$

$$EKW = 295,96$$

Da der zu erwartende Kapitalwert mit 295,96 deutlich größer null ist, würde man das Projekt entsprechend am ersten Entscheidungsknoten starten. Die Option das Projekt zu stoppen ist daher mit einer gestrichelten Linie dargestellt (siehe Bild 3-19) und wird als Alternative nicht gewählt.

Allerdings ist es in der Realität üblich, dass Ergebnisse und Informationen, die im Entwicklungsverlauf eines Projekts entstehen, auch für Entscheidungen über die Zukunft des Projekts verwendet werden. Wie bei den vorgestellten Stage-Gate-Modellen können solche Entscheidungszeitpunkte bereits fest in den Projektplan mit aufgenommen werden.

Im Folgenden wird das Beispielprojekt durch einen Akzeptanztest des Produkts auf Basis der Vorentwicklungsergebnisse (z. B. eines Prototyps oder Funktionsdemonstrators) entsprechend verändert (vgl. Bild 3-20).

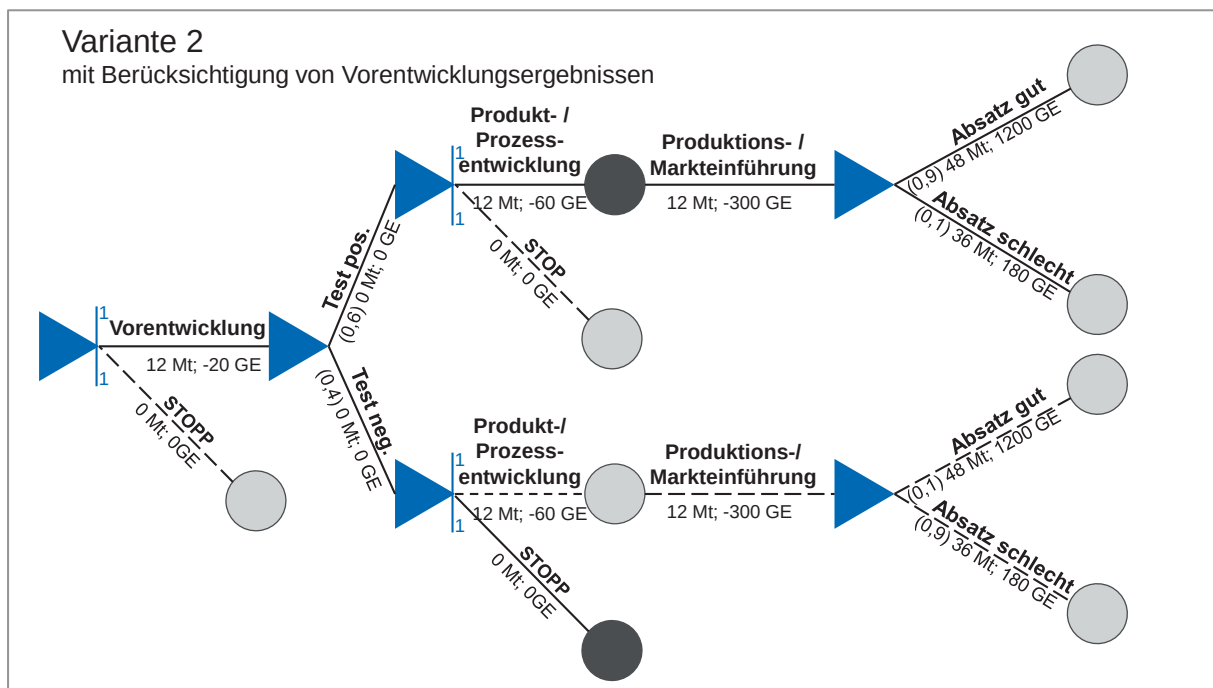


Bild 3-20: Einfluss der Vorentwicklungsoption auf das Entscheidungsergebnis
(in Anlehnung an POPP & SCHMITT 1999, S. 103)

Durch den Test soll die Unsicherheit bezüglich des Produktabsatzes durch zusätzliche Informationen reduziert werden. Durch Berücksichtigung der Testergebnisse entsteht ein weiterer Pfad im Entscheidungsnetz. In diesem Beispiel wird die Wahrscheinlichkeit, dass der Test

⁵¹ Im englischsprachigen Bereich findet sich daher häufig die Abkürzung „ECV“ für expected commercial value wieder. Zur Berechnung des ECV siehe auch COOPER 2002, S. 263 f.

positiv verläuft, auf 60 Prozent geschätzt. Durch die neuen Informationen auf Grundlage der Testergebnisse kann ein guter Absatz mit einer neuen Wahrscheinlichkeit von 90 Prozent prognostiziert werden. Im Falle eines negativen Testergebnisses wäre allerdings mit 90 Prozent Wahrscheinlichkeit ein schlechter Absatz zu erwarten.

Berechnet man den neuen EKW, so erhält man:

$$EKW = -20 + 0,6 * [(-60 * 1,08^{-1}) + (-300 * 1,08^{-2}) + 0,9 * (1200 * 1,08^{-3}) + 0,1 * (180 * 1,08^{-3})] + 0$$
$$EKW = 315,32$$

Die Erhöhung des EKW ergibt sich dadurch, dass im Falle eines schlechten Testergebnisses das Projekt bereits nach der Vorentwicklung gestoppt wird und daher keine weiteren Kosten anfallen. Würde man das Projekt stattdessen, trotz des negativen Testergebnisses, weiter durchführen, so müsste man den unteren Pfad des Entscheidungsnetzes berücksichtigen:

$$[(-60 * 1,08^{-1}) + (-300 * 1,08^{-2}) + 0,1 * (1200 * 1,08^{-3}) + 0,9 * (180 * 1,08^{-3})] = -88,9$$

Da dieser Term ein deutlich negatives Ergebnis aufweist, wird man im Entscheidungsknoten nach einem negativen Test die Stopp-Option wählen. In der Darstellung ist diese Option daher mit einer durchgezogenen Linie dargestellt.

Das Beispiel zeigt, dass die praxisnähere Berücksichtigung von Optionen deutlich bessere Kapitalwerte⁵² erwarten lässt. Für Unternehmen, die eine Innovationsführerschaft anstreben, ist diese Erkenntnis von zentraler Bedeutung, da sie doch offenbart, dass der Einsatz von klassischen Investitionsrechnungsverfahren tendenziell zu einer Unterbewertung und damit leicht zur unbegründeten Ablehnung von F&E-Projekten führen kann.

3.5.4 Sonstige Bewertungsverfahren

Aufgrund der zentralen Bedeutung der Bewertung und Auswahl von F&E-Projekten für den Unternehmenserfolg von Technologieunternehmen haben sich viele weitere Autoren mit der Thematik von Bewertungsmethoden auseinandergesetzt. Einige ausgewählte Ansätze, die auf anderen Denkansätzen als die bisher vorgestellten Methoden beruhen oder bestimmte Denkansätze geschickt kombinieren, sollen im Folgenden kurz vorgestellt werden.

Roadmapping

Gerade bei längeren Entwicklungszyklen, wie sie im Maschinenbau und der Automobilindustrie durchaus üblich sind, herrscht eine große Unsicherheit darüber, wie sich die Zukunft entwickelt. Genaue Prognosen werden mit zunehmendem Zeithorizont immer schwieriger, da sich wichtige Rahmenbedingungen ändern können oder unerwartete Substitutionstechnologien als Konkurrenz auftreten können. Für die Bewertung von F&E-Projekten in der Automobilindustrie spielt die Prognose der Zukunft daher eine besondere Rolle, da durchaus mit mehreren Jahren Entwicklungsdauer gerechnet werden muss. Auch wenn eine exakte Zukunftsprognose aufgrund von nicht vorhersehbaren Technologiesprüngen und sich schnell wandelnden Kundenanforderungen nicht möglich ist, konnten sich dennoch

⁵² Weitere Varianten zu Kapitalwert- und Realoptionsmethoden finden sich bei SHRIEVES & WACHOWICZ JR 2001 und FLAIG 2005.

Methoden zur Zukunftsprognose etablieren. Ein bekanntes Beispiel stellt die Szenario-Technik dar, welche versucht, Einflussfaktoren zu analysieren und die wesentlichen Schlüsselfaktoren daraus abzuleiten, um anschließend konsistente Szenarien zu identifizieren, die als Basis für strategische Entscheidungen dienen können.⁵³ Szenarien werden zur Entwicklung von Unternehmens- und Innovationsstrategien eingesetzt, können aber auch die Grundlage für Bewertungsverfahren darstellen. Die größtenteils qualitativen Ergebnisse der Szenario-Technik sind insbesondere für langfristige Unternehmensentscheidungen einsetzbar und sollten deshalb für die Planung von einzelnen Produkten weiter konkretisiert werden (vgl. SPECHT & BEHRENS 2005, S. 142).

Eine Möglichkeit zur Konkretisierung stellt das sogenannte **Roadmapping** dar.⁵⁴ Die Erstellung von Technologie-Roadmaps ist ein systematisch-analytischer und auch kreativer Prozess (vgl. EVERSHEIM 2008, S. 202) und kann für unterschiedliche Szenarien zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Zusammengefasst, ermöglicht Technologie-Roadmapping die Prognose, Analyse und Visualisierung von zukünftigen technologischen Entwicklungen für ein eingegrenztes Handlungsfeld (vgl. EVERSHEIM 2008, S. 202). In Bild 3-21 wird ein verallgemeinerter Aufbau von Technologie-Roadmaps dargestellt.

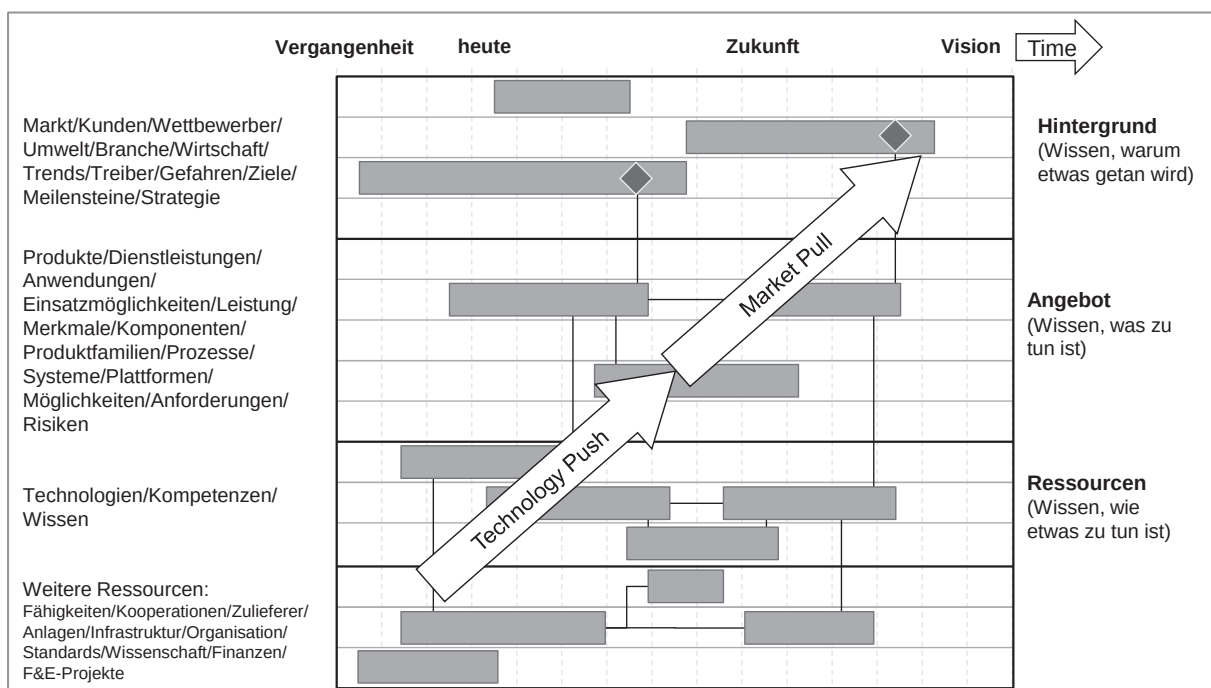


Bild 3-21: Verallgemeinerter Aufbau von Technologie-Roadmaps
(in Anlehnung an PROBERT et al. 2003, S. 1185)

Man erkennt, dass durch einen mehrschichtigen Aufbau Beziehungen und Verknüpfungen visualisiert werden. Außerdem werden Produkt- bzw. Technologie-Lücken offensichtlich, die den Anstoß für neue Entwicklungsprojekte geben können. Die Zeitachse kann dabei unterschiedlich skaliert werden und von groben Zeitintervallen bis hin zu einzelnen Jahren reichen (vgl. SPECHT & BEHRENS 2005, S. 145). Die Wahl der Zeitachse ist abhängig von dem gewünschten Einsatzgebiet und Planungshorizont. Durch die Flexibilität der Methodik sind die

⁵³ Das Vorgehen der Szenario-Technik nach GAUSEMEIER wird im Anhang dieser Arbeit kurz beschrieben.

⁵⁴ Eine ausführliche Beschreibung unterschiedlicher Roadmapping-Ansätze findet sich z. B. bei MACHATE 2006.

Einsatzgebiete sehr verschieden und reichen von strategischen Analysen über Prozessentwicklungen bis hin zur konkreten Produkt-Technologieplanung (vgl. PROBERT et al. 2003, S. 1992 f.).

Eine Technologie-Roadmap stellt die Analogie zu einer Straßenkarte dar. Ausgehend von einem Ziel, das erreicht werden soll, und einem Punkt, wo man sich heute befindet, ist der ideale Weg zum Ziel festzulegen. Technologie-Roadmaps verbinden damit strategische Ziele mit operativen Schritten. Bei vielen alternativen Möglichkeiten zur Zielerreichung ist es dennoch ratsam, auf weitere Bewertungsverfahren zurückzugreifen.

Für die Einführung der Roadmapping-Methode schlägt PHAAL einen **standardisierten Prozess für Technologie-Roadmaps**⁵⁵ vor, welche Märkte, Produkte und Technologien berücksichtigen (vgl. PHAAL et al. 2003). Der vorgeschlagene Prozess besteht aus vier Workshops. Im **ersten Workshop** steht der **Markt** im Vordergrund. Ziel des Workshops ist es, eine Auswahl priorisierter Märkte und zukünftiger Schlüsselfaktoren für das Geschäftsfeld zu erarbeiten. Zunächst werden „Leistungsdimensionen“, die für die Produktentwicklung innerhalb des betrachteten Geschäftsfelds von Bedeutung sind, untersucht (vgl. PHAAL et al. 2003, S. 54). Hierzu zählen etwa Geschwindigkeit, Gewicht, Verlässlichkeit und Ästhetik. Anschließend werden darauf aufbauend wichtige Markt- und Geschäftsfeldfaktoren identifiziert, gruppiert und priorisiert (vgl. PHAAL et al. 2003, S. 54). In einem **zweiten Workshop** werden die gefundenen Faktoren **Produktmerkmalen** in einer Einflussmatrix gegenübergestellt. Die Produktmerkmale werden gruppiert und ihr Einfluss auf die Markt- und Geschäftsfeldfaktoren bewertet. In diesem Workshop werden zusätzlich Überlegungen zu alternativen Produktstrategien durchgeführt. Der **dritte Workshop** hat die **Technologie/Technik** als Schwerpunkt. Für die relevanten Produktmerkmale werden technische Lösungen gesucht. Hierzu wird wieder eine Einflussanalyse durchgeführt. Im **vierten Workshop** findet die **Verknüpfung von technischen Ressourcen mit den zukünftigen Marktchancen** statt, indem die erste Roadmap mit entsprechenden Einsatzplänen und Meilensteinen erstellt wird (vgl. PHAAL et al. 2003, S. 54 f.).

Die Roadmap-Systematik lässt sich weiter für die F&E-Programmplanung operationalisieren. Aus bestehenden Produkt- und Technologie-Roadmaps lassen sich Projekt-Roadmaps ableiten, die die Vernetzung zwischen einzelnen F&E-Projekten aufzeigen und zur Koordination des Einsatzes von Mitarbeitern und Projektmanagern aus dem F&E-Bereich eingesetzt werden können (vgl. SPECHT & BEHRENS 2005, S. 154 f.).

„Strategic Flexibility“-Ansatz zur Auswahl von F&E-Projekten

Ein weiterer Ansatz zur Projektauswahl, der sich durch seine strategische Ausrichtung auszeichnet, ist der „Strategic Flexibility“-Ansatz nach RAYNOR. Die Grundstruktur dieses Ansatzes basiert auf der Szenario-Technik und dem Konzept der realen Optionen (vgl. RAYNOR & LEROUX 2004, S. 27).

⁵⁵ Hinweise zur Erstellung von modifizierten und speziellen Roadmaps finden sich bspw. bei PHAAL et al. 2004.

Zu den Vorteilen gegenüber herkömmlichen Rangordnungsverfahren zur Einzelprojektbewertung zählen (vgl. RAYNOR & LEROUX 2004, S. 28):

- Das Aufdecken von Lücken im Technologie- bzw. Projektportfolio.
- Eine Festlegung und Gewichtung einzelner Bewertungskriterien ist nicht nötig.
- Es gibt keine Falschbewertung aufgrund von unterschiedlichen Projekttypen und Projektabhängigkeiten.⁵⁶
- Es wird eine gute Diskussionsgrundlage für die Budgetierungshöhe von Projekten geschaffen.

Das **Vorgehen des „Strategic Flexibility“-Ansatzes** besteht aus den vier Schritten „Anticipate, Formulate, Accumulate, and Operate“ (RAYNOR & LEROUX 2004, S. 29 ff.).

1. **„Anticipate“:** In dieser Phase werden Szenarien für einzelne Geschäftsfelder erstellt.
2. **„Formulate“:** Zunächst wird in diesem Schritt eine vollständige und optimale Strategie für jedes einzelne Szenario erstellt. Anschließend erfolgt eine Einteilung von Projekten in die Kategorien „core“ und „contingent“. „Core“ sind alle Projekte, die die optimalen Strategien unterstützen. Sie werden daher in jedem Fall benötigt (vgl. RAYNOR & LEROUX 2004, S. 30). Projekte, die nur in einem Teil der Szenarien Anwendung finden, gehören zur Kategorie „contingent“ und werden entweder in der Zukunft benötigt oder nicht. Sind Projekte für kein Szenario notwendig, können diese eingestellt werden, um Ressourcen freizusetzen.
3. **„Accumulate“:** Diese Phase beschäftigt sich damit, welche Projekte in vollen Umfang finanziert werden sollten und welche zumindest eine Teilfinanzierung erhalten sollten. Für „Core“-Projekte wird eine vollständige Finanzierung vorgeschlagen. Für „Contingent“-Projekte ist es allerdings unklar, ob sie zukünftig benötigt werden oder nicht. Um sich für die Zukunft Optionen offenzuhalten, können solche Projekte mit kleinen Investitionen soweit finanziert werden, dass die Möglichkeit besteht, sie kurzfristig zu erweitern, zu verkleinern oder gar komplett abzubrechen (vgl. RAYNOR & LEROUX 2004, S. 31). Während die Durchführung von „Core“-Projekten aus Wettbewerbsgründen notwendig ist, können „Contingent“-Projekte durchaus als Optionen behandelt werden. Für neue „Contingent“-Projekte, die für einzelne Szenarien sinnvoll sind, könnte eine Anschubfinanzierung für erste Analysen und für erste Konzepte eine Option sein.
4. **„Operate“:** Nach der Finanzierung erfolgt in der letzten Phase die Durchführung der Projekte.

Die Durchführung der vier Schritte sollte zyklisch wiederholt werden, um die Szenarien zu aktualisieren und Strategien und Budgetentscheidungen zu überprüfen.

⁵⁶ Stellt bspw. das Marktpotenzial ein wichtiges Bewertungskriterium dar, werden Projekte, die selbst kein Marktpotenzial haben, aber technische Grundlagen für viele Produkte liefern, häufig bei Einzelprojektbewertungen unterbewertet (vgl. RAYNOR & LEROUX 2004, S. 28).

In Bild 3-22 wird die Relevanz einzelner Projekte für unterschiedliche Szenarien exemplarisch dargestellt:

	Projekte	Szenarien				
		„Szenario 1“	„Szenario 2“	„Szenario 3“	„Szenario 4“	
Existierende Projekte	Projekt 1	●	●	●	●	Hauptelemente (core elements)
	Projekt 2	●	●	●	●	
	Projekt 3	●	●	●	●	
	Projekt 4	●	●	●	●	
	Projekt 5	●	●	●	●	
	Projekt 6	●	●	○	○	Mögliche Elemente (contingent elements)
	Projekt 7	●	●	○	○	
Benötigte neue Projekte	Projekt A	●	○	○	○	
	Projekt B	○	●	●	○	
	Projekt C	○	○	○	●	

● benötigt
○ nicht benötigt

Bild 3-22: Projektrelevanz anhand von Szenarien (in Anlehnung an RAYNOR & LEROUX 2004, S. 31)

Im dargestellten Beispiel sind die Projekte 1 bis 5 für alle definierten Szenarien notwendig und sollten daher, wenn möglich, voll finanziert werden. Die Projekte 6 und 7 sowie die neuen Projektvorschläge A, B und C werden nicht für alle Szenarien benötigt. Für sie ist zu prüfen, inwieweit es sinnvoll ist, sich zukünftige Möglichkeiten durch einen geringen Ressourceneinsatz offenzuhalten.

Zusammengefasst bietet dieser Ansatz ein pragmatisches und schnelles Vorgehen zur Reduktion der Projektauswahl und zur Vereinfachung von Budgetierungsentscheidungen an. Voraussetzung sind jedoch entsprechend formulierte Szenarien und Strategien.

3.6 Methoden zur Steuerung von Vorentwicklungsprojekten

„Im Zuge eines Controllings ist zu überwachen, inwieweit der Entwicklungsprozess bzw. die Entwicklung effizient (die Dinge richtig tun) und effektiv (die richtigen Dinge tun) abgewickelt werden.“ (WEULE 2002, S. 279)

Die Vorteilhaftigkeit von Innovationsideen oder -projekten zu einem singulären Zeitpunkt zu bewerten und zu betrachten ist nicht immer sinnvoll. Einerseits können sich die äußeren Rahmenbedingungen im Zeitverlauf ändern und andererseits auch die erhofften Ergebnisse des Projekts nicht wie gewünscht eintreten. Unternehmen, die sich dieser Risiken bewusst sind, setzen auf eine kontinuierliche oder zumindest regelmäßige Projektbewertung im Sinne eines **Innovationscontrollings**. Effektive und effiziente Controllingsysteme sind für eine zielorientierte Steuerung einer Organisation notwendig (vgl. HORVÁTH 2009, S. 949).

3.6.1 Operative Steuerung

„Auch operative Pläne müssen grundsätzlich hinsichtlich ihrer Prämissen, ihrer Konsistenz und ihres Fortschritts überwacht werden. Prämissen-, Konsistenz- und Durchführungskontrolle kommen daher auch im Rahmen der operativen Kontrolle zur Anwendung. Bei der operativen Kontrolle sind zudem aber rückkoppelnde Kontrollen in Form von Soll/Ist-Vergleichen nach Planrealisierung von großer Bedeutung.“ (HAHN & TAYLOR 2006, S. 454)

Das operative Innovationscontrolling bezieht sich auf konkrete Innovationspläne, welche in der Regel als Projekte durchgeführt werden. Legt man das 3-Ebenen-Modell von GIAPOULIS zugrunde (vgl. Kapitel 2.3.1), so konzentriert sich das operative Innovationscontrolling auf das Zusammenspiel der operativen Planungsebene und der Ergebnisebene von einzelnen Innovationsprojekten.

Zur Qualitätsabsicherung von Entwicklungsprojekten werden häufig sogenannte „Quality Gates“ eingeführt, wie sie bereits im Rahmen der Stage-Gate-Prozesse (vgl. Kapitel 2.2.3) vorgestellt worden sind. Zur Absicherung wird hierbei eine Reihe von Messpunkten über die einzelnen Entwicklungsprozesse der Innovationsprojekte gelegt, wobei zwischen den Messpunkten Zeiträume für kreative Leistung bleiben (vgl. EVERSHEIM & SCHUH 2005, S. 35). Die Unterteilung in Prozessabschnitte ermöglicht eine Kontrolle der Entwicklungsqualität. Der Gesamtprozessverantwortliche beurteilt, ob die vorher festgelegten Anforderungen erfüllt worden sind, und entscheidet über die weitere Vorgehensweise (vgl. EVERSHEIM & SCHUH 2005, S. 35). Im Folgenden werden einige bekannte Methoden im Kontext der Entwicklung von Innovationsprojekten vorgestellt. Bei der Vorstellung geht es weniger um eine vollständige Auflistung der Methoden als vielmehr um die Erläuterung von Schwierigkeiten beim Einsatz solcher Methoden im Innovationskontext, da viele dieser Methoden aus dem allgemeinen Projektmanagement stammen.

Formelle Methoden zur operativen Steuerung

Zu den formellen Methoden zur Steuerung von Innovationsprojekten lassen sich allgemein Fortschrittskontrollen, Steuerungsgrößen und Abbruchkriterien zählen (vgl. WEISE 2007, S. 75 ff.)⁵⁷, wie sie häufig in Stage-Gate-Prozessen angewandt werden. Um von Anfang an die späteren Produktkosten nicht unnötig steigen zu lassen, bieten sich zudem Methoden des Kostenmanagements wie Wertanalysen, Trend-Charts und die Betrachtung von Lebenszykluskosten an (vgl. EHRENSPIEL et al. 2007). Aufgrund der Fokussierung auf die Phase der Vorentwicklung werden die Methoden des Kostenmanagements nicht detailliert erläutert, da zunächst die Demonstration der technischen Machbarkeit im Vordergrund steht. Für eine gute Übersicht über Zielkostenmanagement (Target Costing), grundlegende Kalkulationsverfahren sowie einen Ansatz zur Pfadkostenrechnung wird an dieser Stelle auf GAHR verwiesen (vgl. GAHR 2006, S. 56 ff.).

Als Basis für eine Projektkontrolle und damit die Voraussetzung für eine Steuerung von Innovationsprojekten dient jeweils der aktuelle Projektplan (vgl. KUSTER et al. 2008). Neben den eigentlichen Projektzielen (Leistung, Funktion und Qualität) existieren im Projektplan auch terminliche und wirtschaftliche Ziele. Nachfolgend werden Trendanalysen für Termine

⁵⁷ Eine gute Übersicht über gängige Methoden zur Projektklärung, -planung und -abwicklung findet sich bei DREWS & HILLEBRAND 2010.

und Kosten vorgestellt. Anschließend wird der ganzheitliche Ansatz der Earned-Value-Analyse erläutert. Dieser Ansatz beurteilt sowohl den Sachfortschritt der Projektziele, als auch Zeit und Kosten des Projektes.

Bei der **Meilenstein-Trendanalyse** (MTA) stehen die zu Projektbeginn festgelegten Meilensteine, also projektentscheidende Ereignisse, im Mittelpunkt. Erfahrene Projektmanager sind in der Lage anhand von Veränderungen der Plan-Meilensteintermine Rückschlüsse auf weiter in der Zukunft befindliche Meilensteine zu ziehen. Um dies durch eine Systematik zu unterstützen, bietet sich eine Meilenstein-Trendanalyse an. Diese hat eine übersichtliche grafische Darstellungsform und wird u. a. in Fahrzeugentwicklungsprojekten erfolgreich eingesetzt (vgl. HAB & WAGNER 2006, S. 152). In Bild 3-23 wird ein Beispiel der Meilenstein-Trendanalyse dargestellt.

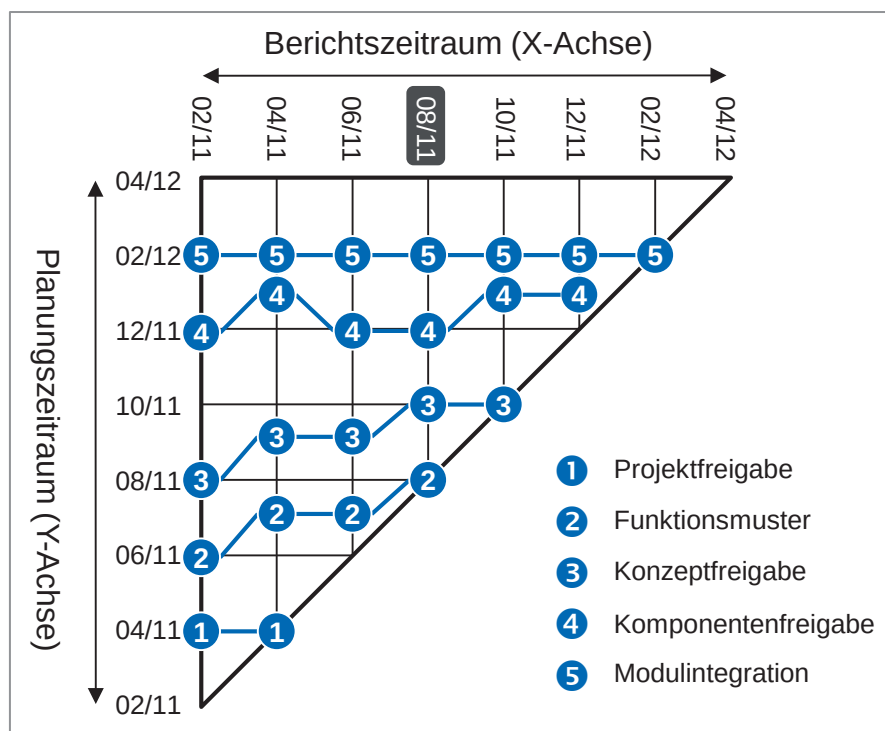


Bild 3-23: Meilenstein-Trendanalyse (MTA) (in Anlehnung an HAB & WAGNER 2006, S. 152)

Wie in der Abbildung dargestellt, werden geplante Meilensteinzeitpunkte auf der Y-Achse dargestellt. Auf der X-Achse, dem Berichtszeitraum, werden die tatsächlichen Meilensteinzeitpunkte und Prognosen dargestellt. Hieraus ergeben sich Prognosekurven, wobei eine zeitliche Verschiebung eines Meilensteins nicht zwangsweise eine Verschiebung nachfolgender Meilensteine bedeutet. Ein waagrecht Verlauf bedeutet eine Einhaltung des ursprünglich geplanten Meilensteintermins, während ein steigender Verlauf auf Verzögerungen und ein fallender Verlauf auf Terminunterschreitungen hinweisen. Im gezeigten Beispiel geht das Projektteam davon aus, dass der Meilenstein 5 (Modulintegration) trotz geringfügiger zeitlicher Veränderungen der Meilensteine 2 bis 4, wie ursprünglich geplant, eingehalten werden kann. Die Meilenstein-Trendanalyse stellt somit eine Kombination von Rückblick auf erreichte Ergebnisse und Ausblick auf noch zu erbringende Leistungen dar (vgl. KUSTER et al. 2008, S. 315).

Während die Meilenstein-Trendanalyse zur Kontrolle und Steuerung der Terminsituation von Projekten ausgelegt ist, bezieht sich die **Kosten-Trendanalyse** (KTA) auf die wirtschaftliche Situation von Projekten. Prinzipiell funktioniert die KTA analog zur MTA. Neben Planwerten zum Kostenverlauf (Basislinie) werden der bisherige tatsächliche Kostenverlauf (aktuell) sowie eine Schätzung über den weiteren Kostenverlauf (Schätzung) grafisch dargestellt. In Bild 3-24 wird dies exemplarisch gezeigt.

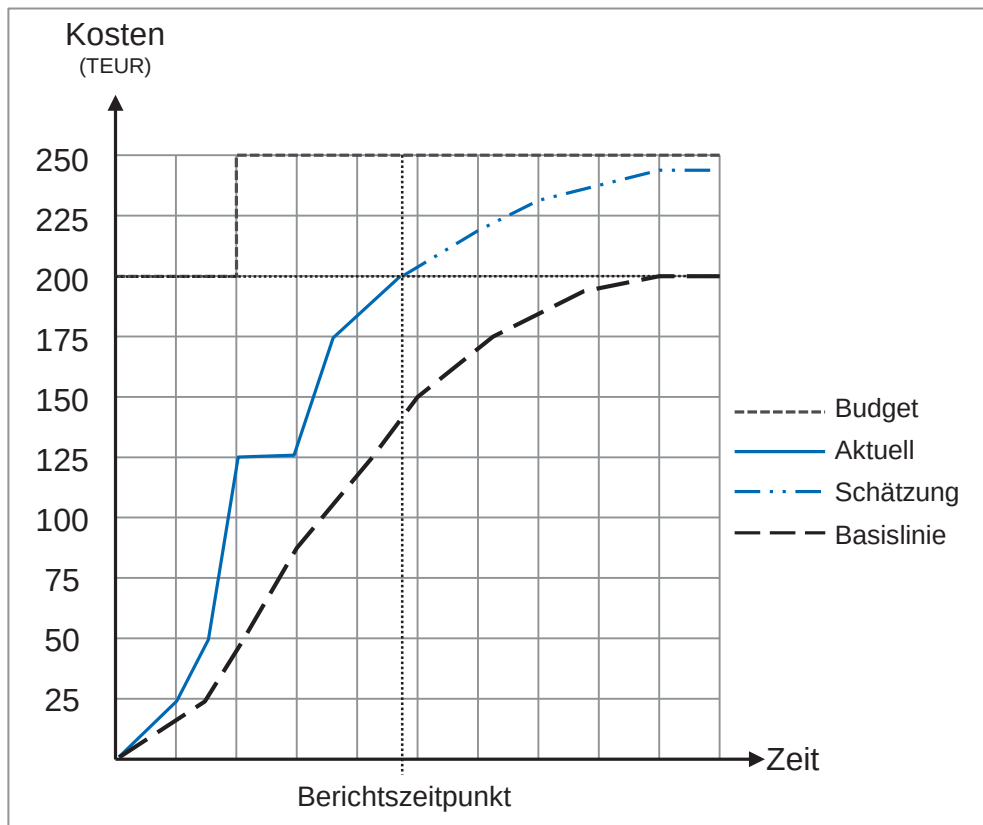


Bild 3-24: Kosten-Trendanalyse (in Anlehnung an KUSTER et al. 2008, S. 316)

Sind ausreichend Informationen zu den tatsächlichen Projektkosten verfügbar und wird die KTA regelmäßig aktualisiert, so stellt die KTA ein geeignetes Mittel zur Verfolgung von Projektkosten dar (vgl. KUSTER et al. 2008, S. 316). Durch die Abgabe von Prognosen über den weiteren Kostenverlauf besteht zudem die Möglichkeit, rechtzeitig in Projekt-Reviews zu diskutieren, ob Maßnahmen zur Kostenreduktion nötig sind, Abstriche hinsichtlich gesetzter Projektziele akzeptiert werden sollten oder ob ggf. auch eine Budgeterhöhung aufgrund neuer Erkenntnisse angebracht ist.

Eine Methode, die versucht, sowohl terminliche, wirtschaftliche als inhaltliche Projektziele gegenüber der ursprünglichen Projektplanung zu beurteilen, ist die sogenannte **Earned-Value-Analyse**, welche auch als Leistungs- oder Fertigstellungswertanalyse bekannt ist (vgl. KUSTER et al. 2008, S. 316 f.).

Der Earned-Value-Analyse geht im Normalfall die Erstellung einer genauen Projektplanung, inklusive eines Projektstrukturplans und einer genauen zeitlichen Ablaufplanung für einzelne messbare Arbeitspakete, voraus (vgl. FLEMING & KOPPELMAN 1999, S. 10 f.).

Durch Zuordnung einer Wertvorstellung für die einzelnen Arbeitspakete, etwa durch Kosten oder Personalstunden, besteht die Möglichkeit die Projektplanung in ein Diagramm zu übertragen, wie es beispielhaft in Bild 3-25 dargestellt wird.

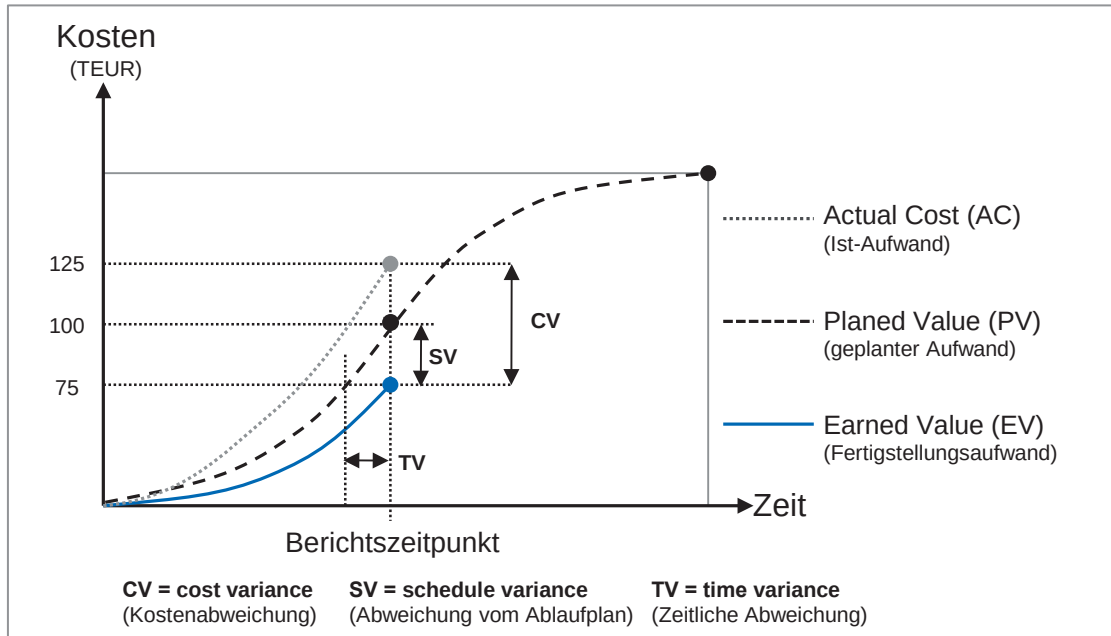


Bild 3-25: Earned-Value-Analyse (eigene Darstellung)

Im gezeigten Bild stellt die schwarz gestrichelte Linie den auf Basis der Arbeitspakete und der zeitlichen Ablaufplanung erstellten Ausgabeverlauf (PV) in Tausend Euro über die geplante Projektdauer dar. Der Endpunkt dieser Linie entspricht damit sowohl dem geplanten Gesamtbudget für das Projekt als auch dem geplanten Fertigstellungstermin des Projekts.

Zusätzlich zum geplanten Aufwand können nun weitere Informationen im Zeitverlauf im Diagramm dargestellt werden. Insbesondere der Ist-Aufwand (AC) und der Fertigungsaufwand (EV) sind für eine ganzheitliche Projektbeurteilung notwendig. Im Beispiel läuft das Projekt deutlich schlechter als geplant. Einerseits ist der Aufwand zum Berichtszeitpunkt bereits deutlich höher, als ursprünglich geplant. Diese Information alleine könnte zu der Annahme führen, dass das Projekt eine schlechte Performance hat. Allerdings wird diese Annahme erst durch den Vergleich mit dem Fertigungsaufwand zum Berichtszeitpunkt bestätigt. Theoretisch könnten zum Berichtszeitpunkt bereits mehr Arbeitspakete abgearbeitet worden sein, was einen höheren Ausgabeverlauf relativieren würde. In der Grafik wird allerdings deutlich, dass im Beispielpunkt zum Berichtszeitpunkt sogar noch weniger Arbeitspakete abgearbeitet worden sind. D. h., die Kostenabweichung (CV) fällt deutlich größer aus, als wenn man nur die Abweichung zum Planwert berücksichtigt. Abweichungen zum Ablaufplan lassen sich sowohl zeitlich (TV) als auch aufwandsmäßig (SV) ablesen.

Der Vorteil der Earned-Value-Analyse ist somit eine übersichtliche Darstellung der wesentlichen Projektparameter in einem Schaubild. Mathematisch und grafisch lassen sich zudem noch weitere Indikatoren erarbeiten, welche über die Performance des betrachteten Projekts weitere Rückschlüsse ermöglichen (vgl. ANBARI 2003).

Als **Fazit zu Methoden zur Steuerung von Innovationsprojekten** lässt sich festhalten, dass es unterschiedliche Methoden gibt, die an sich für eine Projektsteuerung vielversprechend sind. Da alle Methoden allerdings im Kern auf Soll/Ist-Abweichungsanalysen beruhen, stellt sich die Frage, wie gut die Planung von Innovationsprojekten möglich ist. Die Problematik der Projektplanung steigt mit Zunahme des Innovationsgrads für das jeweilige Unternehmen. Je höher der technische Neuheitsgrad und je weniger Kompetenz und Know-how im Unternehmen für das Projekt verfügbar sind, desto schwieriger und unzuverlässiger wird sich die Projektplanung gestalten.

Für hochgradige innovative Projekte besteht daher die Gefahr, dass sich formelle Methoden als Ressourcenverschwendung oder gar als Hindernis für einen erfolgreichen Projektverlauf erweisen können (vgl. WEISE 2007, S. 296). Anstelle von zu starker Prozessformalisierung sollte hier mehr Wert auf Handlungsspielräume und Kreativität für die Projektteams bei der Problemlösung gelegt werden (vgl. WEISE 2007, S. 79 f.).

Auch wenn diese Gefahr prinzipiell besteht, so überwiegen bei komplexen Produkten die Vorteile von Steuerungsmethoden, um zielorientiert und effizient Projekte durchzuführen. Im Innovationskontext ist es wichtig, dass der Planungsaufwand im Verhältnis zu Unsicherheit des Projekts angemessen ist. Außerdem sollte gerade bei hochinnovativen Projekten ein Verständnis des Managements vorhanden sein, dass ständig neue Erkenntnisse auftreten, die ggf. zu einer Anpassung der Projektziele und der Projektplanung führen können und nicht unbedingt auf ein schlechtes Projektmanagement zurückzuführen sind. Des Weiteren schließt ein Einsatz von Projektsteuerungsmethoden mit Augenmaß nicht zwangsweise ein hohes Maß an Kreativität bei der Lösungsfindung und organische Projektstrukturen aus.

3.6.2 Strategische Steuerung

„Das Strategische Controlling (Strategisches Projektmanagement, Management der Projekte) stellt sicher, dass die bewilligten Projekte einen möglichst hohen Beitrag an die Umsetzung der Unternehmensstrategie leisten.“ (KUSTER et al. 2008, S. 155)

Ein strategisches Innovationscontrolling fokussiert auf die Innovationsprojekte des Unternehmens, welche zur Umsetzung der Unternehmens- oder einer explizit formulierten Innovationsstrategie einen Beitrag liefern sollen. Für den formalen Rahmen einer solchen Planung wird die Einrichtung von Innovationskonferenzen vorgeschlagen, in denen zur Erzielung einer Gesamtsystemperspektive Vertreter aller relevanten Unternehmensbereiche zusammenkommen (vgl. ALBRECHT 1999, S. 123).

Allerdings können Projekte in unterschiedlichen Auflösungsebenen betrachtet werden. Während Projektleiter und -teams Detailinformationen zu einzelnen Arbeitspaketen benötigen, sind für Steuerkreise und Multiprojektmanager für eine Ressourcenverteilung und zur Koordination von Projekten weniger detaillierte Informationen ausreichend. Statt einzelner Arbeitspakete stehen eher Aussagen bezüglich der Einhaltung wichtiger Meilensteine, des Projektbudgets und technischer Ziele im Vordergrund, um einzelne Projekte entsprechend zu koordinieren und Ressourcen auf die Projekte zu verteilen.

Wie in Bild 3-26 dargestellt, geht ein strategisches Controlling über die reine Koordination und Ressourcenverteilung hinaus. Strategisches Controlling bedeutet, im Sinne der festgelegten Strategie zu priorisieren und Aufträge zur Umsetzung der Strategie zu erteilen.

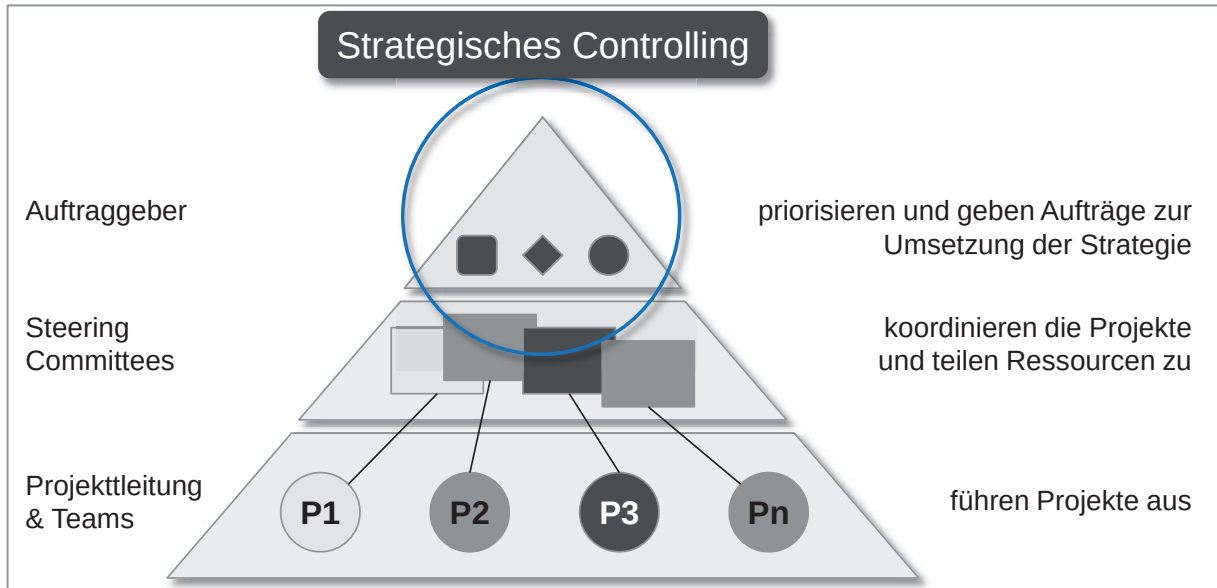


Bild 3-26: Strategisches Controlling (vgl. KUSTER et al. 2008, S. 156)

Um steuernd eingreifen zu können, muss man eine Rückmeldung darüber erhalten, ob konkrete Arbeitspakete, wichtige Meilensteine oder strategische Aufträge, wie geplant, ausgeführt werden. Hierzu bedarf es eines adäquaten Berichtswesens.⁵⁸ Dieses muss je nach Adressat in geeigneter Auflösung (vgl. HALES & SHAYNE 2004, S. 23) einen Status zu den jeweiligen Fragestellungen liefern können.

Formelle Methoden zur strategischen Steuerung

„Nur wer den Gesamtüberblick hat, kann strategische Entscheidungen treffen.“ (BOUTELLIER et al. 1999, S. 168)

Methoden zur Priorisierung eines Projektportfolios wurden bereits im Rahmen dieser Arbeit behandelt.⁵⁹ Bezüglich der relevanten Steuerungsparameter von Projekten wurden ebenfalls bereits einige Methoden für das operative Innovationscontrolling vorgestellt. Diese Parameter bleiben auch für ein strategisches Innovationscontrolling weiterhin relevant. Da sich der Fokus für strategische Entscheidungen von einzelnen Projekten zugunsten ganzer Projektportfolios verschiebt, müssen Informationen in geeigneter Art und Weise verdichtet und den neuen Entscheidungsträgern zur Verfügung gestellt werden. Dieser Abschnitt der Arbeit konzentriert sich daher auf die Thematik des Multi-Projektreporting, wie es exemplarisch in Bild 3-27 dargestellt ist.

⁵⁸ Häufig werden auch synonyme Begriffe wie Projektmonitoring oder Projektreporting verwendet.

⁵⁹ Vgl. Kapitel 3.5.

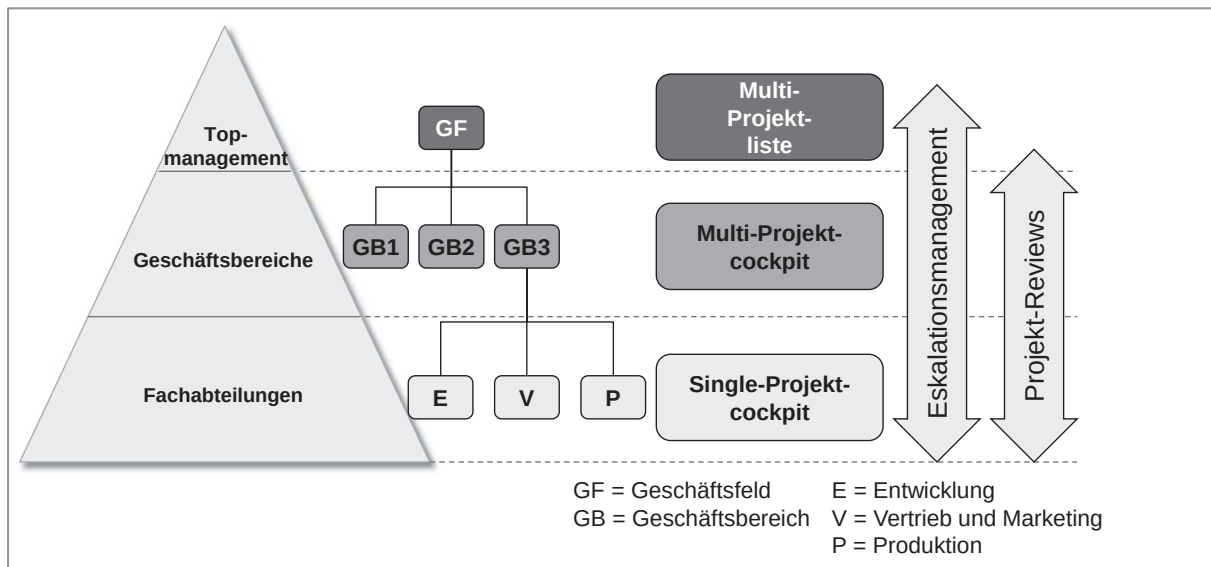


Bild 3-27: Ebenen des Multi-Projektreporting (in Anlehnung an HAB & WAGNER 2006, S. 232)

Auch wenn das Reporting in der Praxis häufig als zusätzlicher Aufwand für die Projektteams angesehen wird, ist es aus unternehmerischer Sicht ein wichtiger Bestandteil, um Projektentscheidungen im Sinne der Strategie zu treffen. Projektteams fokussieren sehr auf die Inhalte ihres Projekts, und häufig identifizieren sich einzelne Projektmitglieder stark mit dem eigenen Projekt. Psychologische Effekte können daher zu verspäteten Projektabbrüchen führen. Zu diesen Effekten zählen etwa eine erhöhte Wahrnehmungsschwelle, eine selektive Wahrnehmung, die Self-Justification⁶⁰, der Sunk-Cost-Effekt⁶¹ und der Optimismus (vgl. ZAYER 2007, S. 213). Um solchen Effekten entgegenzuwirken, hilft es, übergeordnete oder neutrale Instanzen in die Projekt-Reviews einzubeziehen, welche sich nicht nur mit der Steuerung eines einzelnen Projekts befassen.

Ein Multi-Projektreporting soll die steuerungsrelevanten Informationen zu den einzelnen Projekten in einer Art und Weise zur Verfügung stellen, dass die Entscheidungsträger in der Lage sind, sich schnell einen Überblick über die laufenden Projekte und deren Status zu beschaffen. Je nach Anzahl der Projekte können hierzu unterschiedliche Formen eines Projektreportings sinnvoll sein. In Bild 3-28 ist ein Beispiel für ein sogenanntes Multi-Projekt-Cockpit dargestellt, wie es sich für eine überschaubare Anzahl an Projekten in einem Portfolio eignet.

⁶⁰ Hierunter ist in diesem Kontext zu verstehen, dass Entscheider ihr positives Selbstbild vor dem negativen Ereignis eines Projektabbruchs schützen möchten (vgl. ZAYER 2007, S. 66).

⁶¹ Der Sunk-Cost-Effekt beschreibt im Falle von verspäteten Projektabbrüchen das psychologische Phänomen, dass Individuen Projekte, in die viele Ressourcen investiert worden sind, grundsätzlich als wertvoll erachten. Diese vergangenheitsorientierte Sichtweise kann dazu führen, dass solche Projekte trotz negativer Zukunftsaussichten häufig nicht oder zu spät abgebrochen werden (vgl. ZAYER 2007, S. 69).

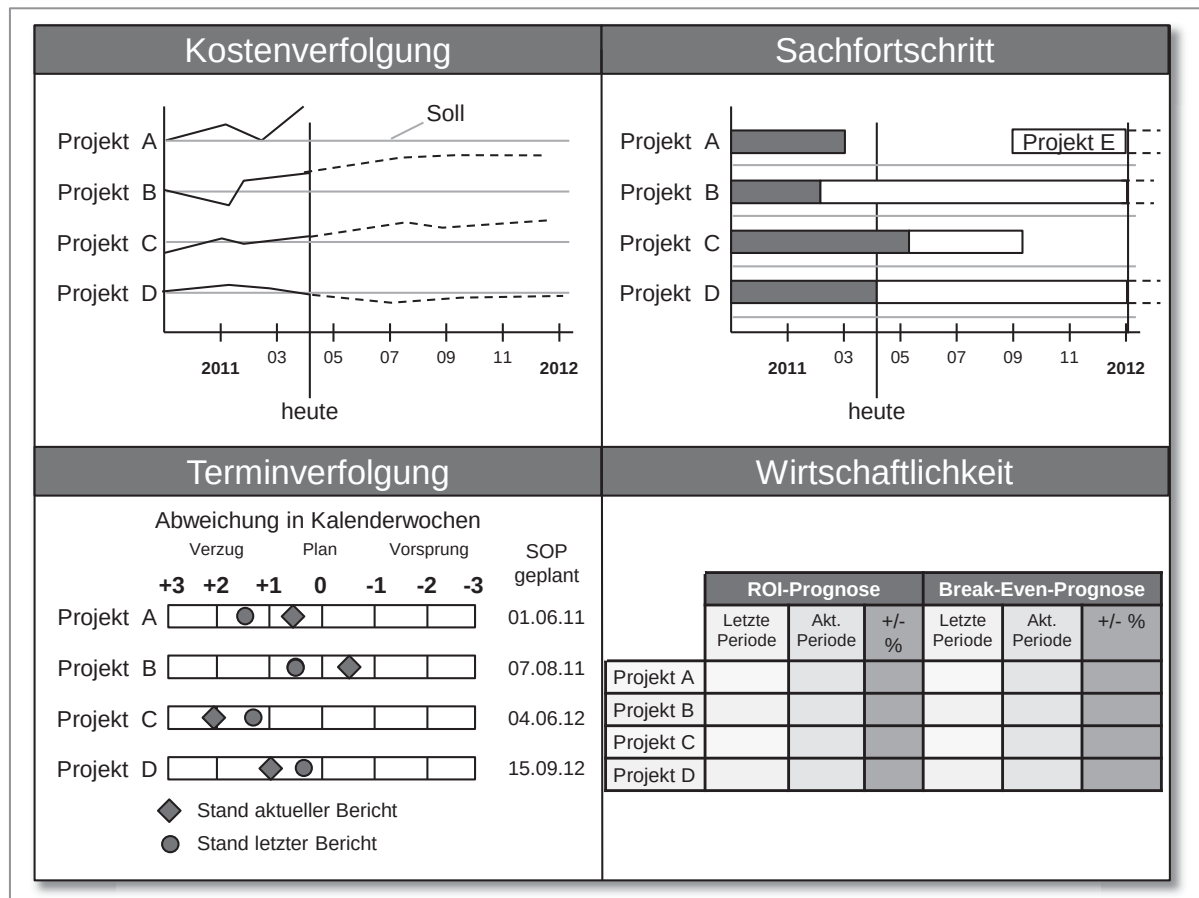


Bild 3-28: Beispiel eines Multi-Projekt-Cockpit (in Anlehnung an HAB & WAGNER 2006, S. 234)

Für Multi-Projektmanager bietet eine solche standardisierte Form der Berichterstattung mehrere Vorteile. Feedback-Berichte werden klar und eindeutig gestaltet und bieten somit eine bessere Vergleichbarkeit der Projekte. Bei regelmäßiger Berichterstattung und Einbindung des Topmanagements werden zudem verspätete Projektabbrüche vermieden (vgl. ZAYER 2007, S. 178 f.) und der Erfolg des Multi-Projektmanagements erhöht (vgl. SCHOTT & CAMPANA 2005, S. 118 f.).

3.7 Eignung der Methoden

Die Auswahl an zur Verfügung stehenden Bewertungsmethoden ist groß. Für Unternehmen stellt sich die Frage, welche Methoden die richtigen sind bzw. wann welche Methoden eingesetzt werden sollten. Diese Frage ist immer im Zusammenhang mit dem verbundenen Aufwand-Nutzen-Verhältnis zu stellen.

3.7.1 Eignung qualitativer Bewertungsverfahren

Qualitative Methoden, wie die vorgestellte Argumentenbilanz, die ganzheitliche Präferenzbildung und Projektprofile, sind aufwandsarm und leicht an die Besonderheiten und die Situation eines Unternehmens anzupassen. Je nach Erläuterungen der getroffenen Entscheidungen können diese auch von nicht anwesenden Personen nachvollzogen werden. Werden sie jedoch nicht ausreichend dokumentiert oder lässt die Dokumentation einen Interpretationsspielraum,

so ist eine Nachvollziehbarkeit nicht unbedingt gewährleistet. Besonders die ganzheitliche Präferenzbildung sollte aus diesem Grund gründlich dokumentiert werden. Im Hinblick auf subjektive Einflüsse und gruppendynamische Effekte sind qualitative Verfahren anfälliger als quantitative Verfahren. Die Anpassungsfähigkeit und Flexibilität der qualitativen Methoden ermöglicht es, dass mehrere Ziele des Unternehmens bei der Bewertung berücksichtigt werden können. Möchte ein Unternehmen eine Menge an Innovationsideen oder -projekten priorisieren bzw. in eine eindeutige Rangfolge bringen, stoßen qualitative Methoden schnell an ihre Grenzen. Nur die vorgestellte ganzheitliche Präferenzbildung ist dazu einigermaßen in der Lage. Aufgrund des geringen Aufwands sowohl bei der Datenerhebung als auch bei der Durchführung der qualitativen Methoden sind sie besonders für die Phase der Ideenvorauswahl geeignet, um eine größere Anzahl an Innovationsideen erstmalig zu sichten und zu filtern. Dies wird zusätzlich dadurch begünstigt, dass die Durchführung auch ohne genaue Markt-, Kosten- und Preisprognosen möglich ist.

Je nach Ausprägung können Projektprofile bereits zu den semiquantitativen Verfahren gezählt werden. Wird durch die Verwendung einer Zahlenskala eine Vergleichbarkeit von qualitativen und quantitativen Daten hergestellt, sind die Projektprofile die Visualisierung einer einfachen Punktbewertung. Diese Visualisierung kann auch zur Plausibilisierung der Bewertung verwendet werden, da die einzelnen Einflüsse auf den Gesamtpunktwert ersichtlich werden.

3.7.2 Eignung semiquantitativer Bewertungsverfahren

Scoringverfahren, wie die einfache oder gewichtete Punktbewertung, die Nutzwertanalyse oder die Vorrangmethode, basieren alle auf derselben Überlegung. Der Gesamtnutzen einer Innovation gründet auf mehreren Faktoren. Diese Faktoren stellen Teilziele dar, an denen sich einzelne Ideen oder Projekte messen lassen müssen. Für all diese Verfahren gilt somit, dass sie die praxisrelevante Forderung nach einer Berücksichtigung multipler Ziele erfüllen. Im Hinblick auf den Aufwand der Bewertung gilt, dass dieser von der einfachen Punktbewertung über die gewichtete Punktbewertung, die Nutzwertanalyse bis hin zur Vorrangmethode stark zunimmt. Gleichzeitig steigt aber auch die Nachvollziehbarkeit der Bewertungsergebnisse. So spiegelt die Festlegung der Gewichtung die Präferenzen der Bewerter wider. Durch die hierarchische Struktur des Zielsystems einer Nutzwertanalyse und der Konsistenzüberprüfung des Zielsystems bei der Vorrangmethode nehmen subjektive Einflüsse zusätzlich ab und werden transparenter. Dadurch, dass diese Methoden einen eindeutigen Gesamtnutzwert für jedes Bewertungsobjekt als Ergebnis liefern, eignen sie sich besonders zur Priorisierung und Bildung einer Rangfolge von Projekten und Projektvorschlägen.

Bei der Auswahl von F&E-Projekten können solche Methoden im Praxiseinsatz gute Resultate erzielen, und Unternehmen sollten solche Bewertungsansätze daher durchaus in Betracht ziehen (vgl. COOPER et al. 1999, S. 351). Allerdings darf die Aussagekraft der Ergebnisse auch nicht überschätzt werden (vgl. GRANIG 2007, S. 64). Die Erstellung eines vollständigen und konsistenten Zielsystems sowie eine korrekte Einschätzung einzelner Ausprägungen können problematisch sein. Die mathematisch errechneten Werte können schnell eine Scheingenaugkeit suggerieren, die in der Realität nicht gerechtfertigt ist.

Die vorgestellten **Portfolioanalysen** gehen über die Einzelbewertung hinaus, indem sie einen Überblick über die Gesamtheit der einzelnen Projektvorhaben und/oder Projekte liefern. Sie

können dabei helfen, Verknüpfungen zwischen einzelnen Projekten aufzudecken, eine strategische Ausrichtung der gesamten Entwicklungsabteilung sicherzustellen oder die zukünftige strategische Ausrichtung durch Analyse eines Ist-Portfolios neu zu diskutieren (vgl. COOPER et al. 1999, S. 335). Außerdem können sie Entscheidungen für oder gegen einzelne Projekte und eine strategische Ressourcenverteilung unterstützen (vgl. COOPER et al. 2001b, S. 3). Die Positionierung der einzelnen Projekte im jeweiligen Portfolio erfolgt meist analog der Scoringverfahren. Durch die Aggregation der Ergebnisse auf zwei wesentliche Dimensionen und durch die grafische Darstellung können allerdings Diskussionen im Management erleichtert werden.

Die Ansätze des **Technologie-Roadmapping** und der sogenannten „**Strategic Flexibility**“ setzen bereits genaue Zielvorstellungen voraus, die in einem gewissen Zeitraum zu erreichen sind. Sind mehrere Szenarien im Rahmen einer Szenario-Analyse erarbeitet worden, so sind die Ziele für jedes Szenario festzulegen. Für die wichtigsten strategischen Ziele bieten beide Verfahren eine gute Möglichkeit, die Projekte, die zur Erreichung der formulierten Ziele notwendig sind, entsprechend zu priorisieren und mit ausreichend Ressourcen durch das Unternehmen zu versorgen. Der Roadmapping-Ansatz sorgt zusätzlich für eine gewisse Verbindlichkeit hinsichtlich der Projektrealisierung, da bereits ein grober Zeitplan ersichtlich ist, der größere Abweichungen transparent macht. Roadmaps können aufgrund ihrer Visualisierung auch gut als Kommunikationsmedium im Unternehmen eingesetzt werden. Durch frühzeitige Einbindung anderer Geschäftsbereiche, wie etwa Marketing und Vertrieb, Beschaffung und Produktion, kann sichergestellt werden, dass die notwendigen Projekte durch das gesamte Unternehmen Unterstützung erhalten und keine unerwarteten nachträglichen intraorganisationalen Hindernisse auftreten.

3.7.3 Eignung quantitativer Bewertungsverfahren

Quantitative Verfahren zeichnen sich besonders durch die explizite Berücksichtigung monetärer Größen, die Notwendigkeit fundierter Analysen aufgrund des Informationsbedarfs zur Durchführung und des geringen Interpretationsspielraums allgemein bekannter und rein quantitativer Aussagen aus (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 214). Für radikale Innovationen oder Plattformprojekte gestaltet sich die Prognose der zukünftigen Ein- und Ausnahmen in der Praxis allerdings schwierig. Ebenso können F&E-Ergebnisse in mehreren Produkten zur Anwendung kommen, was eine Zuordnung der finanziellen Rückflüsse zu einzelnen Projekten erschwert (vgl. SPECHT et al. 2002, S. 216). Die Informationsasymmetrien zwischen Ein- und Auszahlungen sorgen für eine schwer beherrschbare Unsicherheit bei der Prognose der relevanten Inputgrößen für die quantitativen Verfahren (vgl. GERYBADZE 2004, S. 291). Sind Vergleiche zu Vorgänger- oder Konkurrenzprodukten durch entsprechende Erfahrungswerte möglich, wird der Einsatz dieser Verfahren deutlich erleichtert.

Die **Kapitalwertmethode** und die daraus abgeleiteten Verfahren der **Annuitäten** und des **internen Zinsfußes** bieten aufgrund der Berücksichtigung von As- und Diskontierung eine zusätzliche Genauigkeit bei der Ermittlung einer Aussage über die Vorteilhaftigkeit von Projektalternativen. Als größter Kritikpunkt dieser Verfahren gehört, neben den Prämissen eines vollkommenen Kapitalmarkts, der Festlegung eines eindeutigen Kalkulationszinssatzes und der Problematik, die Höhe und den Zeitpunkt von Ein- und Auszahlungen zu bestimmen, ins-

besondere die zugrunde gelegte Entscheidungssituation, bei der es um alles oder nichts geht. Diese mag für bestimmte Investitionsprojekte durchaus unproblematisch sein, bildet allerdings die Möglichkeiten und Flexibilität von Entwicklungsprojekten nur ungenügend ab. „Bei neuen Produktprojekten wird jedoch Stück für Stück investiert – die Ausgaben werden also ständig gesteigert.“ (COOPER 2002, S. 263)

Die Möglichkeiten, bestimmte Optionen in Entwicklungsprojekten bei der Bewertung der Vorteilhaftigkeit von Projektalternativen zu berücksichtigen, stehen im Zentrum der **Realoptionsansätze**. Entscheidungssituationen und Handlungsmöglichkeiten können bei diesen Verfahren realistischer wiedergegeben werden. Finanzmathematische Verfahren, welche ursprünglich für Finanzoptionen angedacht waren, können jedoch schnell anspruchsvoll werden. Im Folgenden werden die Schwierigkeiten **bei der Berechnung von Realoptionen**, welche größtenteils aus den Unterschieden zwischen Real- und Finanzoptionen resultieren, kurz erläutert (vgl. GRANIG 2007, S. 129 f.).

Im Gegensatz zu Aktien kann der Barwert des Cashflows einer Innovation nur schwer geschätzt werden, außerdem sind Innovationen nicht so fungibel wie Aktien. D. h., sie können nicht ohne Weiteres sofort in Geld oder andere Anlageformen umgewandelt werden. Weiterhin bestehen häufig Interaktionseffekte zwischen den einzelnen Realoptionen, und sie sind zudem Wettbewerbseinflüssen ausgesetzt. Auch ergeben sich bei Realoptionen häufiger Handlungsmöglichkeiten, was zu einer großen Bewertungsvielfalt führen kann. Der Aufwand von Realoptionsverfahren ist damit in der Praxis deutlich größer als bei herkömmlichen kapitalwertbasierten Verfahren.

Allerdings ist die Erkenntnis, dass Handlungsoptionen an sich einen Wert besitzen können, für Unternehmen von großer Bedeutung. Dies bedeutet nämlich, dass klassische Investitionsrechnungen, wie sie häufig in Unternehmen zum Einsatz kommen, unter Umständen ein zu niedriges Ergebnis ausweisen und somit Innovationsinitiativen behindern können.

VAHS und BURMESTER fassen **Vor- und Nachteile von quantitativen Verfahren** wie folgt zusammen (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 214 f.):

- Berücksichtigung monetärer Größen
- Notwendigkeit fundierter Analysen aufgrund des Informationsbedarfs
- Wenig Interpretationsspielraum aufgrund quantitativer Aussagen
- Relativ hoher Aufwand (besonders bei den dynamischen Verfahren)
- Keine Berücksichtigung qualitativer Aspekte
- Subjektive Einflussmöglichkeiten
- Unsicherheit bei der Schätzung monetärer Größen

Für Produktlinienerweiterungen und Produktmodifikationen sowie für spätere Phasen im Entwicklungsprozess können quantitative Methoden erfolgreich eingesetzt werden, da die notwendigen Inputdaten in ausreichender Qualität verfügbar bzw. durch Akzeptanztest validiert werden können. Für diese Fälle sind quantitative Verfahren schnell und einfach anwendbar und die Ergebnisse auch mathematisch nachvollziehbar. Bei der Projektauswahl von innovativen Neuprodukten kann der alleinige Einsatz dieser Methoden allerdings oft zu

falschen Entscheidungen führen (vgl. COOPER 2002, S. 255). Speziell für das Umfeld der Vorentwicklung von Produkt- und Komponenteninnovationen kann es daher nicht empfohlen werden, Entscheidungen nur aufgrund der Ergebnisse von Wirtschaftlichkeitsrechnungen zu treffen (vgl. COOPER 2005). Es gibt sogar Anzeichen dafür, dass Unternehmen, die sich zu sehr auf den Einsatz finanzieller Bewertungskriterien und -verfahren fokussieren, sich selbst schaden und das Portfolio ihrer Entwicklungsprojekte einen unterdurchschnittlichen Wert besitzt (vgl. COOPER 2006b, S. 29).

Zum richtigen Zeitpunkt und für die richtigen Projekttypen eingesetzt, sind sie allerdings gut geeignet, um eindeutige Projektrangfolgen zu erstellen.

3.7.4 Eignung von Methoden zur Steuerung

Die vorgestellten Methoden des Innovationscontrollings entstammen dem klassischen Projektmanagement und finden in der Praxis bereits ihre Anwendung. Die genannten Methoden sind gut geeignet, um Abweichungen von der Planung rechtzeitig transparent zu machen, damit steuernd eingegriffen werden kann. Im Innovationsprozess spielen aber Themen wie erhöhte Planungsunsicherheit und Risiken sowie Kreativität und Flexibilität eine große Rolle.

Für die Entscheidungsträger ist diese Erkenntnis von zentraler Bedeutung, da die Erwartungshaltung gegenüber einer exakten Planeinhaltung relativiert werden muss. Steigt der Innovationsgrad, steigen im Normalfall auch die Projektrisiken. Ob ein Innovationscontrolling erfolgreich die Effektivität und Effizienz im Innovationsprozess erhöht oder aufgrund übertriebener Erwartungen an Termin-, Kosten- und Sachfortschrittskontrolle gar negative Effekte auf das Innovationsportfolio hat, liegt im Umgang mit den Methoden. Im positiven Fall wird die gewonnene Transparenz dazu verwendet, Projektleiter lösungsorientiert zu unterstützen. Gerade in größeren Unternehmen kann eine Unterstützung durch das Topmanagement helfen, Hürden und Barrieren im Innovationsprozess zu überwinden. Im negativen Fall, also wenn die gewonnene Transparenz dazu verwendet wird, Projektleiter bei Abweichungen und Problemen „anzuzählen“, kann ein Innovationscontrolling allerdings zu einer Verschlechterung der Innovationskultur führen. Statt hochinnovative Projekte schneller zum Erfolg zu führen, werden sich langfristig kaum mehr engagierte Projektleiter für risikobehaftete Innovationsprojekte finden.

3.8 Konsequenzen für den Methodeneinsatz in der Praxis

Alle vorgestellten Methoden, sowohl zur Bewertung als auch zur Steuerung von VE-Projekten, bieten für bestimmte Einsatzszenarien klare Vor- und Nachteile. Eine geschickte Kombination unterschiedlicher Methoden kann zudem generelle Defizite bestimmter Methoden ausgleichen. Die rein auf finanzielle Größen abgestimmten Verfahren der Wirtschaftlichkeitsrechnung können durch Nutzwertanalysen ergänzt werden oder mit ihren Ergebnissen in eine solche einfließen (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 215). Auch ein zeitlich gestaffelter Einsatz von bestimmten Methoden, wie er bei den bereits vorgestellten Stage-Gate-Prozessen vorgesehen ist, verbindet die Vorteile unterschiedlicher Methoden. Abhängig von der Qualität der Inputdaten, können zunehmend aufwendigere Methoden eingesetzt werden.

Für Unternehmen existieren daher einige zentrale Punkte, die **vor einer Projektbewertung** geklärt werden müssen und sich maßgeblich auf das Aufwand-Nutzen-Verhältnis auswirken:

1. Was möchte man mit der Bewertung bezwecken?
 - Ziele der Bewertung (mehrdimensional vs. eindimensional)
 - Gewünschte Ausprägung der Ziele (Image, Technologieführerschaft, kurzfristige oder langfristige Renditeerwartungen etc.)
2. Was soll bewertet werden?
 - Projektanzahl (wenige oder viele Projekte)
 - Reifegrad der Projekte und Risiko der Inputinformationen für eine Bewertung (technische und marktseitige Unsicherheit)
 - Risiko für das Unternehmen bei Projektmisserfolg (keine oder geringe Auswirkungen oder existenzielles Unternehmensrisiko)
 - Kunden der Projektergebnisse (interne Kunden wie Beschaffung oder Produktion, Folgeprojekte bei Enabler-Technologien oder externe Kunden)
 - Konkurrierende Lösungsvorschläge oder alternative Projekte mit unterschiedlicher Zielsetzung
 - Einzelne Projekte oder Projektportfolio (Risikoerwartungen an ein Gesamtportfolio oder unabhängige Betrachtung von Einzelprojekten)
3. Wie soll bewertet werden?
 - Auswahl geeigneter Kriterien und Methoden
4. Wann soll bewertet werden?
 - Ideen, Projektvorschläge, Projekte zu unterschiedlichen Zeitpunkten, nachträgliche Projektbewertung
5. Wer soll bewerten?
 - Einzelpersonen, Gruppen, Fachexperten, Manager, interdisziplinäre Teams, einzelne Fachbereiche
 - Einbeziehung von internen und externen Kunden

Die vorgestellten Fragestellungen erheben nicht den Anspruch auf Vollständigkeit, zeigen jedoch die Herausforderung der richtigen Vorgehensweise in der Praxis. Um im Unternehmen ein geeignetes Bewertungssystem installieren zu können, muss man, von den Bewertungsobjekten ausgehend, entscheiden, welche Methoden zu welchem Zeitpunkt für welche Projekttypen eingesetzt werden sollen. Die Akzeptanz von Bewertungsmethoden hängt in erster Linie von ihrer Eignung in der konkreten Bewertungssituation ab. Der Klärung der Bewertungssituation und der Vorbereitung der Bewertung durch die Auswahl geeigneter Kriterien und Methoden und die Einholung relevanter Informationen sollten daher große Aufmerksamkeit gewidmet werden.⁶²

⁶² Nach LAUX und LIERMANN liegen die Ursachen für Fehlentscheidungen häufig an der erwogenen Menge an Alternativen, einer ungeeigneten Informationsstruktur, inadäquater Prognosefunktionen, Wahl eines falschen Ziel- oder Kriteriensystems und Verwendung ungeeigneter Entscheidungsmodelle (vgl. LAUX & LIERMANN 2005, S. 456 f.).

4 Situationsanalyse eines Automobilherstellers

In diesem Kapitel sollen allgemeine und spezielle Probleme eines OEMs erläutert werden, die im Kontext der Vorentwicklung entstehen können. Hierbei werden vereinzelt auch Punkte aus der Einleitung noch einmal aufgegriffen und deren Auswirkungen auf die Vorentwicklung näher untersucht. Neben allgemeinen Beschreibungen aus branchenspezifischer Literatur fließen insbesondere die Projekterfahrungen des Autors mit in dieses Kapitel ein. Die Betrachtung der Problem- und Handlungsfelder aus OEM-Sicht ist notwendig, um die genauen Rahmenbedingungen für die Gestaltung von Innovationsprozessen und für den Einsatz von Methoden festzulegen.

4.1 Problem- und Handlungsfelder der Vorentwicklung

In diesem Kapitel soll ein Verständnis für die allgemeine Situation der Vorentwicklung in der Automobilindustrie geschaffen werden, um die zu berücksichtigenden Besonderheiten für die Bewertung und Steuerung von Vorentwicklungsprojekten aufzuzeigen. Hierzu wurden sechs Problem- bzw. Handlungsfelder definiert, wie sie in Bild 4-1 dargestellt sind.



Bild 4-1: Problem- und Handlungsfelder der Vorentwicklung

Die einzelnen Felder, welche im Folgenden detailliert beschrieben werden, sind nicht als unabhängig und strikt voneinander abgrenzbar zu betrachten. Vielmehr beeinflussen sich die genannten Problemfelder aufgrund diverser Wechselwirkungen gegenseitig.



4.1.1 Handlungsfeld „Komplexität“

Komplexität in der Produktentwicklung kann verschiedene Ursachen haben. Generell lässt sich aber zwischen externer und interner Komplexität unterscheiden. Während ein Unternehmen externe Komplexität, wie unterschiedliche Kundenansprüche, Gesetze, Normen, Standards oder auch die Anzahl und das Verhalten der Wettbewerber, kaum oder zumindest nicht unmittelbar beeinflussen kann, gibt es mehrere interne Komplexitätsaspekte, denen sich ein Unternehmen aktiv stellen kann. LINDEMANN zählt Produkt- und Prozesskomplexität, aber auch organisatorische Komplexität zu dieser Kategorie (vgl. Bild 4-2).

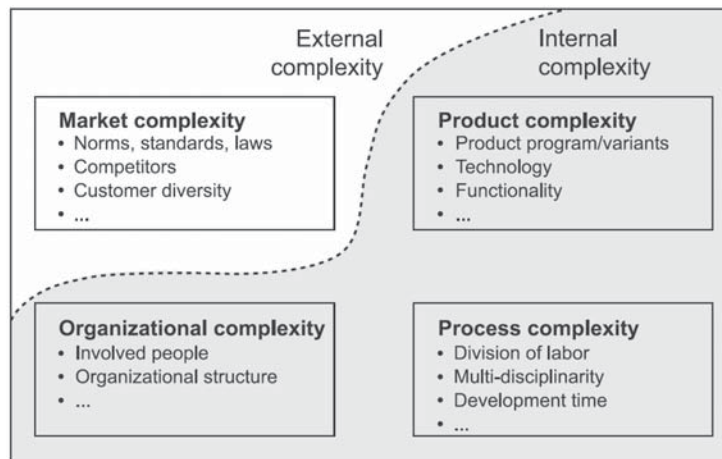


Bild 4-2: Komplexitätsaspekte in der Produktentwicklung (LINDEMANN et al. 2009, S. 27)

Für einen Fahrzeughersteller sind sowohl externe als auch interne Komplexitätsaspekte eine große Herausforderung. Da die Produkte häufig in der ganzen Welt oder zumindest in mehreren Märkten angeboten werden, muss eine unzählige Menge an Normen, Standards und Gesetzgebungen beachtet werden. Kunden aus unterschiedlichen Kulturkreisen und Regionen sorgen darüber hinaus für eine große Menge an spezifischen Anforderungen, da sich sowohl die Nutzungsgewohnheiten, aber auch die Qualität von Treibstoffen und Straßen deutlich unterscheiden können. Um den externen Herausforderungen und eigenen strategischen Zielen, wie beispielsweise Volumenwachstum und Rentabilitätssteigerungen, gerecht zu werden, reagieren viele Hersteller mit der Diversifizierung ihre Produktportfolios. So werden etwa Varianten für Rechts- und Linksenkermärkte entwickelt, die Angebotspalette vom Einsteiger bis zum Luxusfahrzeug erweitert und selbst Nischensegmente erobert. Außerdem steigt mit den zunehmenden Gesetzes- und Kundenanforderungen die Anzahl der eingesetzten Technologien und Funktionen. Um diese Komplexitätssteigerung im Produktportfolio und in den Produkten selbst noch handhaben zu können, sind auch Änderungen in den Prozessabläufen und der Organisation notwendig.

Die Komplexität wird definiert durch Varietät, also durch die Arten und Anzahl der Elemente sowie der Konnektivität, also durch die Arten von Beziehungen und die Anzahl der Beziehungen (vgl. PATZAK 1982, S. 23). LINDEMANN ergänzt diese Definition noch um die Aspekte der Dynamik und der Art und Anzahl möglicher Zustände von Systemen (vgl. LINDEMANN 2009, S. 10).

Nachfolgend werden zunächst die produktseitigen Komplexitätsaspekte und deren Auswirkungen auf die Vorentwicklung eines Automobilherstellers behandelt.

4.1.1.1 Ausweitung der Modellpalette

Auf Produktebene lassen sich zwei verschiedene Komplexitätstreiber identifizieren, die maßgeblichen Einfluss auf die Vorentwicklung besitzen. Zum einen lässt sich feststellen, dass in den letzten Jahrzehnten viele OEMs eine **Ausweitung der Modellpalette** durchgeführt haben und teilweise immer noch durchführen. Besonders im sogenannten Premium-Segment haben Firmen wie BMW (vgl. RENNER 2007, S. 19) oder Audi ihr Produktportfolio in den letzten Jahren stark ausgebaut (siehe Bild 4-3). Die Audi AG möchte es bis zum Jahr 2015 sogar auf 40 Modelle ausbauen (vgl. SPIEGEL ONLINE 2007).

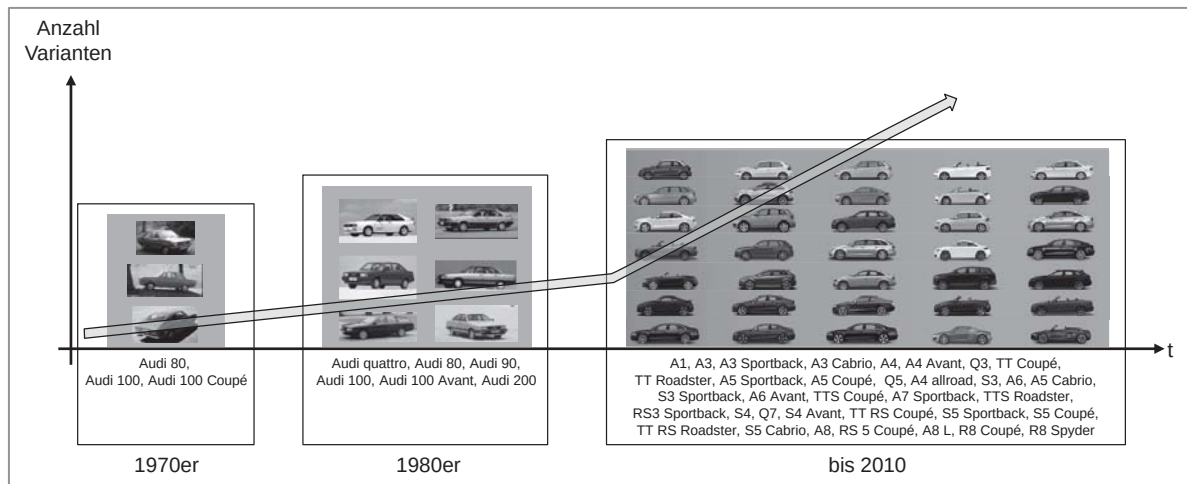


Bild 4-3: Exemplarische Darstellung der Ausweitung der Modellpalette der Audi AG (eigene Darstellung; Bildmaterial: Audi AG)

Eine solche Ausweitung der Modellpalette ist unter Renditegesichtspunkten nur dann sinnvoll, wenn entsprechende Entwicklungs- und Produktionskosten durch eine Gleichteilestrategie möglichst niedrig gehalten werden können. In der Automobilindustrie haben daher in den letzten Jahren bei allen größeren Herstellern (**Modul-)**Baukastensysteme und **Plattformen** an Bedeutung gewonnen. Ziel dieser Baukästen und Plattformen ist in erster Linie eine Effizienzerhöhung. Plattformen ermöglichen hierbei eine horizontale Effizienz hinsichtlich des Einsatzes von Gleichteilen, während Baukästen sowohl horizontal als auch vertikal die Effizienz erhöhen (vgl. Bild 4-4).

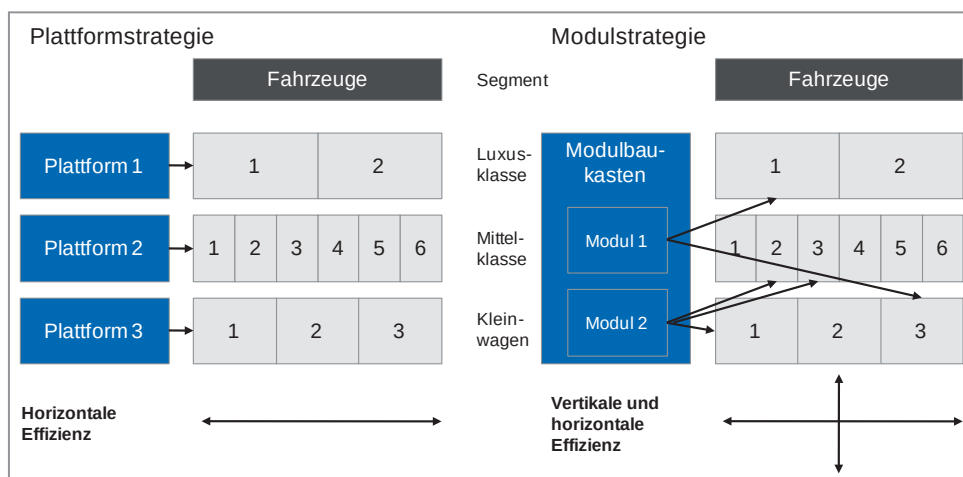


Bild 4-4: Plattform und Modulstrategie (HÜTTENRAUCH & BAUM 2008, S. 134)

In Konzernen können Plattformen und Module auch über mehrere Marken hinweg eingesetzt werden, um größere Stückzahleneffekte zu erzielen. Allerdings nehmen auch der Abstimmungsaufwand und die Komplexität zu, wenn die Anforderungen mehrerer Marken berücksichtigt werden sollen. Plattformen und Baukästen schließen sich zudem nicht gegenseitig aus, sondern können sich ergänzen (HÜTTENRAUCH & BAUM 2008, S. 136). Durch die erzielten Kostenvorteile gelingt es, dem Kunden und seinen individuellen Vorstellungen durch ein entsprechend großes Angebot an verschiedenen Varianten entgegenzukommen. Die sogenannte individualisierte bzw. kundenindividuelle Massenfertigung („mass customization“) findet inzwischen auch in anderen Branchen verstärkt Anwendung (vgl. MORGAN & LIKER 2006, S. 7). PILLER bezeichnet das Mass-Customization-Konzept auch als „Standardisierung der Individualisierung“ (PILLER 2006, S. 176), bei der insbesondere modulare Produktarchitekturen Erfolgversprechend sind. Konstruktive Maßnahmen wie Baukästen und Plattformen stellen somit ein Mittel dar, um den vom Kunden bzw. Markt geforderten Varianten auf eine wirtschaftliche Weise zu begegnen (vgl. GAUSEMEIER et al. 2004, S. 168).

Für die Vorentwicklungen der OEMs ergeben sich sowohl Vor- als auch Nachteile. Einen potenziellen **Vorteil** stellen die kürzer getakteten und zeitlich überlappenden Produktentstehungsprozesse einzelner Fahrzeuge dar. Die zeitliche Integrationsproblematik bestimmter Vorentwicklungsergebnisse wird durch eine Erhöhung der Anzahl potenzieller Zielfahrzeuge deutlich entschärft. Dies wird zusätzlich dadurch begünstigt, dass viele Modelle von ihrer Marktpositionierung durch die Ausweitung der Modellpalette inzwischen näher beieinanderliegen. Beispielsweise ließ sich vor einigen Jahren eine teure Komfortinnovation nur in einem oder sehr wenigen Modellen eines OEMs integrieren, da das Oberklasse-Segment meist mit nur einer Limousine abgedeckt war. Heute stehen neben der klassischen Oberklasse-Limousine wie S-Klasse, BMW 7er oder Audi A8 zusätzlich Coupés wie der Mercedes CLS, der 6er BMW, der Audi A7 oder entsprechend luxuriöse SUVs als potenzielle Zielfahrzeuge für solche Innovationen zur Verfügung. Besonders Komponenten, die keine oder nur sehr geringe Änderungsauswirkungen auf die genannten Baukästen und Plattformen haben, haben entsprechend viele Möglichkeiten, ein oder mehrere adäquate Zielfahrzeuge zu finden. Ist die innovative Komponente zusätzlich für einen Großteil des Portfolios sinnvoll, kann die insgesamt höhere Stückzahl auch auf Wirtschaftlichkeitsberechnungen positive Auswirkungen haben und letztendlich den Ausschlag zur Entwicklungsentscheidung geben. Allerdings stellt es in der Praxis immer wieder eine Herausforderung dar, einen Business Case über mehrere Modelle zu rechnen, da damit Entscheidungen für zukünftige Fahrzeugmodelle und deren gewünschte Positionierung vorausgenommen werden.

Zu den **Nachteilen** lassen sich besonders zwei Herausforderungen zählen. Die Ausweitung der Modellpalette führt auch zu einer starken Zunahme der Serienentwicklungstätigkeiten. Da jedoch die Unternehmen bestrebt sind, die Personalstärke ihrer Entwicklungsabteilungen möglichst nur gering anzuheben, um die Wirtschaftlichkeit der Nischenmodelle nicht zu gefährden, müssen die Serienentwicklungsprozesse möglichst effizient gestaltet werden. Der Einsatz moderner Methoden (z. B. aus dem CAD/CAE-Umfeld oder dem Varianten- und Komplexitätsmanagement) sollen hierbei unterstützen. Jedoch lässt sich in der Praxis immer wieder beobachten, dass es aufgrund der hohen Produktkomplexität durchaus zu Problemen in der Serienentwicklung kommen kann. Die Gefahr für die Innovationskraft der Unternehmen

besteht nun darin, dass die Probleme der Serienentwicklung eine hohe Dringlichkeit aufweisen, um den „Start of Production“-Termin (SOP) nicht zu gefährden. Dieser Termin stellt nicht nur aus finanzieller Sicht einen wichtigen Meilenstein dar. Ebenso könnte durch eine größere Verschiebung dieses Meilensteins die Ressourcenplanung für den gesamten Cycleplan gestört werden und damit große Auswirkungen auf die Unternehmensplanung haben. Aufgrund der hohen Dringlichkeit besteht die Gefahr, dass zugunsten der Lösung kurzfristiger Serienprobleme Kapazitäten zu Hilfe genommen werden, die sich mit der Entwicklung von Vorentwicklungsprojekten beschäftigen (vgl. hierzu auch KRIEGESMANN & KERKA 2007, S. 108).

Ein weiterer Nachteil kann sich durch die eben erwähnten Plattformen und Baukästen⁶³ ergeben. Da konstruktive Änderungen in diesen - in mehreren Modellen eingesetzten - Teilen immense Kosten mit sich bringen, ist die Integration von VE-Ergebnissen umso schwieriger, je größer die benötigte Änderung ist. Produktplattformen können also die Anpassung an den technologischen Fortschritt erschweren⁶⁴ und somit die Flexibilität des Unternehmens einschränken: „Platform decisions predispose a company's flexibility to react to technological or market changes“ (HALMAN et al. 2003, S. 160).

4.1.1.2 Produktkomplexität

Die Komplexität des Gesamtsystems Pkw selbst stellt eine weitere Herausforderung dar. Aufgrund der Komplexität der internen Produktstruktur⁶⁵ und der Komplexität der Produkt- bzw. Benutzerschnittstellen lässt sich ein Kraftfahrzeug zur Gattung der komplexen Produkte zählen (vgl. CLARK & FUJIMOTO 1992, S. 21). Führt man eine hierarchische Systembetrachtung⁶⁶ durch, so lassen sich mehrere Ebenen identifizieren. Die Ebenen sind abhängig von der gewählten Betrachtungsperspektive. Aus Sicht eines heutigen Pkw-Herstellers wird die oberste Systemebene häufig mit dem Gesamtfahrzeug gleichgesetzt. Je nach Betrachtungsschwerpunkt könnte z. B. für verkehrspolitische Entscheidungen aber auch der Straßenverkehr als ein übergeordnetes System mit in die Systembetrachtung mit einbezogen werden (vgl. LINDEMANN 2007, S. 10). Dies ist bei der Kommunikation von Fahrzeugen untereinander oder mit Teilen der Verkehrsinfrastruktur der Fall.⁶⁷ Für einen Modul- oder Komponentenlieferanten hingegen wird sich eine systemische Betrachtung auf entsprechende Module oder Subsysteme des Pkw beschränken.

In Zukunft könnte die bisher oberste Systemebene, der einzelne Pkw als Endprodukt des OEMs, durch erweiterte Systembetrachtungen der Hersteller ergänzt werden. In Bild 4-5 wird die bisher übliche Sichtweise eines Pkw-Herstellers gezeigt.

⁶³ Für eine genaue Definition und Abgrenzung des Begriffs „Baukasten“ siehe z. B. RENNER 2007, S. 50 ff. Eine kurze Erläuterung von Standardisierungsstrategien, wie Baukästen, Baureihen und Plattformen, findet sich auch bei BAUMBERGER 2007, S. 286 ff.

⁶⁴ Ein umfassender Überblick über weitere Vor- und Nachteile von Plattformstrategien findet sich z. B. bei ZERNIAL 2007, S. 227.

⁶⁵ Ein matrixbasierter Ansatz mittels Multiple-Domain Matrix (MDM), um speziell strukturbedingte Komplexität zu beherrschen, findet sich bei LINDEMANN et al. 2009.

⁶⁶ Alternative Formen der Produktstrukturierung finden sich bei HERFELD 2007, S. 132 ff.

⁶⁷ Mehr Informationen zu diesem Thema finden sich im Internet unter www.car-2-car.org (Abruf am 30.11.2012).

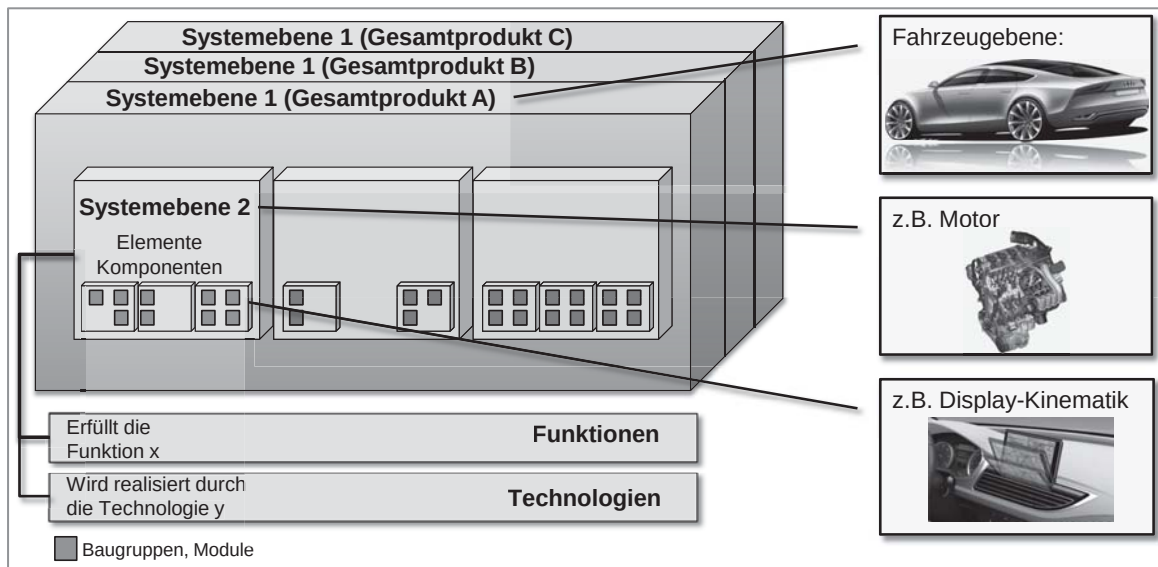


Bild 4-5: Hierarchische Produktstruktur eines Pkw
(in Anlehnung an GÖPFERT 1998b, S. 18; VENTER 2006, S. 15; Bildmaterial: Audi AG)

Aber auch ohne die Berücksichtigung übergeordneter Systeme ist die Komplexität eines Pkw beachtlich. Neben den zahlreichen Wechselwirkungen der verbauten Systeme sorgt allein die große Anzahl von mehreren Tausend Systemelementen auf Einzelteilebene (HERFELD 2007, S. 134)⁶⁸ für einen hohen Grad an Komplexität. Damit die Komplexität nicht unbeherrschbare Ausmaße annimmt, sind in der Automobilindustrie Methoden des Varianten- und Komplexitätsmanagements im Einsatz (vgl. LINDEMANN et al. 2006, S. 221 ff.).

In den letzten Jahren hat die Anzahl an Systemen im PKW stark zugenommen (vgl. Bild 4-6).

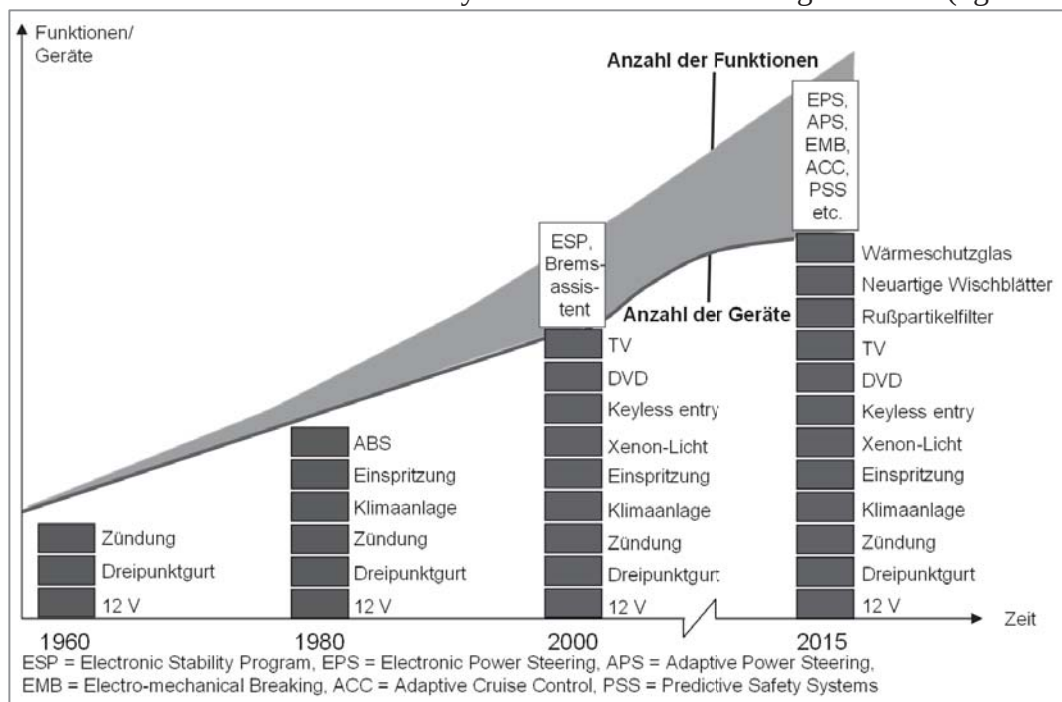


Bild 4-6: Zunahme von Systemen im Fahrzeug (in Anlehnung an WYMAN 2008, S. 12)

⁶⁸ Eine Übersicht über die Vor- und Nachteile von Modularisierungsstrategien in diesem Zusammenhang findet sich z. B. bei GÖPFERT 1998a, S. 145.

Jedoch ist nicht nur die Anzahl, sondern auch der Vernetzungsgrad gestiegen. Durch diese Vernetzung lassen sich weitere Funktionen realisieren, die keine zusätzlichen Komponenten benötigen. Ein geeignetes Beispiel, um diesen Trend der Vernetzung einzelner Systeme zu verdeutlichen, ist das sogenannte „drive select“-System von Audi (vgl. SCHÖPFEL et al. 2007). Durch die zunehmend elektrifizierten bzw. elektromotorisch unterstützten Komponenten besteht die Möglichkeit, die Fahreigenschaften des gesamten Fahrzeugs variabel zu gestalten. So lassen sich per Knopfdruck aktiv Lenkübersetzung, Lenkmomente, Dämpfungsrate, Schaltcharakteristik und Fahrpedal- bzw. Motorkennlinie so beeinflussen, dass sich das Gesamtfahrzeug sowohl für eine sportliche, eine komfortable oder individuelle Fahrweise abstimmen lässt. Hierdurch lassen sich einige Zielkonflikte, die bei einer herkömmlichen Abstimmung des Fahrzeugs unumgänglich sind, teilweise auflösen. In Bild 4-7 werden die Elemente dieses Systems anschaulich dargestellt.

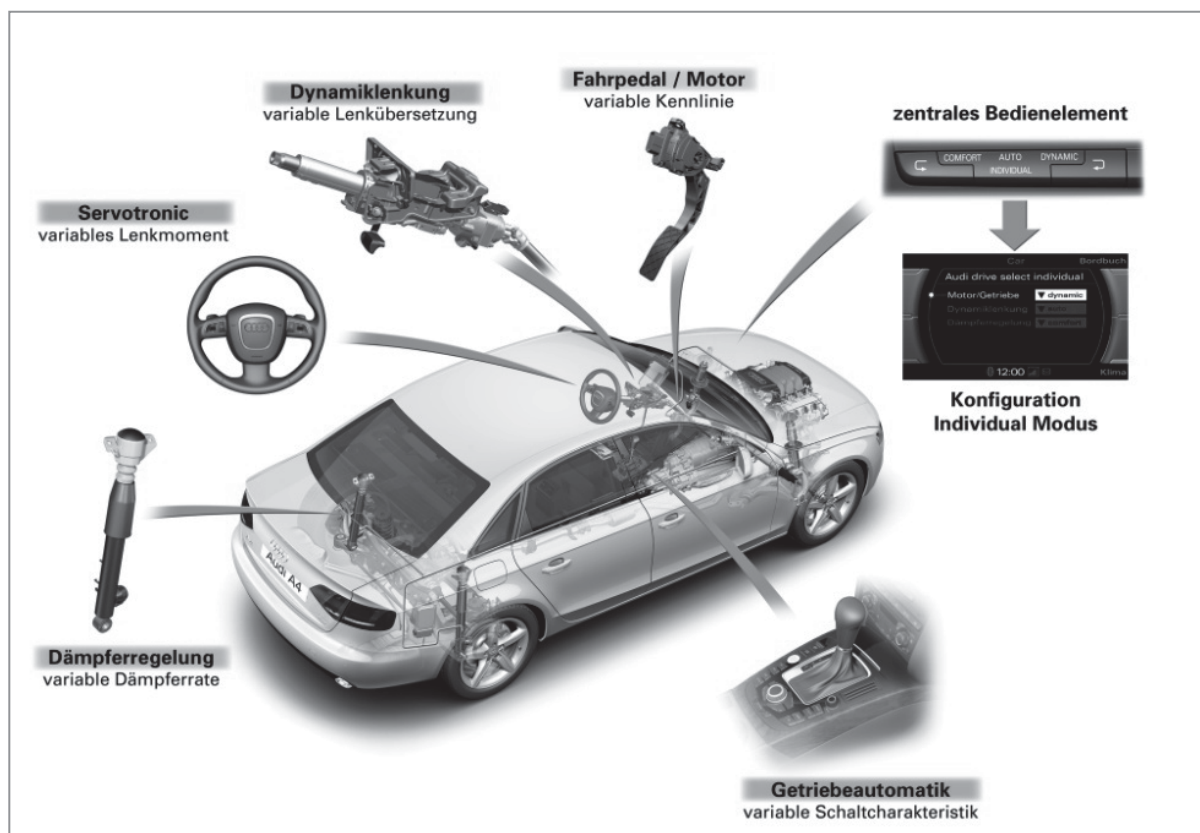


Bild 4-8: Das „drive select“-System (SCHÖPFEL et al. 2007, S. 126)

Durch die Anzahl und Vernetzung der integrierten Systeme steigen allerdings der Test- und Absicherungsaufwand, weil sich Fehlerquellen schwerer als bei isolierten Systemen identifizieren lassen. Außerdem sorgen die steigenden Komplexitätskosten dafür, dass sich viele Komponenteninnovationen nur noch für große Systemlieferanten lohnen, die die Kosten über eine große Stückzahl auf mehrere OEMs verteilen können (vgl. RADTKE et al. 2004).

Die Komplexitätskosten können teilweise gravierende Auswirkungen auf eine entsprechende Deckungsbeitragsrechnung haben (vgl. Bild 4-9).

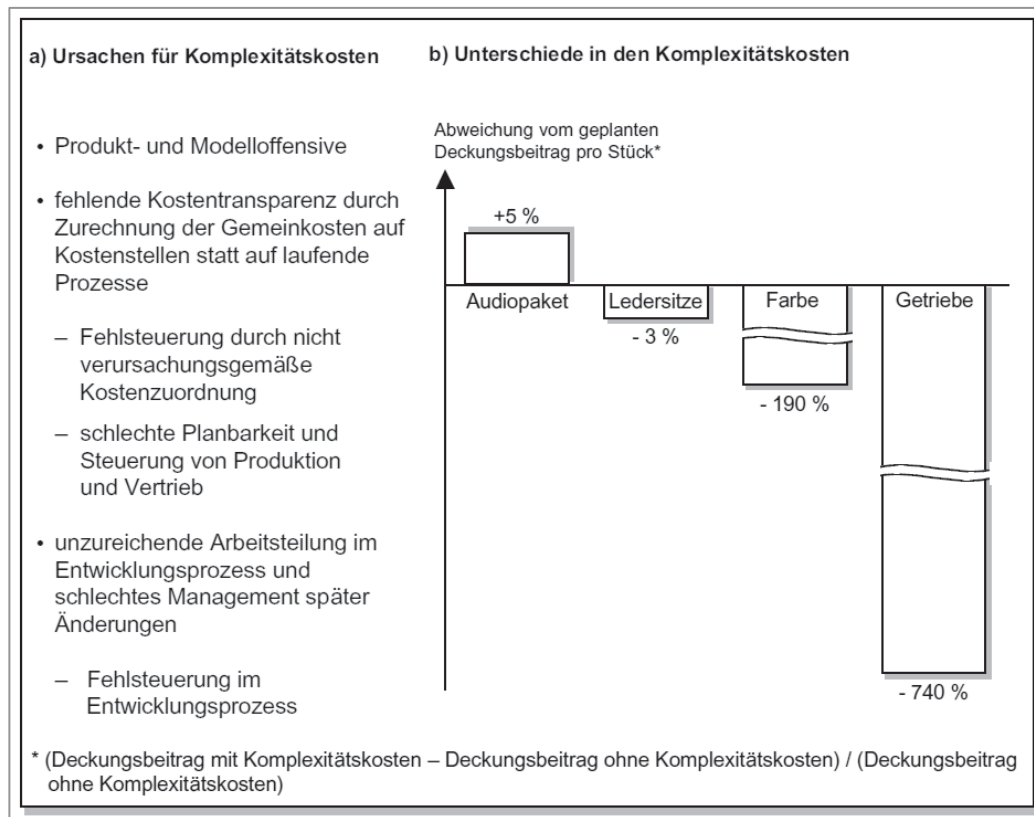


Bild 4-9: Beispiel für Komplexitätskosten (vgl. PROFF 2008, S. 125)

Die Integration von Subsystemen und die Sicherstellung der Kompatibilität dieser Systeme sind eine große Herausforderung für die Entwicklungsabteilungen der OEMs (vgl. SPATH 2003, S. 46).

4.1.1.3 Zwischenfazit

Zusammenfassend lässt sich für das Umfeld der Vorentwicklung Folgendes feststellen:

- Prinzipiell kann eine große Stückzahl an Fahrzeugen aufgrund von Skaleneffekten die Wirtschaftlichkeit einzelner Innovationen verbessern.
- Durch schnell aufeinanderfolgende Produktentstehungsprozesse für Fahrzeuge und insgesamt mehr potenzielle Zielfahrzeuge werden mehr Möglichkeiten zur Integration von Innovationen oder neuer Technologien geschaffen.
- Die Vorentwicklung muss diverse andere Entwicklungsprozesse (z. B. Fahrzeug-, Baukasten- und Plattformentwicklung) berücksichtigen.
- Es können Zielkonflikte bezüglich Integration neuer Technologien auf der einen Seite und Änderungskosten bestehender Fahrzeugarchitekturen auf der anderen Seite auftreten. Die Zielkonflikte können durch Plattform- und Baukastenstrategien zunehmen.
- Die steigende Anzahl an Systemen bietet viele Möglichkeiten zur Weiterentwicklung.

Für die Komplexitätstreiber „Produktportfolio“ und „Produkt“ und die damit verbundenen Problemstellungen ergeben sich damit einige mögliche Konsequenzen (vgl. Bild 4-10):

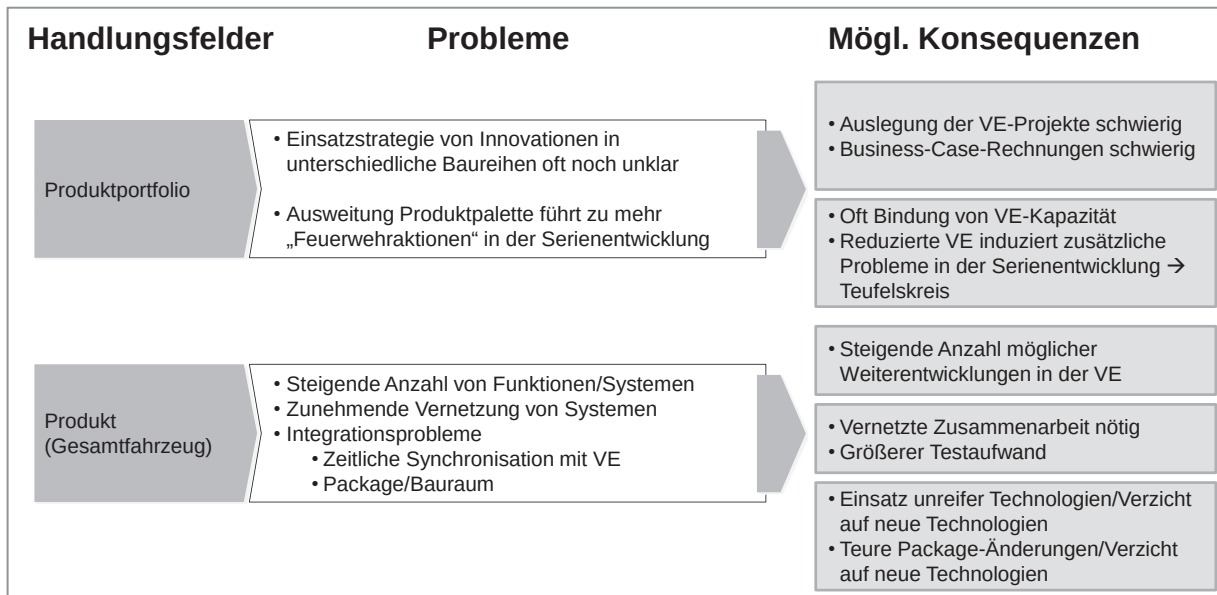


Bild 4-10: Zusammenfassung des Handlungsfelds „Komplexität“ (eigene Darstellung)

Insgesamt lässt sich also eine starke Komplexitätszunahme für die Automobilhersteller beobachten. Welche weiteren Konsequenzen diese Zunahme auf die Vorentwicklung hat, wird in den folgenden Abschnitten erläutert.

4.1.2 Handlungsfeld „Innovationskultur und Organisation“

„Da Kultur und Philosophie aber die Basis für alles Entscheiden und Handeln in der Unternehmung und damit auch das Fundament für die Entscheidungen über die grundlegenden Ziele der Unternehmung bilden, bewirkt der Wandel in den Umfeldern letztlich auch eine veränderte Zielbildung in den Unternehmungen.“ (HAHN & TAYLOR 2006, S. 38)

Da sich diese Arbeit mit transparenten und strategieorientierten Entscheidungsprozessen in den frühen Phasen des Innovationsprozesses beschäftigt, muss zunächst der bestimmende Rahmen der Unternehmens- bzw. Innovationskultur betrachtet werden.

4.1.2.1 Der Stellenwert von Innovationen im Unternehmen

„Unfortunately, the early stages of product development at many companies are poorly understood and unstructured. As a result, they get few resources and little attention. In these companies, management is unwilling to commit its most capable human resources to the early stages of a program, choosing its best people to fire fighting in the final stages. This is a waste of both corporate resources and the potential and morale of high-performance individuals.“ (MORGAN & LIKER 2006, S. 64)

Zwar formulieren viele Firmen in Ihren Unternehmensvisionen ihren Innovationsanspruch, jedoch darf dieser Anspruch nicht nur ein Lippenbekenntnis bleiben, sondern muss im gesamten Unternehmen auf allen Ebenen von den Mitarbeitern gelebt werden (vgl. SPATH 2003, S. 16).

Wie bereits in Kapitel 4.1.1 angedeutet, kann es in der Automobilentwicklung immer wieder zu Ressourcenkonflikten innerhalb einzelner Entwicklungsabteilungen kommen, bei denen „serienrelevante Feuerwehreinsätze“ im Tagesgeschäft häufig vordringlich sind und langfristig angelegte Entwicklungsprojekte das Nachsehen haben (vgl. KRIEGESMANN & KERKA 2007, S. 108; BARSKE 2001, S. 63). PORTER proklamiert sogar, dass viele Manager im Rennen um operative Effektivität gar nicht verstehen, dass sie langfristige Pläne brauchen (PORTER 1996, S. 75). Auch der Autor dieser Arbeit wurde im Rahmen von offenen Interviews mehrmals auf die Problematik der **internen Ressourcenkonflikte** hingewiesen. Die Aussagen kamen dabei von Entwicklern aus unterschiedlichen Fachbereichen und unterschiedlichen hierarchischen Positionen des Unternehmens.

Generell lässt sich diese Problematik als eine Art Negativ-Kreislauf beschreiben (vgl. Bild 4-11), welcher anschließend näher erläutert wird.

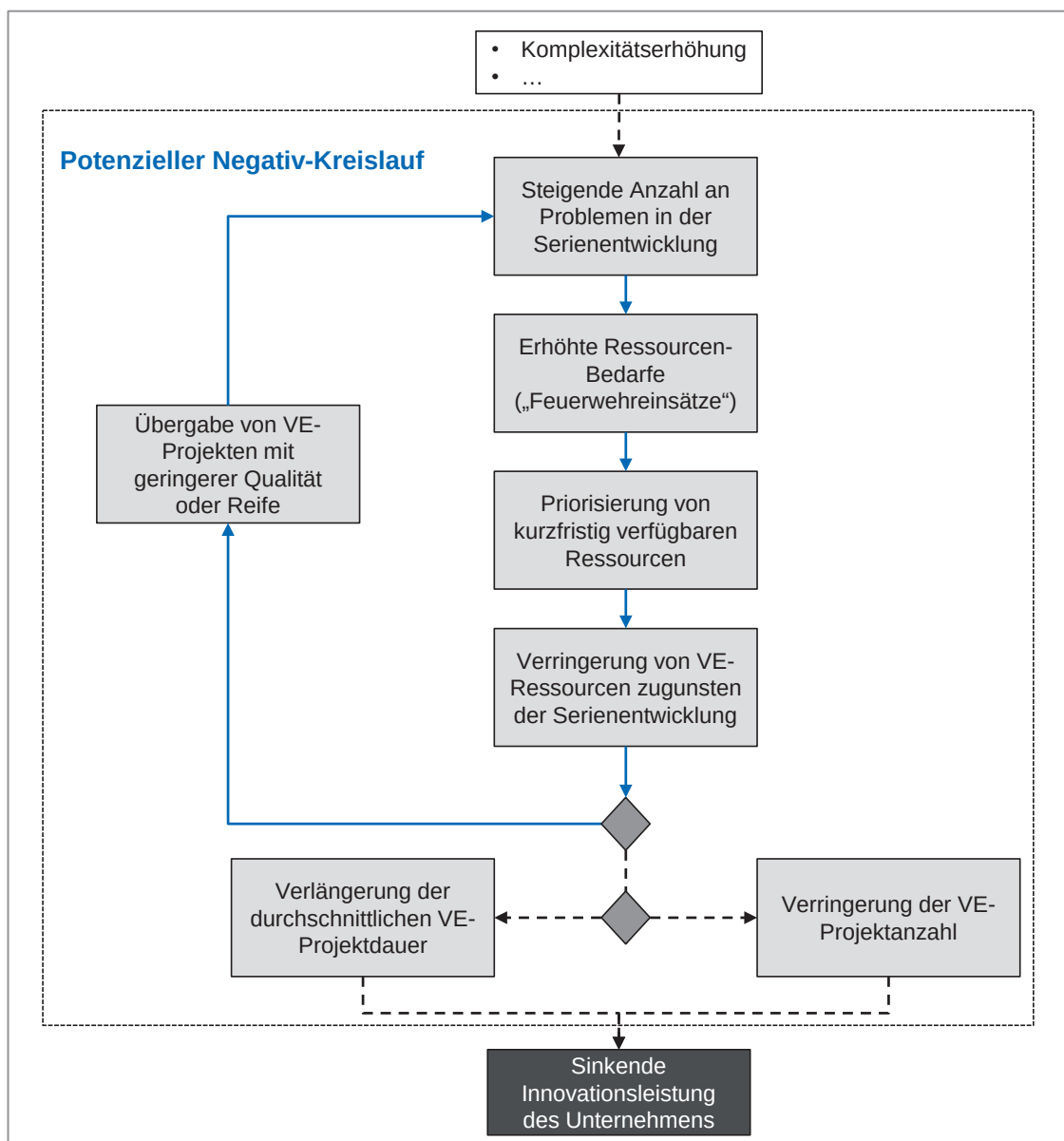


Bild 4-11: Dilemma der Ressourcenumverteilung aufgrund von Serienentwicklungsproblemen (eigene Darstellung)

Ohne Bereitstellung zusätzlicher Ressourcen bleibt Managern in der Entwicklung im Falle von akuten Problemen in der Serienentwicklung kurzfristig nur die Möglichkeit, auf vorhandene Ressourcen und Kompetenzen zuzugreifen, um diese Probleme zu lösen. Besteht ein Zugriff auf Vorentwicklungsressourcen, kann es in solchen Fällen zu einer bereichs- oder abteilungsinternen Umverteilung kommen. Als mögliche Ursachen einer solchen Umverteilung lassen sich einerseits die **Dringlichkeit der Problemlösung** im Hinblick auf den SOP des Fahrzeugs und andererseits auch **persönliche Interessen bzw. die Motivation** nennen, die damit einhergehen. Zusätzlich besteht die Gefahr, dass bei knappen Vorentwicklungsressourcen VE-Projekte bevorzugt werden, die kleiner sind, weniger Risiko beherbergen und eine kürzere Entwicklungsdauer haben, aber tendenziell auch weniger innovativ sind (vgl. COOPER 2005, S. 5).

Die Erwartungshaltung des Topmanagements ist darauf ausgelegt, dass die zuständigen Manager in der Entwicklung die Meilensteine für ihre Serienentwicklungsumfänge und das zuvor festgelegte Budget einhalten. Dies spiegelt sich oft in den **Zielvereinbarungen des Managements** wider, da sich die Einhaltung von Terminen und Budget sehr gut quantitativ und innerhalb eines überschaubaren Zeitraums messen lässt. BANKS und WHEELWRIGHT wiesen bereits 1979 darauf hin, dass besonders die kurzfristige Shareholder-Orientierung zulasten von langfristigen, aber strategisch sinnvollen Projekten gehen kann und dass das Topmanagement sich dieser Problematik stellen muss (vgl. BANKS & WHEELWRIGHT 1979). Es kann sogar dazu kommen, dass Manager aus Karrieregründen sich lieber auf kurzfristige Kosteneinsparungen und die daraus resultierenden Gewinnverbesserungen konzentrieren, als sich mit langfristigen Projekten zur nachhaltigen Unternehmenssicherung zu beschäftigen⁶⁹ und damit sogar das Risiko eines Flops einzugehen (vgl. DISSELKAMP 2005, S. 51).

Das Topmanagement hat für Führungskräfte und Mitarbeiter eine Vorbildfunktion und damit großen Einfluss auf die Unternehmenskultur. Durch klar formulierte Ziele und Bereitstellung bzw. Sicherung entsprechender Ressourcen, gerade für die frühen Phasen, wird eine Innovationsorientierung im Unternehmen stattfinden (vgl. KOHN et al. 2007, S. 176 f.).

Generell scheint die Aufmerksamkeit des Topmanagements in der Automobilindustrie besonders auf Entscheidungen in den späteren Phasen der Produktentwicklung gerichtet zu sein, wenn bereits erste Prototypen vorliegen. Die Chancen eines gezielten „Frontloading“⁷⁰, also die hohe Beeinflussbarkeit des Produkts zu relativ geringen Änderungskosten (vgl. EHRLENSPIEL et al. 2007; S. 11, SPECHT 1997, S. 19), werden damit nicht ausreichend genutzt (vgl. SPECHT et al. 2002, S. 28 f.; WHEELWRIGHT & CLARK 1995; S. 135 ff., GERYBADZE 2004; S. 12 f.). WHEELWRIGHT stellt diesen Zusammenhang grafisch dar (vgl. Bild 4-12).

⁶⁹ Jack Welch, ehemaliger CEO von General Electric und früherer Vertreter einer Shareholder-Value-Lehre, spricht in einem Interview in diesem Zusammenhang sogar von einer „dummen Idee“, wenn Manager kurzfristige Profite und Aktienkurssteigerungen als primäres Ziel definieren (vgl. SUEDEUTSCHE.DE 2009).

⁷⁰ Das Konzept des Frontloading sieht vielmehr vor, durch zusätzliche Ressourcen in den frühen Entwicklungsphasen von Beginn an eine bessere Qualität der Entwicklungsprojekte sicherzustellen und so teuren Änderungen in späteren Prozessphasen vorzubeugen. ULLMANN spricht sogar von einem Paradoxon der Entwicklung („design paradox“), da die Freiheitsgrade der Entwicklung mit zunehmender Problemkenntnis abnehmen (vgl. ULLMAN 2003, S. 3).

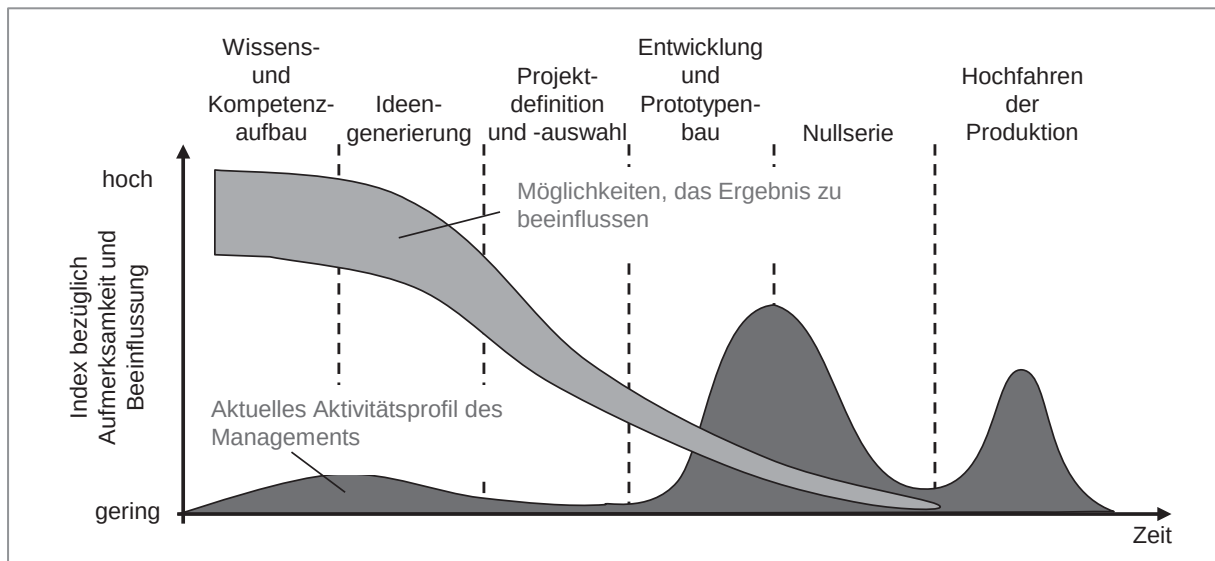


Bild 4-12: Aktivitätsprofil des Managements und Änderungsmöglichkeiten im Produktentwicklungsprozess
(in Anlehnung an WHEELWRIGHT & CLARK 1995, S. 137)

Wenn keine Maßnahmen ergriffen werden,⁷¹ besteht also die Gefahr, dass zur **Lösung von kurzfristigen Serienproblemen** auf die Ressourcen der Vorentwicklung zugegriffen wird. Bei einmaligen Aktionen stellt dies wahrscheinlich noch kein großes Problem dar, jedoch äußerten Entwickler bei Befragungen, dass sich diese „Feuerwehreinsätze“ gerade bei einer Modelloffensive häufen und die Vorentwicklung somit allmählich zur „Nebentätigkeit“⁷² degradiert wird. Die Konsequenzen, die sich hieraus ergeben können, sind vielfältiger Natur.

So besteht einerseits die Möglichkeit, die **Intensität an Vorentwicklungsaktivitäten**, sprich die Anzahl an Vorentwicklungsprojekten, zu **reduzieren**. Diese Möglichkeit führt zwar zu einer Reduktion möglicher Serienprobleme, sorgt aber gleichzeitig dafür, dass weniger neue Technologien in ein Fahrzeug integriert werden. Aus den bereits in den ersten Kapiteln erwähnten Gründen ist dies keine nachhaltige Strategie, um im Wettbewerb zu bestehen und die steigenden Kundenanforderungen zu erfüllen.

Alternativ besteht auch die Möglichkeit, die **Projektlaufzeit der VE-Projekte** einfach zu **verlängern**. Auch diese Vorgehensweise lässt sich in der Praxis beobachten. So können etwa Budgetkürzungen in einzelnen Projekten dazu führen, dass bestimmte Entwicklungstätigkeiten nicht mehr in einem Budgetjahr durchgeführt werden können und der Entwickler diese Umfänge für das nächste Budgetjahr einplanen muss. Gleiches gilt natürlich auch für ungeplante Kürzungen von Personalstunden. Die Auswirkungen der genannten Terminverschiebungen können unterschiedlich sein. Ist die Bedeutung des Vorentwicklungsprojekts zur Positionierung des Fahrzeugs im Wettbewerb von hoher Bedeutung, wird versucht, das Vorentwicklungsprojekt im Rahmen der gegebenen Zeit und den gebliebenen Mitteln weiter

⁷¹ Die Mercedes Car Group hat u. a. aus diesem Grund im Jahr 2007 eine Umstrukturierung der Entwicklung durchgeführt und für Forschung und Vorentwicklung einen eigenen Leiter berufen. Durch diese Maßnahme soll eine Ressourcenumverteilung vermieden werden. Problematisch hierbei ist allerdings, dass dadurch der Transfer von Vorentwicklung zu Serienentwicklung erschwert werden kann. Um diese Schnittstelle möglichst reibungslos zu gestalten, sind seitens der Mercedes Car Group weitere Maßnahmen; wie z. B. gemeinsam zwischen Vor- und Serienentwicklung vereinbarte Roadmaps, vorgesehen.

⁷² Wörtliches Zitat eines interviewten Vorentwicklers

zur Serienreife zu entwickeln. Diese verschärften Entwicklungsbedingungen führen in der Praxis aber immer wieder dazu, dass Vorentwicklungen mit einem unzureichenden Reifegrad an die Serienentwicklung übergeben werden müssen, was dort die Wahrscheinlichkeit für neue Probleme im Serienentwicklungsprozess erhöht. Sollte ein Vorentwicklungsprojekt für das ursprünglich angedachte Fahrzeugprojekt nicht von großer Bedeutung sein, so kann die Terminverschiebung akzeptiert werden und das Vorentwicklungsprojekt bis zur entsprechenden Reife weiterentwickelt werden. Allerdings hat dies zur Folge, dass die Ressourcen länger gebunden werden und somit nicht für neue Projekte zur Verfügung stehen. Außerdem steigt das Risiko, dass andere Unternehmen mit alternativen Lösungen schneller am Markt sind und deshalb eine Alleinstellung nicht mehr möglich ist. Gegebenenfalls kann es sogar so weit kommen, dass die eigenen bisherigen Entwicklungstätigkeiten durch inzwischen verfügbare Systeme der Zulieferindustrie hinfällig werden.

Prinzipiell stellt sich vor diesem Hintergrund die Frage nach der Innovationskultur in einem Unternehmen und wie das Unternehmen als Organisation die Innovationsfähigkeit unterstützt. Nach O'REILLY versteht man unter dem Begriff Innovationskultur den „style of corporate behavior that's comfortable with, even aggressive about, new ideas, change, risk, and failure“ (O'REILLY & RAO 1997). KLEINSCHMIDT ergänzt, dass eine starke Innovationskultur Rahmenbedingungen fördert, durch die sich die Mitarbeiter der Bedeutung von Neuprodukten für den Unternehmenserfolg bewusst werden und durch die die Firma für neue Ideen und Innovationen empfänglich wird (vgl. KLEINSCHMIDT et al. 2007). Außerdem soll die Mitwirkung am Produktentwicklungsprozess für Neuprodukte, Entrepreneurship und Mut zum Risiko angeregt und belohnt werden.

Die **Innovationsbereitschaft der einzelnen Mitarbeiter** ist stark von den herrschenden Rahmenbedingungen im Unternehmen geprägt. In einer empirischen Studie von CRAMME wurde nachgewiesen, dass die Faktoren „Führungsverhalten“ und „Unternehmenskultur“ größere Bedeutung für die Innovationsbereitschaft der Mitarbeiter haben als individuelle materielle Anreize, wie beispielsweise eine finanzielle Entlohnung (CRAMME & LINDSTÄDT 2005, S. 157). Auch WILDEMANNN nennt diverse Möglichkeiten, Anreize für Innovatoren zu gestalten (vgl. Bild 4-13).

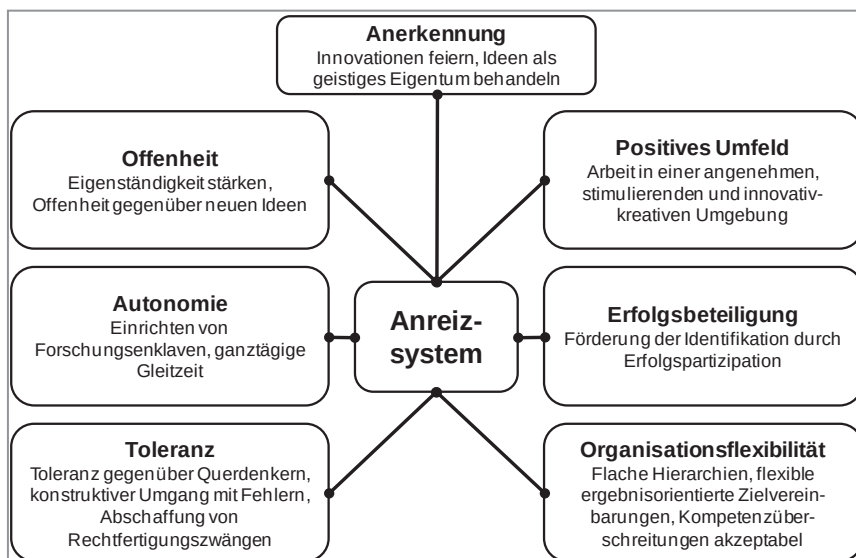


Bild 4-13: Anreizsysteme für Innovatoren (WILDEMANNN 2006, S. 50)

Neben den erwähnten Faktoren werden auch „Mut zum Risiko“ bzw. **Fehlertoleranz** im Management als positiv für eine Innovationskultur gewertet. In zahlreichen Artikeln wird eine höhere Fehlertoleranz von den Unternehmen gefordert (siehe u. a. FARSON & KEYES 2002, COOPER & KLEINSCHMIDT 1995; MCLEAN 2007; EDMONDSON 2008; PRATHER 2005; PRATHER 2008). Eine gewisse Fehlertoleranz scheint insofern notwendig zu sein, da ansonsten eine negative Bewertung jeglicher Misserfolge in der Produktentwicklung den „Erfindergeist“ schnell einschüchtert und zu einer verstärkten Risikoaversion führen kann (vgl. WILDEMANN 2006, S. 48). Allerdings weist KRIEGESMANN darauf hin, dass Fehlertoleranz nicht pauschal für Unternehmen gefordert werden sollte, da Fehlerintoleranz als Regulative vor einem Übermaß an Fehlern, mit entsprechend gravierenden Konsequenzen für das jeweilige Unternehmen, schützen kann (vgl. KRIEGESMANN & KERKA 2007, S. 167). Fehler sollten vielmehr differenziert betrachtet werden und ebenso die Konsequenzen, die sich aus Fehlern ergeben (siehe Bild 4-14).

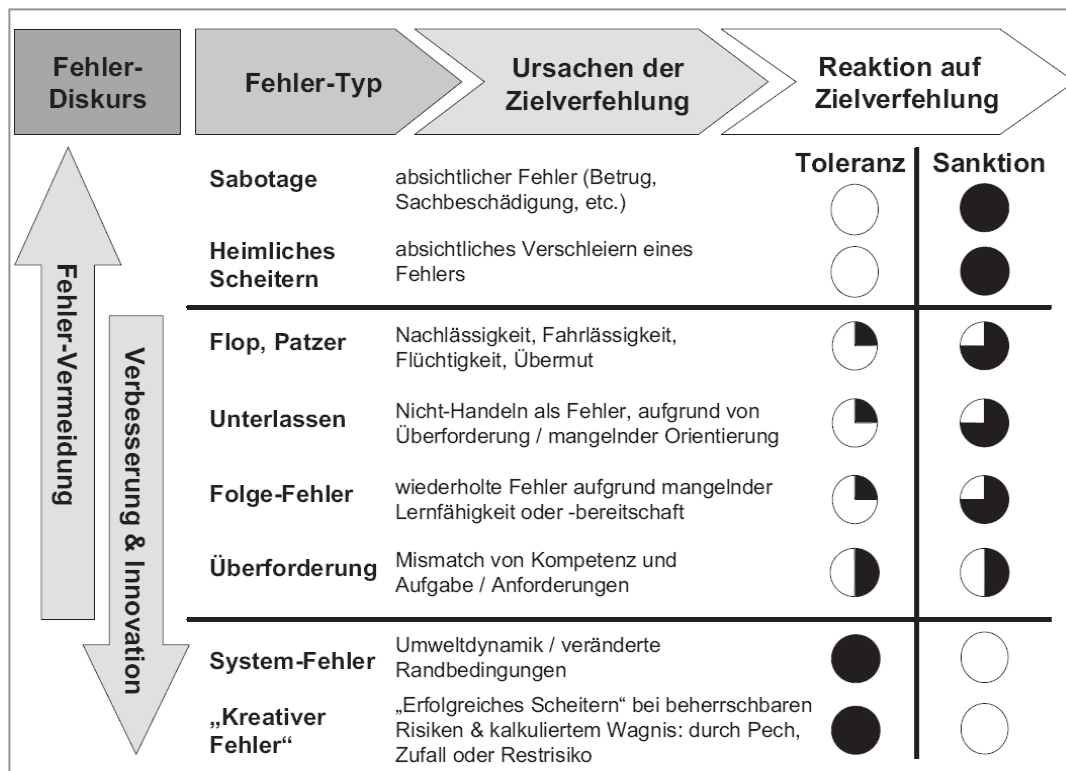


Bild 4-14: Differenzierte Fehlerkultur (KRIEGESMANN & KERKA 2007, S. 259)

Eine generelle Bestrafung von Fehlern kann dazu führen, dass Chancen tendenziell eher unterschätzt und Risiken überschätzt werden (vgl. KRIEGESMANN & KERKA 2007, S. 282). Interessant ist im Kontext der Fehlerkultur, dass die Fehlertoleranz anscheinend sogar mit steigendem Innovationsgrad abnimmt (KRIEGESMANN & KERKA 2007, S. 313). Besonders in großen Unternehmen gibt es eine Vielzahl an Personen, die das Potenzial von Innovationsprojekten nicht umfassend einschätzen können, aber für sich und ihr Tätigkeitsfeld bereits mögliche Risiken identifizieren (vgl. ANDREASEN & HEIN 1987, S. 197).

Eine mögliche Ursache für eine abnehmende Fehlertoleranz bei steigendem Innovationsgehalt könnte sein, dass radikale Innovationen meist gravierende Auswirkungen auf Unternehmen haben und besonders in etablierten Unternehmen viele Barrieren zur Umsetzung radikaler

Innovationen zu überwinden sind. Beispielsweise existieren bei den OEMs folgende **Innovationsbarrieren**.⁷³

- An alten Produktgenerationen ausgerichtete Fertigungstechnologien.
- Bestehende rentable Produkte, die ggf. Kannibalisierungseffekte oder vollständige Substitution durch Innovationen zu befürchten haben.
- Plattformen und Baukästen, die eine einfache Integration nicht zulassen.
- Gut funktionierende Zuliefererketten für bestehende (aber nicht für neue) Werkstoffe.
- Kompetenzprofile von Mitarbeitern und Anwendern, die im Zuge einer Technologiesubstitution entwertet oder zumindest abgewertet werden.

4.1.2.2 Innovationsförderliche Organisationsstrukturen

„Die funktionale Organisation stößt allerdings dann an ihre Grenzen, wenn aufwendige bereichsübergreifende Führungsprozesse notwendig werden, da diese einen bestehenden Kostenvorteil schnell aufzehren können. Diese Gefahr besteht besonders dann, wenn die Komplexität des Unternehmens und die Dynamik seiner Umfeldler zunehmen.“ (HUNGENBERG & WULF 2007, S. 217)

Gemäß der sogenannten Burns/Stalker-Hypothese sollten Veränderungen in den Umweltbedingungen am Markt und in der Technologie auch zu Änderungen bezüglich **Organisationsform** und Organisationsverhalten führen (vgl. HAUSCHILDT 2004, S. 103 ff.). Allerdings ist die Vereinfachung, dass eine „organische“ Organisation Innovationen fördere und eine mechanistische Organisation,⁷⁴ also eine durch starken Standardisierungs- und Formalisierungsgrad sowie vieler Hierarchieebenen geprägte Organisation, eher Innovationen behindere, mehreren ernst zu nehmenden Kritikpunkten⁷⁵ ausgesetzt (vgl. HAUSCHILDT & SALOMO 2007, S. 111 ff.). Es wird eine differenzierte Betrachtung bei der organisatorischen Anpassung im Innovationsprozess gefordert. Statt eines abrupten Wechsels zwischen zwei extrem ausgeprägten Organisationsformen zu einem bestimmten Zeitpunkt wird eine zunehmende Formalisierung während des Innovationsprozesses empfohlen (vgl. HAUSCHILDT & SALOMO 2007, S. 114; LÜHRING 2007, S. 141).

Als Organisationsform findet man in der Automobilindustrie nicht nur zur Entwicklung von Fahrzeugen (vgl. z. B. WOMACK et al. 1991, S.110 ff.), sondern auch gerade im Umfeld der Vorentwicklung immer häufiger eine Matrixstruktur, die eine Vernetzung unterschiedlicher Fachbereiche gewährleisten soll. Beispielsweise organisiert die BMW AG seit dem Jahr 2003 (ERTL 2007, S. 71) ihren Innovationsprozess zumindest bis zu einem Transfer der einzelnen Projekte in den sogenannten „Innovation Councils“ (siehe Bild 4-15), die sogar interdisziplinär besetzt sind und über ein zentrales Steuerungsgremium koordiniert werden.

⁷³ Anlehnung an KRIEGESMANN & KERKA 2007, um eigene Aspekte ergänzt.

⁷⁴ Unter mechanistischer Organisation ist eine Organisationsform zu verstehen, die durch viele Hierarchieebenen und einen starken Standardisierungs- und Formalisierungsgrad geprägt ist. Die klar geregelten Prozesse ermöglichen eine effiziente Bearbeitung gerade bei Routineaufgaben. Im Gegensatz dazu zeichnet sich eine organische Organisation durch flache Hierarchien, kurze Entscheidungswege und wenig Formalisierung aus. Ihr wird dadurch eine größere Flexibilität zugesprochen, welche bei Innovationsaufgaben Vorteile verspricht.

⁷⁵ So stellt z. B. Innovation nicht das einzige Unternehmensziel dar. Auch Kosten und Effizienzkriterien müssen berücksichtigt werden.

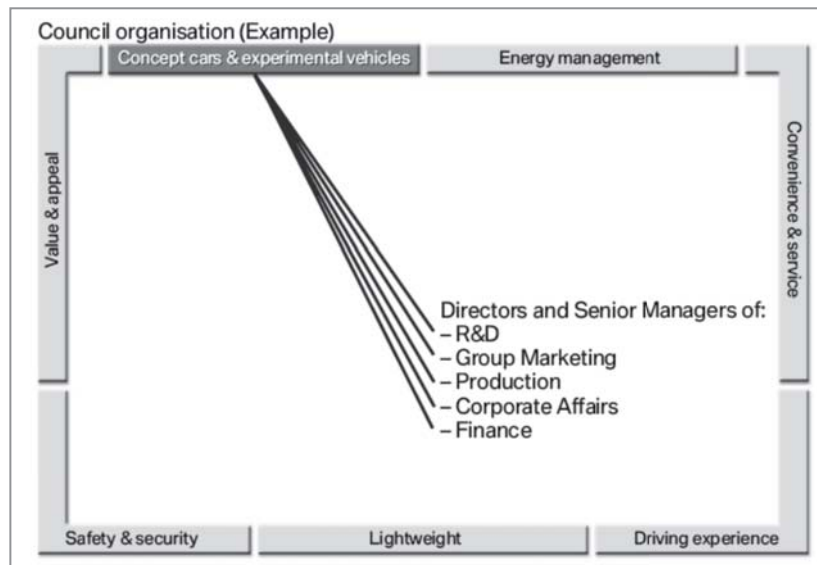


Bild 4-15: Innovation Councils der BMW Group (BMW AG 2002)

Ähnlich organisiert auch die Audi AG ihre Vorentwicklung in sogenannten Themenfeldern (vgl. Bild 4-16). Diese Vorgehensweise stellt einen Wechsel von einer komponentenorientierten hin zu einer funktions- bzw. eigenschaftsorientierten Sichtweise dar (ERTL 2007, S. 71; KORTE & KUNSCH 2007).⁷⁶

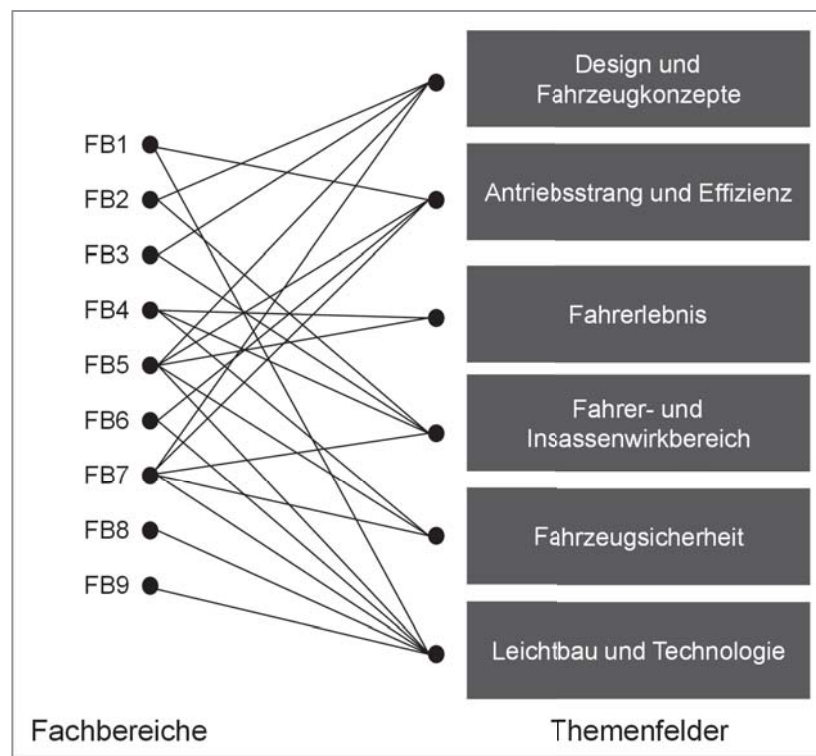


Bild 4-17: Themenfeldorganisation der Audi AG 2010 (eigene Darstellung)

⁷⁶ Eine ähnliche Orientierung findet auch bei der Mercedes Benz Car Group und der Porsche AG statt, wobei sich sowohl die Begrifflichkeiten als auch die Steuerung dieser Technologiefelder durchaus in einigen Details unterscheiden.

Neben der üblichen Linienorganisation der Entwicklung, welche durch eine organisatorische Aufgliederung in Funktionsbereiche, wie Aggregate, Design, Fahrwerk, Antrieb etc., gekennzeichnet ist (vgl. HEIßING 2007), entsteht dadurch eine **Matrixorganisation für Innovations- und Vorentwicklungsprojekte**. Die vertikal nach Funktionen gegliederte Organisation wird von einer produkt- bzw. projektorientierten horizontalen Organisation überlagert. Die Manager der entsprechenden Innovationsfelder haben dabei die Aufgabe, quer durch die hierarchischen Linienfunktionen die Koordination ihrer Innovationsprojekte vorzunehmen. Die Funktionsbereichsleiter dagegen sind bei allen Projekten für die von ihnen vertretene Funktion zuständig. Mit der Matrixorganisation wird im Allgemeinen das Ziel verfolgt, eine verbesserte objektbezogene Koordination der einzelnen Linienaktivitäten zu erreichen (vgl. LAUX & LIERMANN 2005, S. 186).

Ziel der genannten OEMs ist es, durch die Matrixorganisation neben einer verbesserten Kundenorientierung vor allem ein fachübergreifendes Zusammenarbeiten der Entwickler und Konstrukteure zu ermöglichen. Dies erscheint aufgrund der starken Zunahme der Anzahl vernetzter Systeme und der damit einhergehenden Komplexität auch notwendig.

Entwicklungsorganisationen sollten zu den zu entwickelnden Produkten passen: Modulare Produkte fordern modulare Organisationen (vgl. GÖPFERT 1998a, S. 147). Auf diese Weise können „kleine, überschaubare und weitgehend sich selbst steuernde Organisationseinheiten“ (PICOT et al. 2007, S. 41) geschaffen werden, welche besser geeignet sind, ganzheitliche, kundenorientierte Prozesse abzubilden, und somit den neuen Wettbewerbsanforderungen einfacher gerecht werden.

Es existieren aber durchaus auch Interessenkonflikte zwischen den Fachbereichen und Innovationsfeld-Managern. Mögliche Konfliktpunkte werden in Bild 4-18 dargestellt:

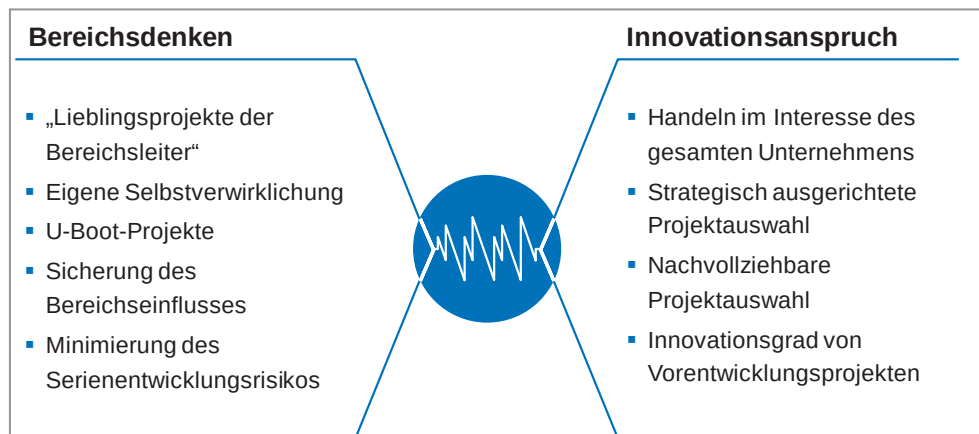


Bild 4-18: Konfliktpotenziale zwischen Bereichen und Innovationsfeldern (eigene Darstellung)

HAUSCHILDT weist jedoch nach Auswertung mehrerer Studien darauf hin, dass insbesondere bei einer hohen technologischen und organisatorischen Komplexität die Form eines Matrix-Projektmanagements ratsam und bei komplexen Projekten zudem sehr effizient ist (vgl. HAUSCHILDT & SALOMO 2007, S. 139 ff.). In Bild 4-19 wird die Kombination von Linien- und Projektorganisation verdeutlicht.

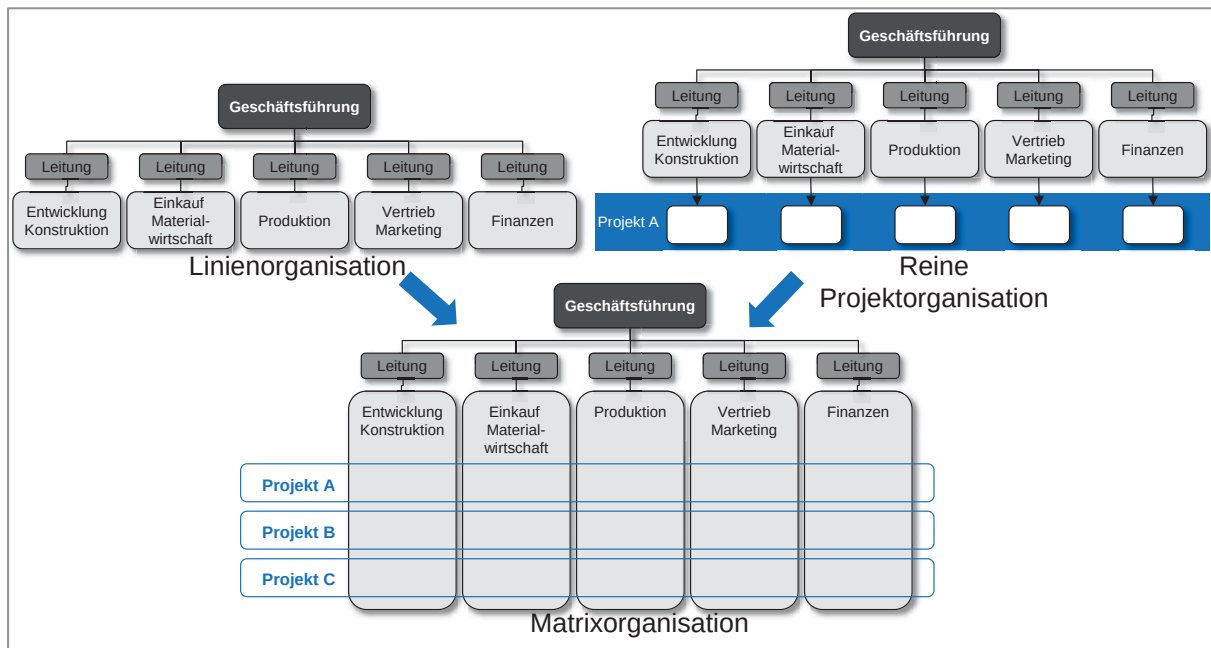


Bild 4-19: Matrixorganisation als Mischform von Linien- und Projektorganisation
(in Anlehnung an AMBROSY 1997, S. 18)

Allerdings kann die offene Führungsfrage in organisatorischen Matrixstrukturen zu Problemen führen, wenn der Projektleiter zu geringen Einfluss auf die Arbeit in den einzelnen Funktionsbereichen hat (vgl. GAUSEMEIER et al. 2004, S. 170). Je nach Einfluss und Befugnis der Projektorganisation gegenüber der Linienorganisation kann man von schwacher, mittlerer oder starker Matrixorganisation sprechen⁷⁷ (vgl. SCHOTT & CAMPANA 2005, S. 97 f.).

Um organisatorische Hürden zu überwinden, wird auch ein **Promotorenmodell** in der Literatur diskutiert, welches auf unterschiedlichen Rollen im Innovationsprozess basiert. Diese sind die Rollen des Fachpromotors, des Machtpromotors, des Prozesspromotors und des Beziehungspromotors (vgl. HAUSCHILDT & SALOMO 2007, S. 216 ff.; WEULE 2002, S. 223 ff.). Je nach Kompetenz und Stellung im Unternehmen sollen die Promotoren Innovationen auf unterschiedliche Art und Weise unterstützen.

In Bild 4-20 wird der Gesamtzusammenhang zwischen einer Aufbauorganisation in Form einer Matrix und der zugehörigen Ablauforganisation anhand eines Beispiels verdeutlicht. Das definierte Handlungsfeld „Sicherheit“ überlagert die linienorientierten Funktionsbereiche der Entwicklung. Projekte, die in diesem Handlungsfeld durchgeführt werden, können so beispielsweise auf Elektronikexperten für Sensorik und Konstrukteure für Karosserieentwicklung zugreifen. Durch eine solche Zusammenarbeitsform wird bereichsübergreifendes Denken gefördert, und es können neue integrierte Lösungsansätze entstehen. Auch eine vertikale Vernetzung entlang der Wertschöpfungskette mit Partnerunternehmen kann deutlich zum Innovationserfolg von Unternehmen beitragen. Allerdings spiegelt sich dieses Erkenntnis häufig noch nicht in der Praxis wider, da Angst vor Know-how-Abfluss oder ungleiche Machtverteilung der Partnerunternehmen immer wieder Kooperationsbarrieren darstellen (vgl. FISCHER 2006, S. 249).

⁷⁷ In der Literatur finden sich noch andere Bezeichnungen. Beispielsweise werden für die schwache Matrix-Projektorganisation auch die Begriffe „Light-Weight-Team“ oder „Einfluss-Projektmanagement“ verwendet (vgl. WEULE 2002, S. 277).

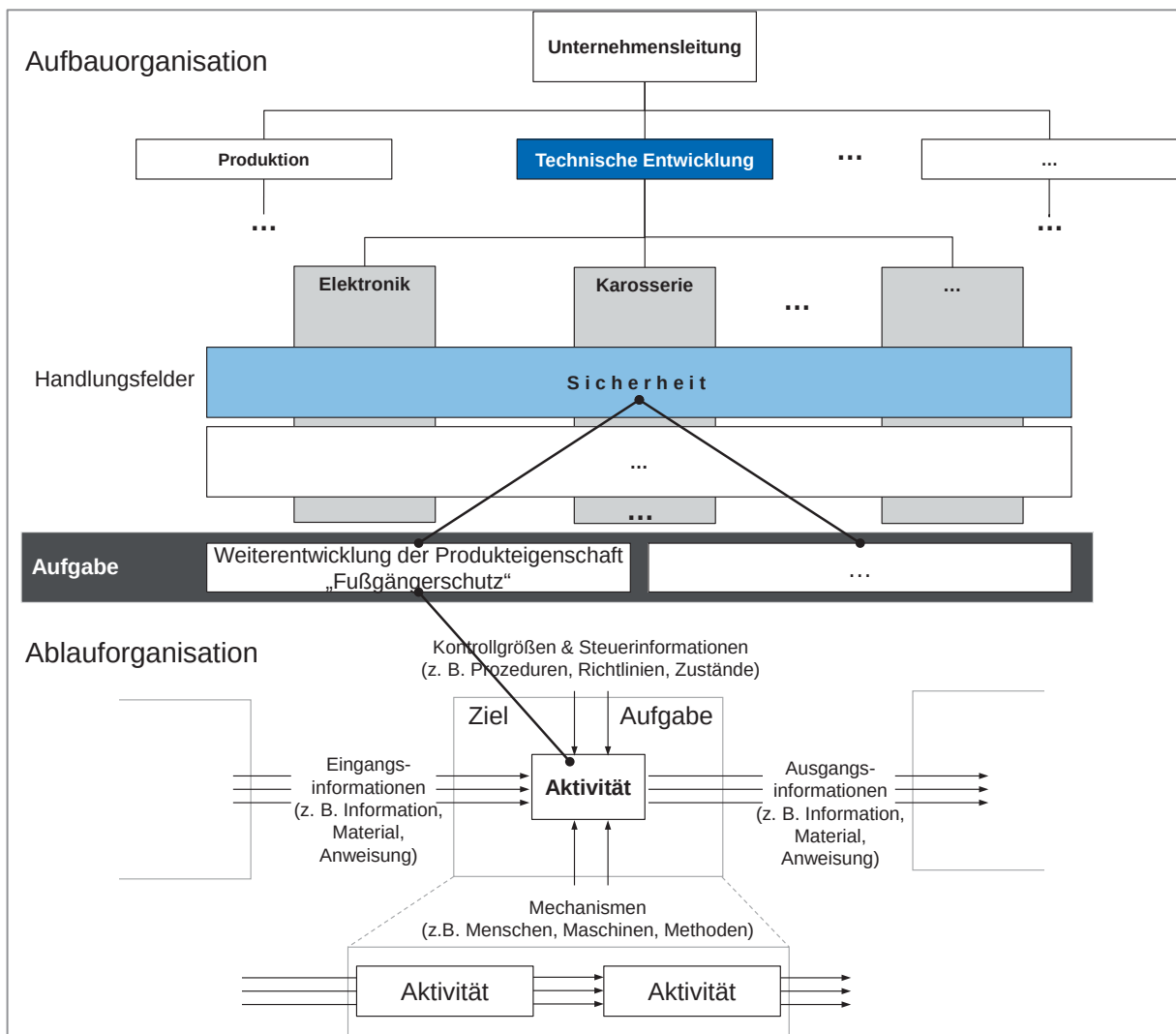


Bild 4-20: Zusammenhang zwischen Matrixstruktur als Aufbauorganisation und Ablauforganisation
(in Anlehnung an WEULE 2002, S. 223; BULLINGER & WARSCHAT 1997, S. 128 f.)

Da sich diese Arbeit allerdings auf die OEM-internen Abläufe und Entscheidungsprozesse beschränkt, wird die Thematik der Kooperation und Bildung von Innovationsnetzwerken nicht näher betrachtet.⁷⁸

4.1.2.3 Zwischenfazit

Prinzipiell konkurrieren die Vorentwicklungsabteilungen mit anderen Abteilungen eines Unternehmens um verfügbare Ressourcen. Aufgrund der erst langfristig erzielbaren wirtschaftlichen Erfolge und des relativ hohen Entwicklungsrisikos der meisten Vorentwicklungsprojekte ist es wichtig, dass die Bedeutung und der Stellenwert von Innovationen nicht nur ein Lippenbekenntnis bleiben. Das Topmanagement muss entsprechende Ressourcen auch gegenüber dringlichen Problemen in der Serienentwicklung verteidigen, um nachhaltig die technologische Wettbewerbsfähigkeit gegenüber den Mitbewerbern sicherzustellen. Stellt die Innovati-

⁷⁸ Als weiterführende Literatur zum Thema Unternehmens- und Entwicklungsnetzwerke wird an dieser Stelle auf FISCHER 2006, SANZ et al. 2007, KONTOS 2004, KEIJZER 2007 und SYDOW 2006 verwiesen. Eine zusammenfassende Übersicht über Formen der Zusammenarbeit findet sich auch bei HEFTRICH 2001, S. 32–44.

onsfähigkeit des Unternehmens ein entsprechend hochrangiges Unternehmensziel dar, sollte sich die Erreichung dieses Ziels auch in den Leistungs- bzw. Zielvereinbarungen des Managements wiederfinden, damit eine entsprechende Innovationskultur geschaffen bzw. bewahrt werden kann. Damit ist die Gestaltung der Rahmenbedingungen in erster Linie abhängig von der gewählten Strategie des jeweiligen Unternehmens. Sollte es der Unternehmensführung nicht gelingen, die Innovationsziele klar zu formulieren oder die Bedeutung von Innovationen den Mitarbeitern zu vermitteln, besteht die Gefahr, dass sich die Mitarbeiter mit dem Status quo, geringen Modifikationen und Optimierungsmaßnahmen zufriedengeben (vgl. TUSHMAN & NADLER 1986, S. 90 f.).

In Bild 4-21 werden die Probleme hinsichtlich Kultur und Organisation und mögliche Konsequenzen daraus noch einmal zusammengefasst.

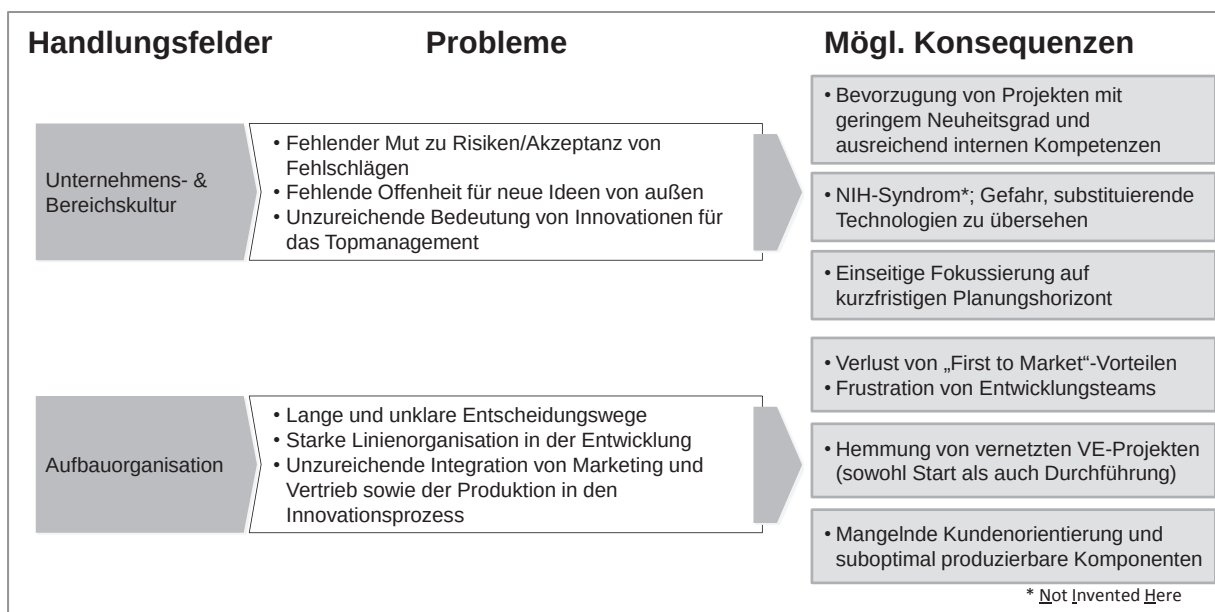


Bild 4-21: Zusammenfassung des Handlungsfelds „Organisation & Kultur“ (eigene Darstellung)

4.1.3 Handlungsfeld „Strategie“

„In einer Phase des rasanten Strukturwandels werden einzig und allein die Vorreiter des Wandels überleben. Als Vorreiter des Wandels brauchen Unternehmen eine Strategie der systematischen Innovation.“ (Peter F. Drucker, zitiert aus BOERSCH & ELSCHEN 2007, S. 28 f.)

4.1.3.1 Konzern- und Unternehmensstrategien

Wie bereits in Kapitel 2.3.2 ausführlich dargestellt wurde, existieren unterschiedliche strategische Ebenen und strategische Ziele in den einzelnen Unternehmen. In der Konzernstrategie 2015 finden sich etwa folgende **strategische Ziele der Volkswagen AG** (vgl. SOMMER et al. 2008, S. 267):

- Konzentration auf Kernkompetenzen und First-Mover-Mentalität
- Strikte Ausrichtung auf Ertrag
- Kundenorientierte Fahrzeug-Produktpolitik

- Fortlaufende Erschließung von Effizienz- und Effektivitätspotenzialen
- Kooperative Zusammenarbeit mit Partnern und Mitbestimmungsorganen
- Schnelle und unkomplizierte Problemlösungsfähigkeit
- Geringe Kapitalbindung, Kapitalrendite > 9 %, Umsatzrendite > 8 %

Die Konzernstrategie beeinflusst wiederum die **Unternehmensstrategien** der einzelnen, zum VW-Konzern gehörenden Marken. So verwundert es kaum, dass sich in der „Strategie 2015“ der Audi AG strategische Ziele hinsichtlich Rendite, Marktvolumen etc. finden (vgl. STROTBEEK 2009). Generell lässt sich feststellen, dass in der Automobilindustrie in den letzten Jahren meist der strategische Wettbewerbsvorteil einer Volumenstrategie im Mittelpunkt der Unternehmensstrategien stand, um durch Einsatz von Gleichteilen eine Senkung der Entwicklungs- und Beschaffungskosten zu ermöglichen (vgl. BECKER 2007, S. 76).

Solche **strategischen Unternehmensziele** sind jedoch noch so abstrakt gehalten, dass sie kaum zur Priorisierung von F&E-Projekten geeignet sind. Bestenfalls bestimmen sie den Stellenwert, den die Produktentwicklung im Unternehmen hat und welcher Anspruch an die eigenen Produkte im Hinblick auf die Innovationshöhe gestellt wird.

4.1.3.2 Marken- und Produktstrategien

Einen konkreteren Einfluss auf die Produktgestaltung und auch die Auswahl von F&E-Projekten hat die **Markenstrategie**. Sie dient zur Differenzierung von eigenen Marken innerhalb eines Konzerns und auch zur Differenzierung gegenüber den Marken anderer Hersteller. Anhand definierter Markenwerte soll ein Image kreiert werden, mit dem Kunden oder potenzielle Kunden ein Unternehmen verbinden. Die Markenstrategie versucht außerdem, dass durch die Produkte und Aktivitäten des Unternehmens gezielt bestimmte Kundengruppen (Milieus) angesprochen werden. Neben dem Marken-Claim, also einem fest mit dem Markennamen verbundenen Satz, werden weitere Attribute festgelegt.

Als Beispiel werden hier die beiden konkurrierenden Premiumhersteller Audi und BMW gegenübergestellt (vgl. Bild 4-22 und Bild 4-23):

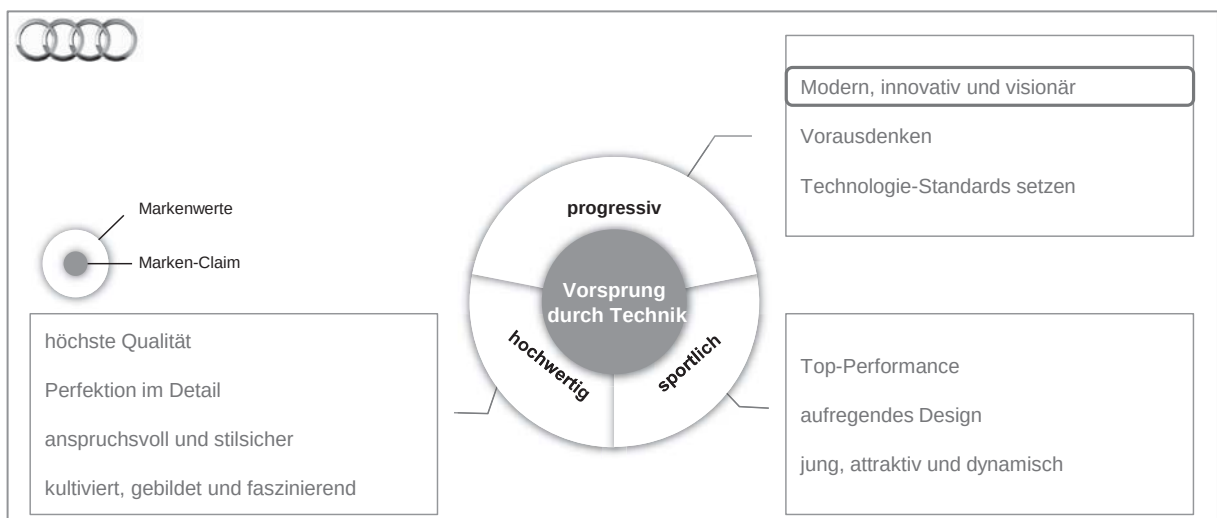


Bild 4-24: Die Markenwerte der Audi AG
(in Anlehnung an KILIAN 2009; WINTERKORN 2005, S. 155, RENZ 2006; RENZ 2007)

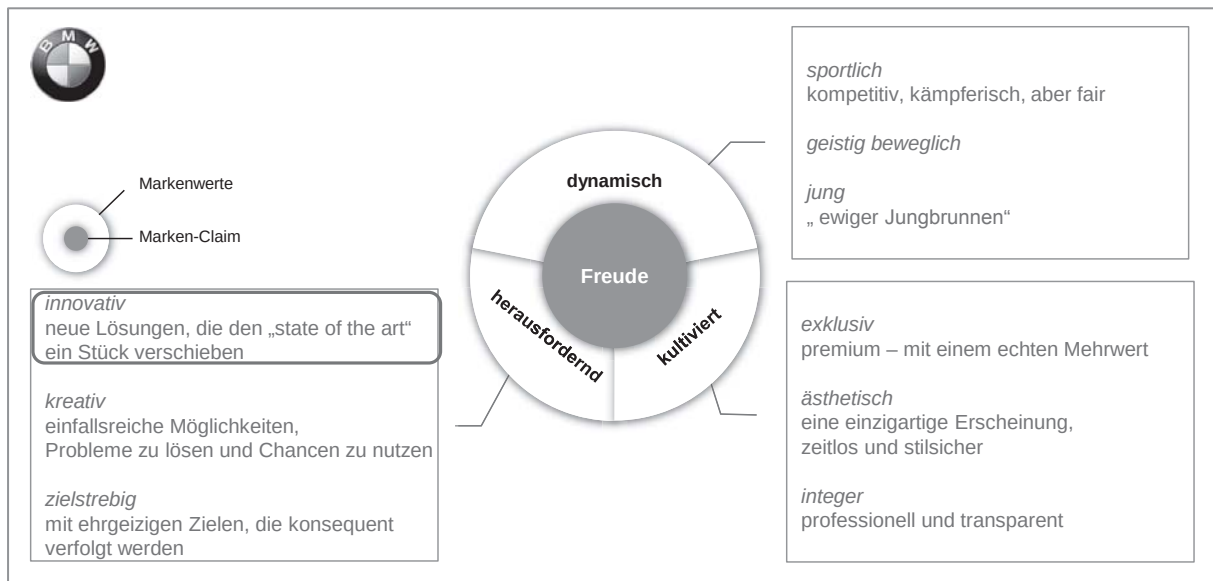


Bild 4-25: Die Markenwerte der BMW AG

(in Anlehnung an KILIAN 2009; HASSA 2006, SCHMIDT & VEST 2010, S. 74)

Als Markenkern definiert BMW passend zu dem Marken-Claim „Freude am Fahren“ „Freude“ und als zentrale Markenwerte die Begriffe „dynamisch“, „herausfordernd“ und „kultiviert“ (vgl. KILIAN 2009, S. 43), während die Audi AG die Werte „sportlich“, „progressiv“ und „hochwertig“ für sich proklamiert (vgl. RENZ 2007). Wie in den Bildern exemplarisch dargestellt, können die Markenwerte verbal näher beschrieben werden, um sie inhaltlich greifbarer zu machen. Eine Markenstrategie kann somit erwünschte Produktmerkmale vorgeben. Wie aus der Gegenüberstellung ersichtlich wird, stehen die Marken in enger Konkurrenz zueinander, da ihre Produkte zum Teil ähnliche Markenwerte repräsentieren sollen. Eine Markenstrategie kann nämlich auch dazu dienen, dass Projekte nicht verfolgt werden, die zu Produkteigenschaften führen würden, welche konträr zu den Markenwerten wären.

Allerdings müssen sich nicht alle Werte in gleichem Maße in einzelnen Produkten wiederfinden. Es gibt durchaus unterschiedliche **Produktstrategien** für einzelne Fahrzeugmodelle. Fahrzeuge werden nicht nur gegenüber dem Wettbewerb, sondern auch gegenüber anderen Fahrzeugen des eigenen Unternehmens positioniert. Anhand von Eigenschaftsprofilen⁷⁹ werden einzelne Modelle voneinander und gegenüber Wettbewerbsprodukten abgegrenzt. So werden für Sportwagen, wie den Audi R8, gezielt Eigenschaften, wie eine hohe Längs- und Querdynamik, gefordert, während für Oberklasse-Limousinen wie den Audi A8 eher komfortorientierte Eigenschaften, wie Schwingungs- oder auch Bedienkomfort, im Vordergrund stehen. Auch wenn viele technische Neuheiten in einem Produkt vorkommen, heißt das noch nicht, dass auch alle gegenüber den Kunden kommuniziert werden. Ebenso gehören Vertriebsstrategien zur Produktstrategie. Es muss über Einsatzszenarien in den unterschiedlichen Märkten entschieden werden, sowie ggf. über marktspezifische Ausstattungsvarianten. Begleitet wird eine Produktstrategie für Pkws mitunter durch eine eigene Kommunikationsstrategie, um gezielt ausgewählte Botschaften an mögliche Kunden zu adressieren. Hierbei werden unterschiedliche Medien über einen längeren Zeitraum hinweg eingesetzt.

⁷⁹ Vgl. Kapitel 3.5.1 zu Projekt- und Bedeutungsprofilen.

Um den Kunden aber nicht mit zu vielen Informationen und Botschaften zu überfrachten, konzentriert man sich in der Regel auch die wichtigsten Botschaften (vgl. BERGER et al. 2007, S. 977).

Für die Vorentwicklungsabteilungen stellen klar formulierte Produktstrategien bzw. Produktmissionen und daraus abgeleitete Soll-Eigenschaftsprofile der Produkte eine gute Orientierung dar. Sie können dazu genutzt werden, in bestimmten Technologie- oder Innovationsfeldern verstärkt tätig zu werden. Problematisch ist allerdings, dass konkrete Produktmissionen im Fahrzeugentwicklungsprozess zwar relativ frühzeitig erstellt werden, aber die Zeit für komplexe Entwicklungen, die eine längere Vorentwicklungszeit benötigen, dennoch häufig nicht ausreichend ist.

4.1.3.3 F&E- und Innovationsstrategie

Experten aus dem Gebiet des Technologie- und Innovationsmanagements betonen die Bedeutung der Strategie für die Bewertung und Auswahl von Projekten. HAUSCHILDT und ERNST formulieren es wie folgt:

„Die einzelnen Projekte müssen vor dem Hintergrund der strategischen Ziele der Unternehmung ausgewählt werden“ (HAUSCHILDT & SALOMO 2007, S. 123), und „Ausgangspunkt der Projektbewertung sollte die Strategie des Unternehmens sein“ (ERNST 2007, S. 426).

Die Formulierung von unternehmenspolitischen Zielen genügt häufig nicht den Operationalisierungsansprüchen, da die Ziele zu vage gehalten sind oder sogar philosophische Züge besitzen (vgl. BROSE 1982, S. 197 f.). Erfolgreiche Innovatoren haben jedoch eine klare Vorstellung davon, auf welchen Gebieten sie Wettbewerbsvorteile erzielen können und wollen (vgl. PEARSON 2002, S. 120).

Für die Vorentwicklung der OEMs weisen Funktionalstrategien des Geschäftsbereichs Entwicklung und Innovationsstrategien den höchsten Operationalisierungsgrad auf. Denn um zu entscheiden, welche Projekte verfolgt werden sollen, bedarf es einer klar formulierten Innovationsstrategie (vgl. ANDREASEN & HEIN 1987, S. 91) oder zumindest einer strategischen Richtungsvorgabe (vgl. PORTER 2006, S. 270). Technologie- und Innovationsstrategien sind zudem als Funktional- oder Metastrategien in Einklang mit übergreifenden Strategien zu bringen und mit wichtigen Strategien anderer Geschäftsbereiche abzustimmen⁸⁰. Die in der Produktentwicklung getroffenen Entscheidungen bestimmen maßgeblich die Rahmenbedingungen von Produktion und Vertrieb (vgl. ANDREASEN & HEIN 1987, S. 132). Um eine Kopplung an die Unternehmens- und Markenstrategie zu gewährleisten und eine ausreichende Abstimmung zu anderen Bereichsstrategien sicherzustellen, sollte die Entwicklung einer Innovationsstrategie daher möglichst interdisziplinär erfolgen (vgl. LITTLE 1988, S. 94).

Neben Unternehmens- und Markenstrategien beeinflussen insbesondere Plattform- und Baukastenstrategien die Innovationsstrategien der OEMs. Einige Vor- und Nachteile dieser Strategien wurden bereits im Kontext der Ausweitung von Modellpaletten erörtert (vgl. Kapitel 4.1.1.1). Werden hohe Innovationsziele und das Image eines technologischen Pionierunternehmens angestrebt und gleichzeitig Plattform- und Baukastenstrategien verfolgt, kommt es

⁸⁰ Vgl. auch Kapitel 2.3.2.

zwangsläufig zu Konflikten zwischen gut kalkulierbaren Synergie- und Skaleneffekten einer Plattform- und Baukastennutzung und den schlecht kalkulierbaren Profiten⁸¹ und Imageeffekten von Komponenteninnovationen. Im Idealfall wird dieser Situation von Anfang an Rechnung getragen, indem Innovationsaspekte bereits beim Entwurf von Plattform- und Baukastenarchitekturen berücksichtigt werden.

Ein Ansatz, der hierbei hilfreich sein kann, ist die sogenannte „Clockspeed“-⁸²-Denkweise. Industrien sowie ihre Produkte, Prozesse und ihre Organisationen unterliegen einer unterschiedlichen Dynamik (vgl. FINE 1998, S. 6 f.). Nach FINE ist die Automobilindustrie bei Produkt- und Prozesszyklen eine „Medium-Clockspeed“-Industrie (vgl. FINE 1998, S. 239), während beispielsweise die Computerindustrie deutlich schneller neue Produkte auf den Markt bringt und neue Herstellungsprozesse anwendet. Gerade im Hinblick auf die hohen Investitionskosten in Milliardenhöhe in Motoren- und Montagewerke erwarten die Automobilhersteller, dass diese Investitionen auch nach 20 Jahren oder mehr noch Verwendung finden (vgl. FINE 1998, S. 7). Herstellverfahren werden entsprechend selten geändert und können so die Möglichkeiten einschränken, kurzfristig Produkte schnell und umfangreich zu ändern. Plattform- und Baukastenstrategien beziehen sich sogar auf mehrere Produktmodelle, und ihre Planung kann in der Automobilindustrie ohne Weiteres auf 15 Jahre oder mehr ausgelegt sein. Insbesondere bei mechatronischen Systemen, für welche neben einer Hardware- auch eine Softwareentwicklung nötig ist, zeigen sich die Herausforderungen unterschiedlicher Entwicklungszyklen (vgl. LINDEMANN 2010). Aufgrund der Bedeutung des Themas wurde sogar ein Sonderforschungsbereich eingerichtet;⁸³ der sich dem Zyklenmanagement von Innovationsprozessen widmet.

Das Produkt Pkw kann wegen seiner Komponenten und Bauteile auch als **Bündel einzelner Teilprodukte und Technologien** aufgefasst werden. Für die Auslegung von Plattform- und Baukastenarchitekturen bedeutet dies, dass Technologien, die einer hohen Dynamik und kurzen Entwicklungszyklen unterliegen, entsprechend modular und leicht austauschbar zu gestalten sind. Eine starke Integration der betroffenen Bauteile in eine Plattformarchitektur ist daher zu vermeiden.

Die Innovationsstrategie eines OEMs sollte mit Plattform- und Baukastenstrategien harmonisieren, um Entscheidungskonflikten vorzubeugen. Technologien mit kurzen Entwicklungszyklen, wie etwa bei Sensor- oder Infotainmenttechnologien, sind „anfälliger“ für Innovationen, und man muss mehr Ressourcen in solche Technologiefelder investieren, um sich die entsprechend nötige technologische Kompetenz zu sichern (vgl. FINE et al. 2002, S. 72).

Gelingt dies nicht, so ist man auf die Kompetenzen der Zulieferindustrie angewiesen und kann damit keinen langfristigen Produktvorteil gegenüber Wettbewerbern auf diesem Technologiegebiet erreichen. Innovationsstrategien stellen somit eine entscheidende Komponente der Unternehmensführung dar (vgl. LITTLE 1988, S. 71).

⁸¹ Aufgrund fehlender Erfahrungswerte sind mögliche Verkaufszahlen und realisierbare Preise bei echten Neuerungen im Vergleich zu Weiterentwicklungen schwer zu prognostizieren.

⁸² Unter „Clockspeed“ versteht man hier die Dauer von Entwicklungszyklen, also mit welcher Taktfrequenz Produkte oder Herstellungsverfahren durch neue ersetzt werden.

⁸³ Weitere Informationen zu den Inhalten des Sonderforschungsbereichs finden sich unter www.sfb768.de. (Abruf am 28.05.2012)

Da Strategien allerdings üblicherweise unter Berücksichtigung des Wettbewerbs zu definieren sind,⁸⁴ stellt sich für Unternehmen zusätzlich die Frage nach dem Faktor Zeit. ANSOFF formuliert folgende **Markteintrittsstrategien** (vgl. ANSOFF & STEWART 1968, S. 40):

- „First to Market“ – basierend auf einem starken F&E-Programm, Technologieführerschaft und Risikobereitschaft.
- „Follow the Leader“ – basierend auf starken Entwicklungsressourcen und der Fähigkeit, schnell reagieren zu können, wenn ein Markt zu wachsen beginnt.
- „Application Engineering“ – basierend auf Produktmodifikationen, um Bedürfnissen bestimmter Kundengruppen in einem reifen Markt gerecht zu werden.
- „Me too“ – basierend auf überlegener Produktionseffizienz und Kostenkontrolle.

Eine „**First to Market**“-Strategie zielt darauf ab, zumindest vorübergehend eine monopolartige Stellung des Unternehmens im Markt zu schaffen und damit entsprechende Renditen zu ermöglichen. Außerdem kann es sich positiv auf das Unternehmensimage auswirken, wenn ein Unternehmen regelmäßig erfolgreiche Innovationen hervorbringt. Dafür müssen Firmen, die diese Strategie verfolgen, bereit sein, die höheren Risiken aufgrund mangelnder Erfahrungswerte⁸⁵ zu akzeptieren. Um eine „First to Market“-Strategie realisieren zu können, ist der Zeitraum zur Umsetzung einer neuen Idee wichtig, da dieser zunehmend die Profitabilität vieler Unternehmen beeinflusst (vgl. LITTLE 1988, S. 73). Eine hohe Umsetzungsgeschwindigkeit und eine kurze „time-to-market“ bietet noch weitere Vorteile bzw. Chancen (vgl. FUHL 2006, S. 106 ff.):

- Wachstum und steigende Marktanteile
- Möglichkeit Standards, zu setzen
- geringere Entwicklungskosten
- Wettbewerbern zuvorkommen

Durch Patente kann der zeitliche Vorsprung vor dem Wettbewerb ggf. deutlich länger gehalten werden.

Für die Strategie „**Follow the leader**“ spricht hingegen, dass man Marktflops vermeiden kann, indem man aus den Fehlern des Innovators lernt. So können Projekte vor Markteintritt abgebrochen oder die größten Kritikpunkte aus Kundensicht noch behoben werden. Im Gegensatz zu diesen beiden Strategien konzentrieren sich die Strategien „**Application Engineering**“ und „**Me too**“ primär auf die Erzielung von Kostenvorteilen durch kostenoptimierende Produktmodifikation und die Gestaltung von effizienten Produktionssystemen (vgl. ANSOFF & STEWART 1968, S. 41; SPECHT et al. 2002, S. 108 f.).

Die Überlegungen von ANSOFF zu Markteintrittsstrategien finden einen großen Anklang in der Literatur, wobei durchaus unterschiedliche Formulierungen und Abwandlungen zu finden sind (vgl. VENTER 2006, S. 165).⁸⁶

⁸⁴ Eine Ausnahme stellen z. B. staatlich geschützte Monopole dar.

⁸⁵ So stellt sich besonders bei radikalen Innovationen oft die Frage, ob das Produkt vom Kunden erfolgreich angenommen wird.

⁸⁶ In Anhang werden die Chancen und Risiken der einzelnen Strategien dargestellt (vgl. Bild 9-11).

Betrachtet man die Markenwerte der BMW AG und der Audi AG (vgl. Kapitel 4.1.3.2) so wird deutlich, dass beide Unternehmen bestrebt sind, eine technologische Führungsposition einzunehmen und insbesondere Innovationen voranzutreiben, die für ihre Markenwerte relevant sind.

In der Praxis ist es dennoch häufig schwierig, eine klare Innovationsstrategie zu formulieren und Entscheidungen danach auszurichten. Viele Manager versuchen allen möglichen Kundenwünschen gleichzeitig gerecht zu werden, den Wettbewerbern auf allen Gebieten nachzueifern oder Entscheidungen möglichst lange hinauszuzögern, um sich Handlungsflexibilität zu bewahren oder um sich später nicht für falsche Entscheidungen rechtfertigen zu müssen (vgl. PORTER 1996, S. 75).

Es verwundert daher kaum, dass viele Ziele, wenn sie denn überhaupt explizit formuliert sind, nicht zufriedenstellend erreicht werden (vgl. Bild 4-26).

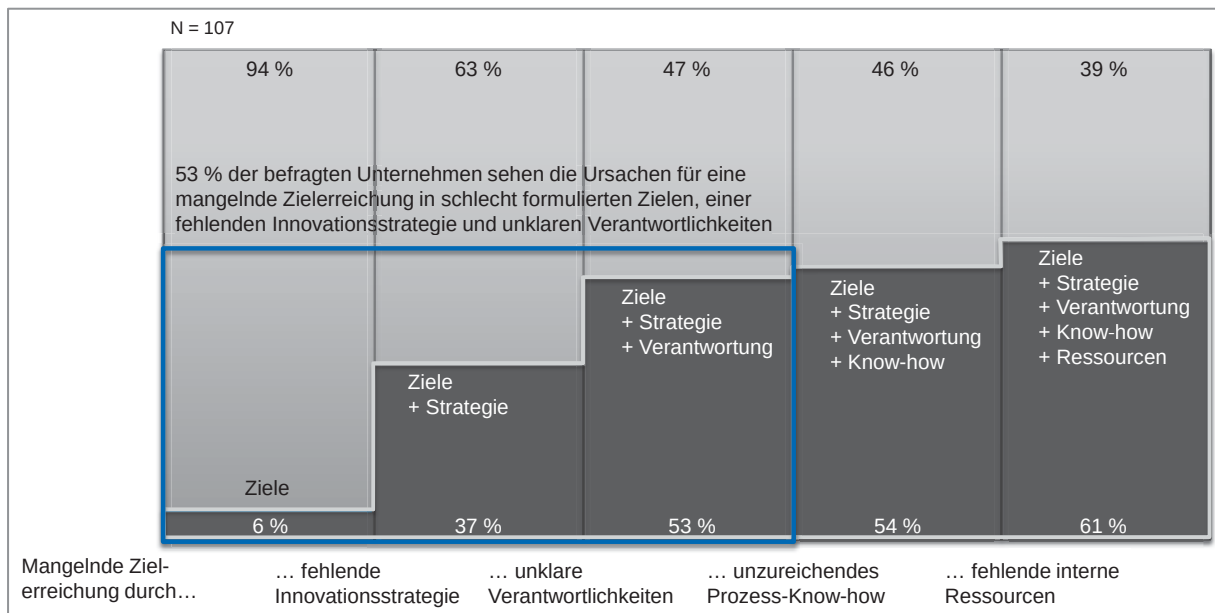


Bild 4-26: Defizite von Unternehmen bzgl. Innovationsstrategien (in Anlehnung an ACCENTURE 2005, S. 17)

Häufige Ursache hierfür sind schwammig formulierte, nicht gelebte oder gar nicht vorhandene Innovationsstrategien sowie unklare Verantwortlichkeiten zur Umsetzung von Innovationsstrategien (vgl. Bild 4-26 sowie ACCENTURE 2005, S. 16 f.).

Die Ausrichtung von F&E- und Innovationsstrategien ist stark von den internen und externen Kontextfaktoren des jeweiligen Unternehmens abhängig (vgl. SPATH 2003, S. 9) und muss gut innerhalb des Strategiesystems eines Unternehmens integriert werden. In Bild 4-27 wird die zentrale Rolle noch einmal verdeutlicht:



Bild 4-27: F&E- und Innovationsstrategien als zentrales Element im Strategiesystem eines OEMs (eigene Darstellung)

Der Abstimmungsprozess und der Strategieabgleich sind mit hohem Aufwand verbunden und die Ableitung konkreter Innovationsziele und das Operationalisieren der Strategie entsprechend schwierig. Dieser hohe Initialaufwand kann in Kombination mit der persönlichen Motivation risikoaverser Manager dafür sorgen, dass wichtige Grundsatzentscheidungen nicht getroffen werden und eine strategische Orientierung fehlt.

Zur Verbesserung der Innovationsleistung kann eine Innovationsstrategie unterschiedliche Bereiche einbeziehen. WILDEMANNS zählt folgende **Aspekte zur Entwicklung einer Innovationsstrategie** auf (vgl. Bild 4-28):



Bild 4-29: Ansatzpunkte für eine Innovationsstrategie (in Anlehnung an WILDEMANNS 2006, S. 39)

Neben den von WILDEMANNS genannten Punkten sollten auch noch grundlegendere Entscheidungen in einer Innovationsstrategie berücksichtigt werden. Der bereits erwähnte Innovationsanspruch (Pionier – Folger – Imitator), damit verbunden der gewünschte Innovationsgrad (Weiterentwicklung – radikale Innovation), und die Berücksichtigung von Marktsog und Technologiedruck, Eigen- und Fremdleistungseinsatz in F&E sowie externe Technologiebeschaffung (vgl. ANTONIOU & ANSOFF 2004, S. 276) werden hier beispielhaft genannt.

Auch die Öffnung des Innovationsprozesses, etwa durch Kooperationen und Einbindung von Lead-Usern oder externen Beratern (vgl. CHESBROUGH & APPLEYARD 2007, KIRSCHBAUM 2005), kann bei der Festlegung von Innovationsstrategien eine bedeutende Rolle spielen.

Wenn es gelingt, eine aussagekräftige und messbare Innovationsstrategie zu entwickeln, muss auch die **Strategieumsetzung** forciert werden. Dies erfordert u. a. „ein professionelles Projektmanagement, mit dessen Hilfe die Maßnahmen, die am Ende einer jeden Strategie stehen und die in der Regel Projektcharakter haben, zügig vorangetrieben werden“ (GAUSEMEIER et al. 2004, S. 191).

Einen durchgängigen Prozess der strategischen Führung hat die Firma Toyota etabliert, welche dafür bekannt ist, hartnäckig langfristige, strategische Ziele zu verfolgen. Toyota setzt einen systematischen Kaskadierungsprozess der Strategieentwicklung und -umsetzung ein, welcher als „Hoshin-Management“-Prozess bezeichnet wird (vgl. MORGAN & LIKER 2006, S. 266).

Ziel des Hoshin-Managements ist es, das gesamte Unternehmen auf die Erreichung der Unternehmensvision und Unternehmensziele auszurichten und trotzdem schnell auf veränderte Umweltbedingungen reagieren zu können. Es handelt sich hierbei um einen, in der Regel jährlichen Planungsprozess, bei dem versucht wird, die langfristigen Ziele mit den kurzfristigen Aktivitäten des Unternehmens in Einklang zu bringen und eine zielorientierte Ausrichtung bei Führungskräften und Mitarbeitern zu gewährleisten.

Ausgehend von der langfristigen Vision des Unternehmens und längerfristiger Unternehmensziele, werden konkrete Jahresziele abgeleitet, die auch messbar sind. Die auf Vorstandsebene festgelegten Ziele werden nun in die entsprechenden Bereiche kommuniziert. Dort werden eigene, kongruente Ziele formuliert sowie eine Strategie zur Zielerreichung entwickelt als auch direkte Maßnahmen festgelegt. Die in den Bereichen festgelegten Ziele bilden wiederum die Ausgangsbasis für die Festlegung von Hauptabteilungszielen. Iterativ findet so ein Operationalisieren der höchsten strategischen Ziele statt.

Auf operativer Ebene findet dann die Umsetzung der definierten Ziele statt, wobei in regelmäßigen Reviews die Erreichung der Ziele verfolgt wird und unter Umständen korrigierend eingegriffen wird. Das Vorgehen während der Umsetzungsphase orientiert sich dabei am Modell des PDCA-Zyklus (vgl. MORGAN & LIKER 2006, S. 266 ff. und JOCHUM 1999). Wie in Bild 4-30 dargestellt ist, findet sowohl die Zielableitung als auch die Erfolgsmessung der Zielerreichung kaskadisch statt, womit ein Soll/Ist-Vergleich auf unterschiedlichen Ebenen erfolgen kann.

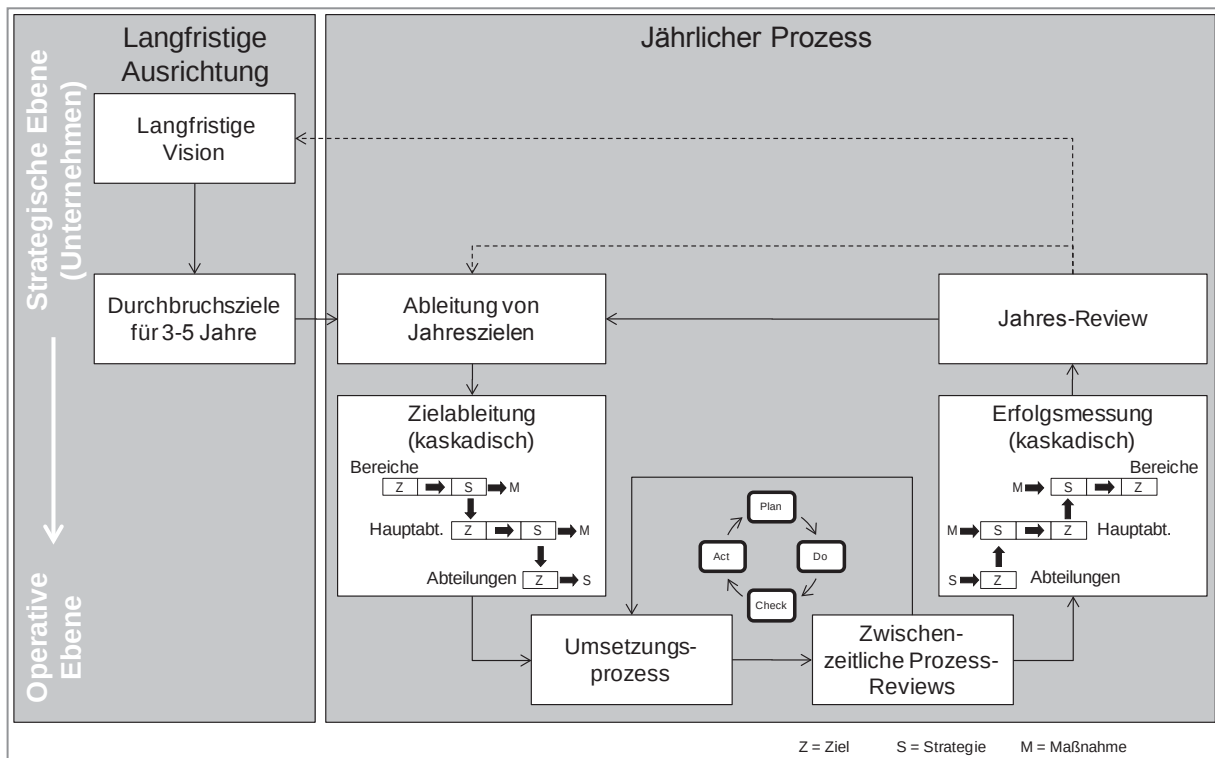


Bild 4-30: Hoshin-Management-Prozess (Management by policy)
(in Anlehnung an JOCHUM 1999; MORGAN & LIKER 2006, S. 266 ff.)

Auch wenn die Umsetzungsphase bei Toyota einem Jahreszyklus unterliegt, bedeutet dies nicht, dass es keine langfristig ausgelegten Entwicklungsprojekte gibt. Im Gegenteil, die langfristige Orientierung in der Produktentwicklung stellt vielmehr einen entscheidenden Erfolgsfaktor dar (vgl. COOPER et al. 2004b, S. 51).

4.1.3.4 Zwischenfazit

Es gibt eine Vielzahl an Strategien in einem Unternehmen. Damit die Innovationsstrategie als Grundlage für nachhaltige Entscheidungen verwendet werden kann, muss sie mit den wichtigsten Strategien im Unternehmen abgestimmt sein. Geschieht dies nicht, so treten Zielkonflikte im Entscheidungsprozess auf, die zum Abbruch von Innovationsprojekten führen können. Die Ausgestaltung von Innovationsstrategien kann zu unterschiedlichen, auch nicht technischen Zielen führen. Eine interdisziplinäre Entwicklung von Innovationsstrategien ist daher dringend zu empfehlen. Aufgrund der langfristigen Zielsetzung und der Anzahl möglicher strategischer Stoßrichtungen ist die klare Formulierung der Innovationsstrategie in der Praxis häufig schwierig. Ein Operationalisierungsgrad, der eine Zuordnung von Verantwortungen und auch eine Messbarkeit der Zielerreichung ermöglicht, wird unter Umständen von einigen Managern sogar abgelehnt. Die mehrjährige Entwicklungsdauer von der Vorentwicklung bis zum Produkt auf dem Markt und die Vielzahl der Prozessbeteiligten erschweren zusätzlich eine einfache Erfolgsmessung. Unscharf formulierte Ziele und ein unklarer Zeithorizont zur Zielerreichung sind in der Praxis häufig die Folge. In Bild 4-31 werden die wesentlichen Problem- und Handlungsfelder der Vorentwicklung eines OEMs im Hinblick auf strategische Unternehmensbelange noch einmal abschließend zusammengefasst:

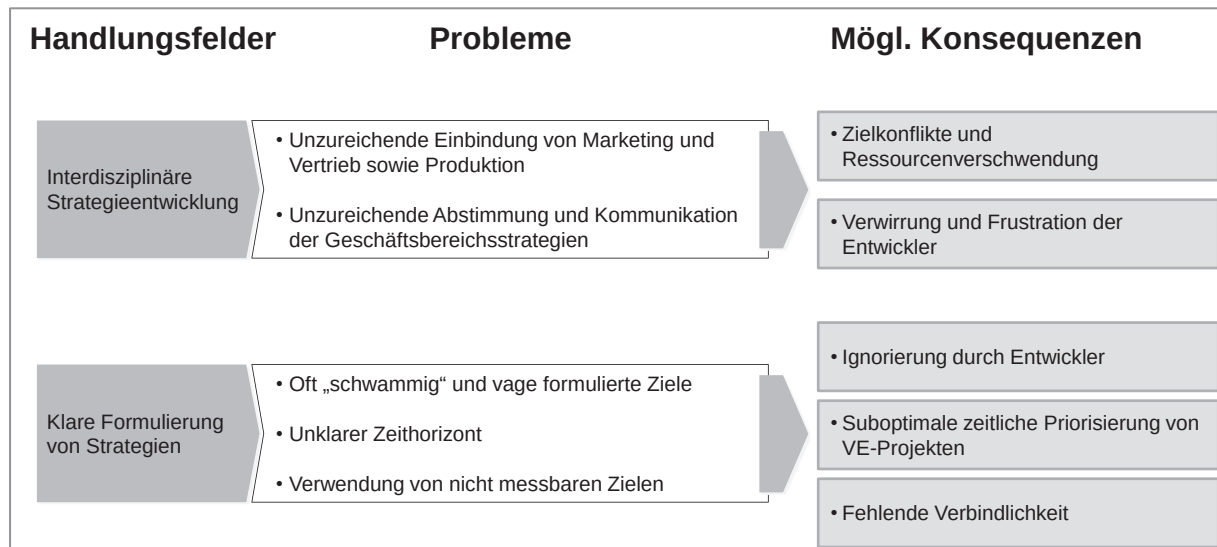


Bild 4-31: Zusammenfassung des Handlungsfelds „Strategie“ (eigene Darstellung)

4.1.4 Handlungsfeld „Charakter von Vorentwicklungsprojekten“

„Every project is different, though certain types of project may have comparable features.“
(HALES & SHAYNE 2004, S. 23)

4.1.4.1 Anzahl und Verschiedenheit der Projekte

Da die Modellpalette der deutschen Premiumhersteller inzwischen recht umfangreich ist, gibt es unterschiedliche Eigenschaftsfelder, die durch VE-Projekte angesprochen werden können. Ebenso existiert eine **Vielzahl an unterschiedlichen Technologien**, die weiterentwickelt und neue Technologien, die integriert werden können.

Es verwundert daher kaum, dass bei den OEMs meist **Hunderte Forschungs- und Vorentwicklungsprojekte parallel** bearbeitet werden (vgl. JAHN 2009, S. 94; GASSMANN & REEPMEYER 2003, S. 688) und sich die Projekte in ihren Eigenschaften teilweise stark voneinander unterscheiden.

Der **heterogene Charakter der Vorentwicklungsideen und -projekte** kann sich in folgenden wesentlichen Punkten äußern:

- Neuheits-, Komplexitäts- und Risikograd
- Reifegrad der Idee, verfügbare Informationen und vorhandenes Wissen
- Ressourcenbedarf für die Projektdurchführung
- Auswirkungen auf das Gesamtfahrzeug Pkw (Produkt-, Baukasten- und Plattformarchitekturen)
- Projektziele (neue Funktionen oder Eigenschaften, Verbesserung von Funktionen oder Eigenschaften, Kostensenkung, Qualitätssteigerung, „Enabler-Funktion“ für neue Technologien und Produktinnovationen)
- Laufzeit der Projekte

Der Umgang mit den ersten beiden genannten Punkten hängt maßgeblich mit der bereits diskutierten Innovationskultur und der Risikobereitschaft der verantwortlichen Manager zusammen.

men. Insbesondere, wenn mit der Durchführung der Projekte ein hoher Ressourcenbedarf verbunden ist oder kostenintensive Auswirkungen auf das Gesamtfahrzeug absehbar sind, wird dem Management Mut zur Entscheidung abverlangt. Herrscht im Unternehmen keine Innovationskultur, sondern ist bei einem Scheitern mit persönlichen Konsequenzen zu rechnen, besteht die Gefahr, dass tendenziell eher kleine und überschaubare Projekte verfolgt werden.

Die Projektlaufzeiten in der Vorentwicklung sind häufig zwei bis drei Jahre. Allerdings gibt es auch Projekte, gerade im Elektronik- und Softwareumfeld, die deutlich kürzer sind. Auf der anderen Seite existieren aber auch Vorentwicklungsprojekte, die noch mehr Forschungscharakter besitzen und durchaus vier bis fünf Jahre dauern. Die Vergleichbarkeit zwischen Projekten wird durch die enorme Heterogenität deutlich erschwert.

4.1.4.2 Auswirkungen auf das Gesamtsystem Pkw

Nur wenige VE-Projekte zielen auf eine Veränderung des Gesamtfahrzeuges auf oberster Systemebene ab. Die Masse der Projekte beschäftigt sich mit einer Verbesserung bestehender Komponenten oder der Integration neuer Funktionen. D. h., die Ergebnisse aus der Vorentwicklung wirken sich bei der Integration in ein Fahrzeug unterschiedlich aus. Manche Ergebnisse substituieren Bestehendes und können im Idealfall ohne größere Änderungen in eine bestehende Fahrzeugarchitektur integriert werden. Dies ist dann sogar im Rahmen einer Produktaufwertung oder Modellpflegemaßnahme („Facelift“) möglich. Andere VE-Ergebnisse bedingen so große Änderungen, dass weitere Maßnahmen an der Fahrzeugarchitektur nötig sind. Bei der zunehmenden Elektrifizierung im Fahrzeug bis hin zur Elektromobilität stellen sich unausweichlich architektonische Fragen bei der Konzeptauslegung. Innovationen mit großem Änderungsbedarf im Gesamtsystem und einer Abhängigkeit von anderen Systemen stellen eine große Herausforderung für einzelne Fachbereiche dar. So macht es für eine Fachabteilung keinen Sinn, Batterien für einen elektrischen Antrieb zu entwickeln, wenn sich nicht parallel andere Fachbereiche mit Elektromotoren und neuen Packagekonzepten beschäftigen. Für die Überzeugung und Abstimmung aller betroffenen Fachbereiche und die Bereitstellung entsprechender Ressourcen muss u. U. viel mehr Zeit aufgewendet werden als für Vorentwicklungsprojekte, die ein Fachbereich allein entwickeln kann.

Ein weiteres Problem kann die Kompatibilität zu bestehenden technischen Systemen darstellen. Fehlt die nötige elektronische Infrastruktur, z. B. in Form schneller Bussysteme oder eines Bordnetzes mit einer Spannung größer als zwölf Volt, so lassen sich bestimmte neue Technologien nicht einfach in ein Fahrzeug integrieren, auch wenn es aus Kundensicht wünschenswert wäre.

Neue oder verbesserte Funktionen oder Fahrzeugeigenschaften sind für Kunden häufig von Interesse. Unternehmensintern besteht daher, insbesondere seitens des Marketings und Vertriebs, ein großes Interesse an Vorentwicklungsprojekten, die diese Zielsetzung verfolgen. Projekte, die zu einer Kostensenkung oder Qualitätssteigerung im Herstellungsprozess führen, stoßen dagegen eher auf ein Interesse der Produktion und des Finanzbereichs. Problematisch sind jedoch Enabler-Projekte. Diese Projektart bietet selbst keinen direkten Kundenmehrwert. Finanziell und hinsichtlich der Prozesssicherheit in der Produktion müssen sich auch keine Vorteile ergeben. Im Gegenteil: Enabler-Technologien können zunächst einmal mit größeren Investitionen und einer erhöhten Unsicherheit verbunden sein. Als Beispiel können die bereits

erwähnten Bussysteme, aber auch die aus der Luftfahrtindustrie bekannten „By-wire“-Technologien genannt werden. Wird die herkömmliche Schaltung etwa durch „Shift by wire“ ersetzt, so bieten sich für den Kunden zunächst einmal keine Vorteile. Erst neue Funktionen oder zusätzliche Freiheitsgrade für das Interieur-Design bringen einen Mehrwert. Die finanzielle Bewertung solcher Projekte ist nicht trivial, und manche Entscheidungen sind erst auf lange Sicht rentabel.

4.1.4.3 Projekttreiber und Motivation

Auch die **Motivation zur Projektdurchführung** kann sich differenzieren. Im Rahmen dieser Arbeit konnten folgende Projekttreiber identifiziert werden, die als Argumentation für eine Durchführung eines VE-Projekts häufig verwendet werden:

- Gesetze, Regularien und Normen
- Institutionen, Medien und Versicherungen
- Wettbewerbsprodukte
- konkrete Kunden- oder Marktwünsche
- gesellschaftliche Veränderungen
- eigener Innovationsanspruch und Produktvorteile

Im Rahmen von Budgetentscheidungen nimmt die Motivation, weshalb ein Projekt gestartet oder fortgesetzt werden soll, eine wichtige Position ein. Konkurrieren Projekte um begrenzte Ressourcen, so beginnen die Befürworter der Projekte normalerweise für diese zu argumentieren. Drohende Gesetze oder Regularien, die den Verkauf von Pkws einschränken, erschweren oder gänzlich verhindern könnten, sind Argumente, denen sich das Management kaum verschließen kann. Die Entscheider werden auf die Dringlichkeit und unbedingte Notwendigkeit hingewiesen, dass entsprechende Vorentwicklungsprojekte unbedingt durchgeführt werden müssen. Dass die Erfüllung von Normen durchaus zu Innovationen führen kann, hat Peugeot zusammen mit den Firmen Tenneco und Faurecia bewiesen, indem sie einen Dieselpartikelfilter mit katalytischer Regeneration auf den Markt brachten und damit die Euro-4-Norm erfüllte.⁸⁷ Häufig ist der Neuheitsgrad von Projekten zur Gesetzeserfüllung aber gering und kann im Rahmen einer Applikationsentwicklung in Kooperation mit Systemlieferanten während der Serienentwicklungsphase geleistet werden. Für das Thema Sicherheit, welches für Pkw-Kunden durchaus von Bedeutung ist, gilt Ähnliches. Für viele Hersteller ist eine gute Bewertung, z. B. bei Testverfahren nach Euro NCAP⁸⁸, Pflicht. Wird man in den einschlägigen Medien als negatives Beispiel im Bereich der Fahrzeugsicherheit dargestellt, sind Verkaufsprobleme absehbar. Aber auch Fahrzeugeigenschaften, die die Unterhaltskosten von Pkws durch die Höhe von Versicherungseinstufungen oder steuerlicher Belastung beeinflussen, werden zur Argumentation einer positiven Projektentscheidung verwendet. Häufig spielt bei solchen und anderen Projekten auch das Verhalten der wichtigsten Wettbewerber eine wesentliche Rolle. Es kommt immer wieder vor, dass Wettbewerber bereits bestimmte Technologien bei der Präsentation von Konzept- oder Forschungsfahrzeugen kommunizieren oder Firmen über andere Kommunikationswege erfahren, welche neuen oder verbesserten Komponenten in einem Fahrzeugmodell eines Wettbewerbers eingesetzt werden sollen. Um den

⁸⁷ Vgl. Wikipedia: <http://de.wikipedia.org/wiki/Dieselpartikelfilter> (Abruf vom 30.11.2012)

⁸⁸ Euro NCAP steht für „European New Car Assessment Programme“.

Wettbewerbern keine Produktvorteile einräumen zu müssen, wird seitens der Projektbefürworter argumentiert, dass man umgehend handeln und entsprechende alternative Entwicklungen vorantreiben müsse. Sind solche Wettbewerbsinformationen erst mit oder kurz vor SOP des entsprechenden Modells verfügbar, so steigt der vermeintliche Handlungsdruck umso mehr.

Auch konkrete Kundenwünsche oder Wünsche aus bestimmten Märkten können als Motivation zur Durchführung von Projekten dienen. Allerdings sind solche Wünsche oft nicht unbedingt von einem hohen Innovationsgrad geprägt, und die gewünschten Produkte werden bereits bei Wettbewerbern oder von Drittfirmen auf diesen Märkten angeboten.

Weniger konkret als gesetzliche Anforderungen sind gesellschaftliche Veränderungen und Trends. Der demografische Wandel in westlichen Gesellschaften oder ein zunehmendes ökologisches Bewusstsein können ebenso als Treiber für VE-Projekte dienen wie weniger bekannte Zukunftstrends. Bestimmte gesellschaftliche Trends können sich später auch in Gesetzen oder Regularien manifestieren und für Automobilhersteller verpflichtend werden. Alle bisher genannten Treiber basieren mehr oder weniger auf „Market-Pull“-Anreizen⁸⁹ als Innovationsanstoß.

Im Gegensatz hierzu stehen Innovationsideen, die aus eigener Forschung und Entwicklung oder aus Kooperationen und eher „Technology-Push“-Auslösern stammen. Argumentativ werden solche Projekte durch verbesserte oder neue Eigenschaften und Funktionen gefordert, auch wenn von Marktseite noch keine Wünsche geäußert wurden. Der Handlungsdruck für solche Projekte ist vermeintlich geringer, da sich bei einer Ablehnung des Projekts keine unmittelbare Bedrohung erkennen lässt. Gerade diese Projekte können aber zu echten Produktvorteilen führen, wenn sie latent vorhandene Kundenwünsche befriedigen.

Bei begrenzten Ressourcen besteht für Innovationsprojekte „aus eigenem Antrieb“ allerdings die Gefahr, dass sie aufgrund der vermeintlichen Dringlichkeit anderer, nach dem „Pull-Prinzip“ geforderter Projekte benachteiligt werden und nicht mit ausreichend Ressourcen versorgt werden. Solche Projekte besitzen zudem meist ein relativ geringes Differenzierungspotenzial und sind zur Schaffung strategischer Produktvorteile nur bedingt geeignet.

4.1.4.4 Zwischenfazit

Vorentwicklungsprojekte können in großer Anzahl parallel durchgeführt werden. Aufgrund der unterschiedlichen Technologien, die sich im Produkt Pkw wiederfinden können, ist dies leicht nachvollziehbar. Die Entwicklungsingenieure aus den unterschiedlichen Fachbereichen sind bestrebt, Weiterentwicklungspotenziale, die nicht im Rahmen einer Serienentwicklung vernünftig zu handhaben sind, vorzuentwickeln und später in die Fahrzeuge zu integrieren. Eine Integration kann mit technischen Problemen verbunden sein, da Wechselwirkungen mit anderen Komponenten und Systemen bestehen. Zugleich ist benötigter Bau- raum knapp, und das Gesamtsystem Pkw muss unter Umständen deutlich modifiziert werden. Dies ist mit hohen Änderungskosten verbunden. Auch die Motivation, weshalb ein Projekt durchgeführt werden soll, unterscheidet sich von Projekt zu Projekt. Es existieren Projekte, die bereits in der Vorentwicklung unter einem gewissen zeitlichen Druck stehen.

⁸⁹ Vgl. Kapitel 2.1.3.

⁹⁰ Vgl. Kapitel 2.1.3.

In Bild 4-32 werden die wichtigsten Punkte des Handlungsfelds „VE-Projekte“ noch einmal anschaulich zusammengefasst:

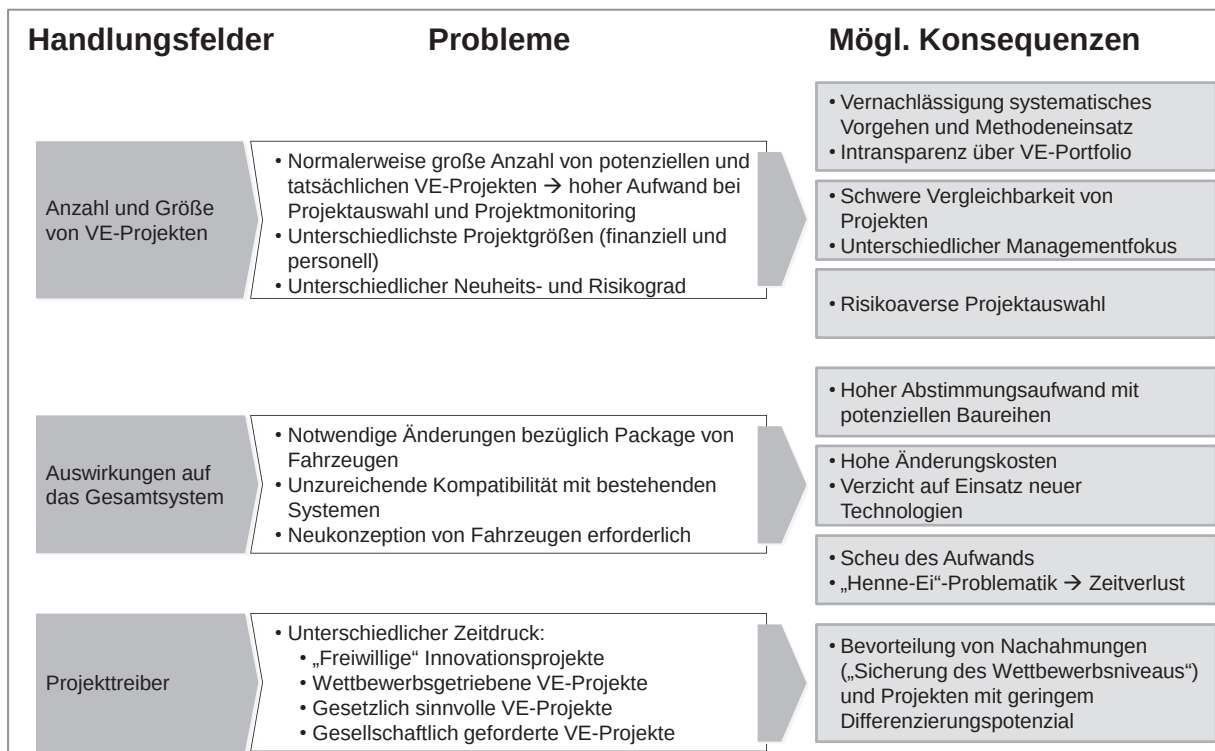


Bild 4-32: Zusammenfassung des Handlungsfelds „VE-Projekte“ (eigene Darstellung)

4.1.5 Handlungsfeld „Prozess“

Wie in Kapitel 2.1.6 bereits kurz erörtert wurde, verlaufen Vorentwicklungsprozesse in der Automobilindustrie meist außerhalb des „Standard-PEP“ von Fahrzeugprojekten (vgl. auch JAHN 2009, S. 100). Dies stellt eine wichtige Besonderheit für den Innovationsprozess dar, weil sowohl das Endprodukt und somit auch die Zielgruppe der Käufer zu Beginn des Innovationsprozesses in vielen Fällen noch nicht klar bestimmt sind.

4.1.5.1 Synchronisation mit dem Fahrzeug-PEP

Im Gegensatz zu den sehr linear ausgerichteten Entwicklungsprozessen von Fahrzeugprojekten, bei denen spätestens zum Serienentscheid konzeptionelle Änderungen nicht mehr vorgesehen sind, sind Vorentwicklungsprozesse aufgrund technischer Unsicherheiten und fehlendem Know-how meist sehr iterativ. Für viele VE-Projekte werden mehrere alternative Wege parallel verfolgt, und zu Beginn ist es teilweise noch unklar, welcher Weg (wenn überhaupt) Erfolgversprechend sein wird. Daher ist die Prognose eines genauen Zieltermins deutlich unsicherer als im Serienentwicklungsprozess. Zudem ist ein Projekterfolg der Vorentwicklung bei hochinnovativen Projekten und neuen Technologien nicht immer gegeben. Selbst wenn bestimmte Technologien in anderen Branchen bereit im Einsatz sind, so stellen die hohen Anforderungen, z. B. Sicherheitsanforderungen, Temperaturbeständigkeit und Erschütterungsresistenz, den Einsatz in der Automobilindustrie vor große Herausforderungen.

Das Endprodukt Pkw integriert die unterschiedlichsten Technologien. Über die Integration neuer oder weiterentwickelter Technologien wird im „Fahrzeug-PEP“ zu bestimmten Meilensteinen entschieden. Diese Serienentscheidungen werden in der Regel ca. 30 Monate vor SOP durch ein Top-Entscheidungsgremium getroffen.⁹¹ Ob die Entscheidung positiv ausfällt, hängt von unterschiedlichen Faktoren ab. Zunächst einmal muss das Fahrzeugprojekt überhaupt Interesse an einer neuen Technologie äußern. Hierzu benötigt das Projekt Einblick in die Vorentwicklungsaktivitäten des Unternehmens. Ohne einen transparenten Überblick können interessante Projekte unter Umständen „übersehen“ werden. Eine Sichtung relevanter Vorentwicklungsprojekte kann in Form von Innovationsbörsen und mithilfe der Vorentwicklungs- oder Innovationsmanager erfolgen und durch geeignete Software unterstützt werden. Eine andere Möglichkeit besteht darin, dass die Vorentwicklungsabteilungen ihr Entwicklungsprojekt bereits auf ein Zielfahrzeug hin auslegt haben und sich aktiv um eine Integration in dieses bemühen. Der Vorteil hierbei liegt darin, dass bestimmte Eigenschaften des VE-Projektes spezifisch für das Zielfahrzeug entwickelt werden können und sich die Chancen einer Integration so erhöhen.

Besteht ein konkreter Integrationswunsch des Fahrzeugprojekts, so müssen zunächst weitere Faktoren, wie Finanzierbarkeit, Integrierbarkeit und Reife, überprüft werden. Zur **finanziellen Bewertung** sind sowohl Aussagen zur Kosten- als auch Erlösseite für die geplante Innovation nötig (vgl. Kapitel 3.5.2). Von besonderer Bedeutung sind hier die prognostizierten Verkaufszahlen und der geschätzte realisierbare Marktpreis. Im Hinblick auf die bereits behandelte Thematik der Fehlertoleranz und Innovationskultur im Unternehmen (vgl. Kapitel 4.1.2.1) besteht in dieser Phase des Prozesses eine erhöhte Gefahr, dass Innovationen abgelehnt werden.

Je höher der Innovationsgrad und je weniger vergleichbar neue Funktionen oder Eigenschaften sind, desto schwieriger ist der Markterfolg zu prognostizieren. Analogienbildung oder die Nutzung von Erfahrungswerten für eine Marktprognose ist immer dann mit hoher Unsicherheit verbunden, wenn „nichts Ähnliches“ als Vorgänger- oder Alternativprodukt beim Wettbewerb existiert. Problematisch wird es, wenn sich diese Unsicherheit in einer pessimistischen und damit vermeintlich leichter erreichbaren Absatzprognose widerspiegelt. Dies kann dann geschehen, wenn eine Kultur im Unternehmen existiert, die bei einem Misserfolg nach Schuldigen verlangt, die zur Rechenschaft gezogen werden. Niedrige Absatzprognosen sind zwar einfacher zu erreichen, aber die Zahlen dienen auch als Grundlage für die finanzielle Bewertung. Eine pessimistische Prognose erzielbarer Preise und/oder des Absatzvolumens führt schnell zu einer Ablehnung des gesamten Innovationsprojekts.

Die Marktprognosen für neue Technologien sind auch anderweitig mit Risiko behaftet, da die Entwicklungsaktivitäten der Wettbewerber, der potenziellen Wettbewerber und auch der Zulieferindustrie nicht vollständig bekannt sind. Die Entwicklung des Procon-ten-Systems der Firma Audi, welches im Falle eines Frontcrashes die Lenksäule mechanisch zurückzieht und den Sicherheitsgurt strafft, wurde beispielsweise durch sensorgesteuerte Airbags überholt.

Auch die **Integrierbarkeit** ist nicht immer ohne Probleme möglich, da freier Bauraum in Pkws aufgrund der gestiegenen Anzahl an Komponenten und Systemen bereits stark begrenzt ist. Eine Integration muss daher zunächst im Hinblick auf das Package untersucht werden.

⁹¹ Vgl. HEIBING 2008.



Idealerweise geschieht dies möglichst frühzeitig im PEP, damit Änderungskosten gering gehalten werden können bzw. Änderungen an Modulen oder Plattformteilen noch realisierbar sind.

Bei wichtigen und essenziellen innovativen Komponenten ist die Reife und Qualität des Vorentwicklungsprojekts besonders wichtig. Wie in Kapitel 2.1.6 bereits erwähnt, könnte ein Scheitern des VE-Projekts zu einer Verschiebung des SOP führen, wenn keine „Back-up“-Lösung mehr möglich wäre. Ist der SOP des Fahrzeugs abhängig von Vorentwicklungsergebnissen, dann sollte die **Reife des VE-Projekts** entsprechend fortgeschritten sein. Die Ergebnisse von absichernden Test- und Erprobungsverfahren sollten für einen Transfer in das Fahrzeugprojekt Erfolgversprechend sein.

Im Idealfall gelingt es so, durch eine systematische Vorentwicklung unterschiedlich lange Produkt- und Technologiezyklen zu verknüpfen (vgl. Bild 4-33).

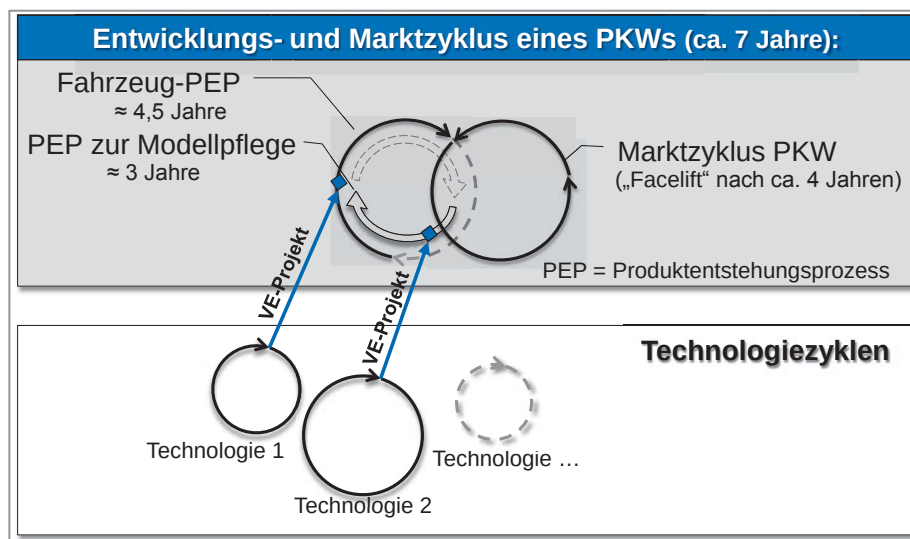


Bild 4-33: Unterschiedliche Produkt- und Technologiezyklen bei Pkws (vgl. FRANKE & LINDEMANN 2009, S. 13)

In der Praxis existieren einige Hürden, die diese Synchronisation unterschiedlicher Zyklen erschweren:

1. Geheimhaltung von Cycle-Plänen und „U-Boot“-Projekten
2. Entscheidungsgeschwindigkeit der Organisation und Zeitfenster für Entscheidungen
3. Starre und unflexible Standardprozesse für Vorentwicklungsprojekte
4. Iterationen im VE-Prozess einzelner Projekte

Die ersten beiden Punkte stellen Herausforderungen für das Informationsmanagement und die Innovationskultur der Automobilhersteller dar, die es zu überwinden gilt. Wichtige Entscheidungen können ggf. nicht getroffen werden, weil notwendige Informationen nicht beschafft werden können (Organisationsproblem), Akteure ihre Arbeit aufgrund fehlender Informationen nicht oder kaum erfüllen können (Koordinationsproblem) oder einige Mitarbeiter wichtige Informationen der Gesamtorganisation nicht zur Verfügung stellen möchten (Motivationsproblem) (vgl. PICOT et al. 2007, S. 36 f.). Das Warten auf Entscheidungen oder auf die Verteilung von Informationen gehört in der Praxis zu den weitverbreiteten Arten der Verschwendung im Produktentwicklungsprozess (vgl. MORGAN & LIKER 2006, S. 73).

In größeren Unternehmen und Konzernen liegen benötigte Informationen bereits gewissen Personenkreisen vor oder könnten zumindest von diesen beschafft werden. Allerdings kommt es im Innovationsprozess durchaus vor, dass diese Informationen nicht zum richtigen Zeitpunkt beim richtigen Adressaten vorliegen. In einzelnen Interviews mit Mitarbeitern der Vorentwicklung eines Automobilherstellers stellte sich heraus, dass die Produktcyclepläne aufgrund ihrer Geheimhaltungsstufe nicht allen Mitarbeitern in der Vorentwicklung zur Verfügung stehen. Insbesondere Modelle, welche neu in die Produktpalette aufgenommen werden sollen, sind bezüglich ihres SOPs häufig noch unbekannt. Eine Auslegung der VE-Projekte auf solche Fahrzeuge ist daher nur eingeschränkt möglich. Selbst wenn die VE-Projekte auf bestimmte Zielfahrzeuge als Ersteinsetzer ausgelegt werden, so sollte dies interdisziplinär erfolgen und nicht nur aus technischer Sicht. Auch wenn die Produktmissionen einzelner Fahrzeuge noch nicht abschließend erstellt worden sind, so sind erfahrene Produktmanager durchaus in der Lage, wichtigen Input für die VE-Projekte zu liefern oder auch vom geplanten Zielfahrzeug eher abzuraten.

Andererseits betreiben die Fachbereiche der Entwicklung auch gerne sogenannte „U-Boot“-Projekte, also Projekte, die zunächst nur einem kleinen, ausgewählten Personenkreis bekannt sind. Dieses Vorgehen soll verhindern, dass Projekte, die vermeintlich so unkonventionell sind, dass sie in einer Organisation mit großen Widerständen zu rechnen haben, frühzeitig abgebrochen werden. Ziel ist es, dass durch den Nachweis funktionsfähiger Prototypen oder Demonstratoren das restliche Unternehmen leichter überzeugt werden kann und bis dahin ein ungestörtes und kreatives Arbeiten ermöglicht wird. U-Boot-Projekte, durch die eine kleine Gruppe von Promotoren Innovationserfolge erzielen konnte, dienen dann gerne als Beispiel dafür, wie man ohne strukturierte Prozesse und mit maximaler Handlungsfreiheit Innovationssprünge erzielen kann. Allerdings ist unklar, wie viele dieser U-Boot-Projekte scheitern, da ein Scheitern selten publik wird.

Werden Vorentwicklungsprojekte im Geheimen vorangetrieben, so können sie bei der Fahrzeugauslegung nicht beachtet werden und hinsichtlich spezifischer Eigenschaften auch nicht beeinflusst werden.

4.1.5.2 Prozessgestaltung

Asymmetrisch verteilte Informationen, unterschiedliche Wahrnehmungen und Interpretationen zu bestimmten Sachverhalten sind im Innovationsprozess nicht ungewöhnlich (vgl. GERYBADZE 2004, S. 113). Besonders kurze Technologiezyklen stellen die Automobilunternehmen vor eine große Aufgabe. Aus Sicht einer Industrie mit längeren Entwicklungs- und Produktzyklen wirken Industrien mit kurzen Zyklen teilweise chaotisch und ihre Prozesse und Arbeitsweisen mit den eigenen nicht kompatibel (vgl. ANSOFF & STEWART 1968, S 33 f.). Um in solchen Technologiefeldern, in denen der permanente Wandel alltäglich ist, ein ausreichendes Maß an Innovationskompetenz zu bewahren, stellen sich organisatorische Fragen, wie man Prozesse im eigenen Unternehmen in solchen Gebieten beschleunigen kann. Starre und unflexible Standardprozesse für VE-Projekte sind für solche Projekte aufgrund der Unterschiede und der häufig iterativen Vorgehensweise nur schwer vorstellbar. Durch zu langsame Entscheidungsprozesse können Innovationen be- oder verhindert werden.

Im Hinblick auf Prozessbeschreibungen in der Vorentwicklung bestehen zudem die in Kapitel 2.2.3 diskutierten Herausforderungen an die Vorgehensmodelle. Eine zu abstrakte Prozessbeschreibung ist zwar einprägsam, liefert aber zu wenig Hinweise zu konkreten Vorgehensschritten. Für eine detaillierte und ausführliche Prozessbeschreibung besteht ein größerer Pflegeaufwand, da sich in der Praxis Prozessdetails häufig ändern. Für die Akzeptanz der Mitarbeiter in der Vorentwicklung ist eine möglichst einfache Prozessdarstellung, welche nicht auf jedes Detail eingeht, von Vorteil. In Gesprächen mit Mitarbeitern eines OEMs kam eindeutig zum Ausdruck, dass die Motivation, sich mit Prozessbeschreibungen auseinanderzusetzen, wegen der Belastungen im Tagesgeschäft äußerst gering ist. Außerdem konnte festgestellt werden, dass existierende Prozessbeschreibungen kaum bekannt und wegen organisatorischer Änderungen bereits in vielen Details überholt waren.

4.1.5.3 Zwischenfazit

Das Handlungsfeld „Prozesse“ lässt sich wie folgt zusammenfassen (vgl. Bild 4-34):

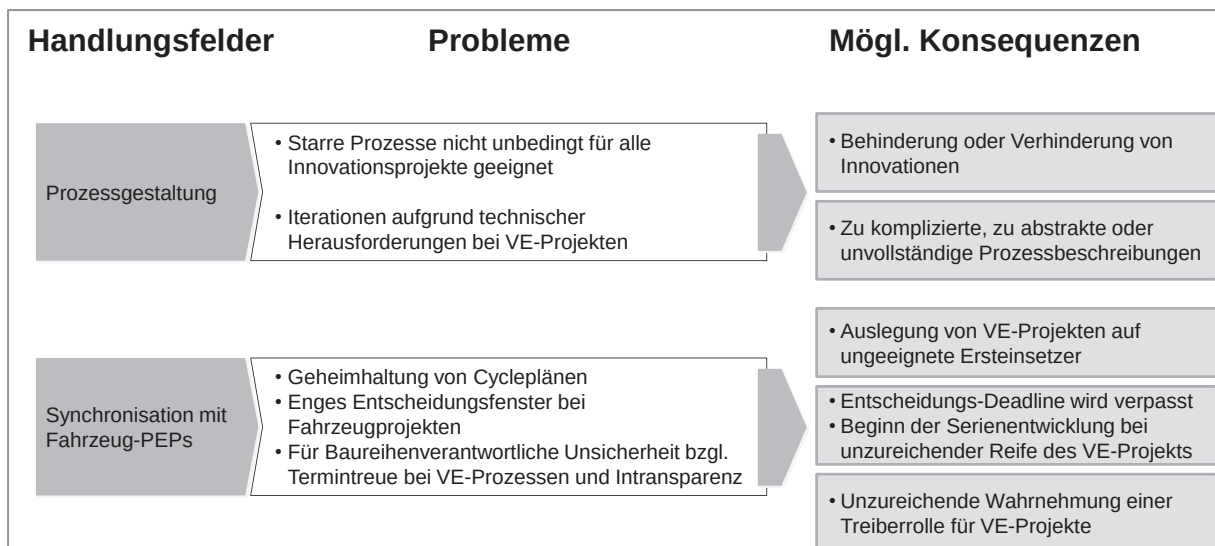


Bild 4-34: Zusammenfassung des Handlungsfelds „Prozesse“ (eigene Darstellung)

Iteratives und paralleles Vorgehen, sowie die Heterogenität der Projekte erschweren die Gestaltung einer detaillierten und dennoch verständlichen Prozessbeschreibung. In der Praxis besteht das Problem, dass Prozesse nicht „gelebt“ werden oder teilweise auch einfach unbekannt sind. Die Prozesse einer Vorentwicklung dürfen aber nicht dazu führen, dass Projekte benachteiligt oder Innovationen gar verhindert werden.

Die Synchronisation einer modellunabhängigen Vorentwicklung mit den Serienentwicklungsprozessen einzelner Fahrzeugmodelle stellt eine große organisatorische Herausforderung dar, da unterschiedliche Welten aufeinandertreffen. Vorentwicklungsprojekte können zum Entscheidungszeitpunkt eines geeigneten Fahrzeugprojektes noch nicht die entsprechende Reife haben oder betreffend der gewünschten Eigenschaften nicht optimal ausgelegt worden sein. Zusätzlich stellen die iterativen Prozesse und die Vielzahl an gleichzeitig verfolgten VE-Projekten die Verantwortlichen einzelner Fahrzeugprojekte vor das Problem, dass ohne sinnvolle Filterung und Monitoring die Transparenz fehlt, um eine Pull-Rolle für Innovationen annehmen zu können.

4.1.6 Handlungsfeld „Methodeneinsatz“

Methodisches und systematisches Vorgehen im Innovationsprozess ist in vielen Unternehmen noch keine Selbstverständlichkeit. Dies trifft insbesondere auch auf die Aktivitäten und Aufgaben vor dem Beginn von Innovationsprojekten zu. Diese sind häufig organisatorisch auch „nur vage festgelegt“ (vgl. GESCHKA & LENK 1999, S. 27). Besonders **bei der Projektbewertung und -auswahl wird in der Industrie recht unsystematisch vorgegangen** (vgl. SPECHT et al. 2002, S. 215). Für die Vorentwicklung der Automobilhersteller gibt es besondere Aspekte, die sich aus den Vorentwicklungsprojekten ergeben (vgl. Kapitel 4.1.4). Vor allem die Unterschiede der einzelnen Projekte hinsichtlich Neuheitsgrad, Ressourcenbedarfe und Zielsetzung sowie die hohe Anzahl der Projekte insgesamt erschweren methodisches und systematisches Vorgehen.

4.1.6.1 Motivation für ein methodisches Vorgehen

Ein methodisches und systematisches Vorgehen unterstützt eine objektive, transparente und nachvollziehbare Projektbewertung und hilft bei der Auswahl der Projekte, die den Zielpräferenzen am nächsten kommen. Aufgrund der bereits genannten Herausforderungen ist die Einführung einer systematischen und methodisch unterstützten Vorgehensweise in der Vorentwicklung nicht selbstverständlich. **Vorgehen, Methoden und Tools müssen der Situation in der Vorentwicklung gerecht werden.** Um die Erfolgsaussichten zu verbessern, bedarf es entsprechender Ressourcen, die dafür zur Verfügung gestellt werden. Dies betrifft besonders methodisch geschultes Personal, welches die Einführung betreut. Fehlt entsprechendes Know-how kann es zum Einsatz falscher Methoden kommen, was sich negativ auf den Innovationserfolg auswirken kann. Selbst die falsche Anwendung der richtigen Methoden kann schädliche Wirkung haben. Stimmt etwa. das Bewertungsergebnis oder eine Rankingliste der Projekte nicht mit der subjektiven Erwartungshaltung der Entscheidungsträger überein, so sollte das Ergebnis nicht kritiklos akzeptiert werden. In solchen Fällen bieten Plausibilitäts- und Sensibilitätsanalysen eine Hilfestellung, um Fehler aufzuspüren (vgl. LINDEMANN 2007, S. 186 f., S. 288 und S. 304).

Werden Fehler im Bewertungsmodell oder bei der Gewichtung gefunden, sollte die Methode korrigiert, eine alternative Methode gewählt bzw. Bewertungskriterien und -gewichtung adaptiert werden. Bewertungssitzungen mit Managern aus unterschiedlichen Fachbereichen und Disziplinen sind aufwendig zu organisieren, und die Managementzeit ist heute sehr begrenzt. Die Dauer solcher Sitzungen für Vorentwicklungsprojekte ist daher knapp kalkuliert.

Auch der, im Vergleich zu Serienentwicklungsentscheidungen und Fahrzeugprojekten vermeintlich geringe Ressourcenbedarf trägt nicht gerade dazu bei, den Bewertungen im Rahmen der Vorentwicklung einen entspannten Zeitrahmen einzuräumen. Grundsatzdiskussionen über die Wahl der geeigneten Bewertungskriterien, Gewichtungen oder Methoden selbst führen schnell zu einer Überschreitung des Zeitrahmens. Als Resultat daraus kann es dann dazu kommen, dass möglichst einfache Bewertungsmethoden gewählt werden oder gar nur intuitiv bewertet wird.

Die Vorbereitung sollte deshalb von Experten durchgeführt und die Systematik und das Kriteriensystem ggf. in Einzelgesprächen mit den Entscheidungsträgern vordiskutiert werden.

Für eine rasche Durchführung der Bewertungs- und Projektreviewsitzungen ist zudem der Einsatz geeigneter Tools nötig. Vorlagen, sogenannte Templates, helfen dabei, bewertungsrelevante Informationen oder Statusreporte in standardisierter Form zur Verfügung zu stellen. Für größere Datenmengen und zur Berechnung und Auswertung von Bewertungsergebnissen können auch Datenbanken und Kalkulationsprogramme hilfreich sein. Der Initialaufwand ist daher nicht zu unterschätzen.

Die Zielsetzung, durch systematisches und methodisches Vorgehen die Objektivität, die Transparenz und die Nachvollziehbarkeit zu erhöhen, muss nicht im Einklang mit den **einzelnen Interessen aller Akteure im Innovationsprozess** stehen. Persönliche „Lieblingsprojekte“ und Entscheidungsfreiheit, Fachbereichsinteressen und U-Boot-Projekte, die nur kommuniziert werden, wenn ein Erfolg absehbar ist, können im Widerspruch zur Zielsetzung eines Methodeneinsatzes stehen.⁹²

Eine Zusammenarbeit zwischen Marketing/Vertrieb, Entwicklung und Produktion reduziert das Risiko, dass ein Unternehmen nicht sein komplettes Potenzial nutzt (vgl. ANDREASEN & HEIN 1987, S. 2). Das Zusammenspiel dieser drei Funktionsbereiche wird in der Literatur gern als ein kritischer Erfolgsfaktor für Produktentwicklungsprojekte angesehen (vgl. z. B. LÜHRING 2007, S. 137; GRABOWSKI & GEIGER 1997, S. 28), da Produkte entwickelt, hergestellt und schließlich vermarktet werden müssen. Daher ist es auch unstrittig, dass es für eine erfolgreiche Realisierung von Innovationen mehr als nur F&E-Abteilungen braucht (vgl. DISSELKAMP 2005, S. 43).

Eine Zusammenarbeit zwischen den drei Funktionsbereichen ist in der Praxis jedoch häufig mit Schwierigkeiten behaftet. Insbesondere bei der Zusammenarbeit zwischen Marketing/Vertrieb und F&E lassen sich im Allgemeinen wiederholt Probleme feststellen (vgl. Tabelle 4-1).

Zu-/Missstände	Anteil der in Projekten auftretenden Zustände (%)
Leichte Unstimmigkeiten	
• Mangel an Zusammenarbeit	7,6
• Mangel an Kommunikation	6,6
• Vetternwirtschaft	6,3
Schwere Missstände	
• Mangel an Akzeptanz	26,9
• Misstrauen	11,8
Missstände gesamt	59,2
Harmonische Zustände	
• Gleichwertige Partner	11,7
• Gewichtete Partner	29,1
Harmonische Zustände gesamt	40,8
Summe Zustände	100

Tabelle 4-1: Kommunikationsprobleme zwischen F&E und Marketing/Vertrieb
(in Anlehnung an WEULE 2002, S. 183 auf Basis einer Studie von SOUDER (SOUDER 1988))

⁹² Vgl. Kapitel 4.1.2.2 Innovationsförderliche Organisationsstrukturen.

Häufig verwenden unterschiedliche Disziplinen ein andersgeartetes Fachvokabular, haben eine ungleiche zeitliche Orientierung, andere Ziele und divergente Informationsbedürfnisse (vgl. SPECHT et al. 2002, S. 206), was zu Missverständnissen führen kann. Insbesondere die unterschiedlichen Interessen der Funktionsbereiche sorgen immer wieder für Konfliktpotenzial (vgl. Bild 4-35).

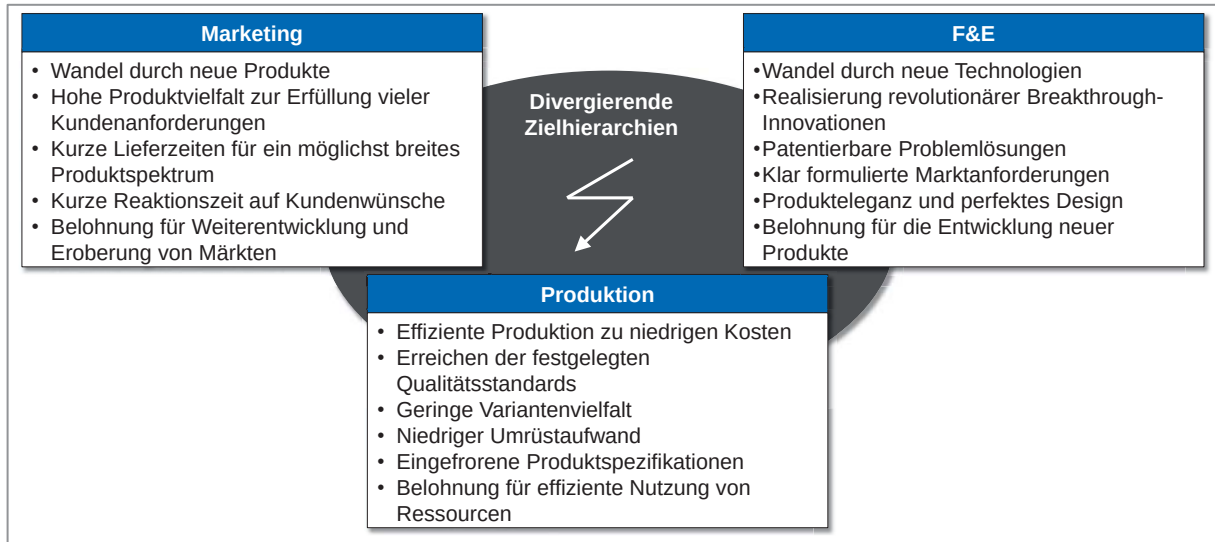


Bild 4-35: Divergierende Zielhierarchien der Funktionsbereiche (vgl. LÜHRING 2007, S. 148)

Tendenziell fordert der Verkaufsbereich gerne die „eierlegende Wollmilchsau“ (ALBRECHT 1999, S. 56), also Produkte, die eine absolute Wettbewerbsüberlegenheit bieten und sich quasi von alleine verkaufen. Allerdings müssen Strategien im Einklang mit den verfügbaren Mitteln bleiben, weshalb der Wunsch „nie schlechter als der Wettbewerb“ und meist „besser als der Wettbewerb“ zu sein, keinen strategischen Anspruch erheben kann (vgl. GÄLWEILER 2005, S. 79).

Auch die Zusammenarbeit von Entwicklung und Produktion ist durch unterschiedliche Interessen geprägt. So ist die Entwicklung bestrebt, möglichst lange noch Änderungen realisieren zu können, während nachfolgende Funktionsbereiche wie Produktion, Beschaffung, Service etc., möglichst zügig mit der Planung und Beschaffung beginnen möchten (vgl. BADKE-SCHAUB 2004, S. 170). Im Rahmen der Ideen- und Projektauswahl werden auch viele Projekte abgebrochen und nicht weiterverfolgt. Außerdem existieren unterschiedliche Projekttypen, die für den einen oder anderen Funktionsbereich mehr oder weniger von Bedeutung sind. Daher darf in diesem Zusammenhang bezweifelt werden, ob die Integration anderer Funktionsbereiche bei allen Vorentwicklungsprojekten eines Automobilherstellers und in allen Phasen des Vorentwicklungsprozesses aufgrund des Aufwands immer sinnvoll ist (vgl. SALOMO et al. 2007, S. 241 f.). Unabhängig von einer intensiven Integration von Fachbereichen, wie Marketing, Produktion, aber auch Einkauf in die frühen Phasen der Vorentwicklung, ist die Bedeutung von Information und Wissen aus diesen Bereichen für die Generierung neuer Ideen oder technischer Lösungen (vgl. SALOMO et al. 2007, S. 240; DISSELKAMP 2005, S. 43). Die genannten Bereiche können durch ihre Kontakte zu Kunden und Zulieferern oder durch ihre Erfahrungen aus dem Herstellungsprozess wichtigen Input für die Entstehung neuer Produkte liefern.

4.1.6.2 Einsatzzeitpunkt von Methoden

Bewertungsmethoden können zu unterschiedlichen Zeiten im Vorentwicklungsprozess eingesetzt werden. Eine erste Grobbewertung und Vorselektion ist schon bei Ideen möglich. Vor einer Übergabe an die Serienentwicklung existiert bereits ein „proof of concept“ (vgl. Kapitel 2.1.6). Die verfügbaren Informationen nehmen im Prozessverlauf und steigendem Projektfortschritt immer mehr zu. Auch die finanziellen Auswirkungen von Entscheidungen werden mit der Zeit immer bedeutender. Die Erstellung und Erprobung von Hardware-Prototypen in der Vorentwicklung kann bereits sehr kostenintensiv sein. Damit der Aufwand im Verhältnis zum Nutzen angemessen bleibt, müssen bei der Auswahl von Bewertungskriterien und -methoden die Verlässlichkeit der zur Verfügung stehenden Informationen, der Aufwand zur Informationsbeschaffung sowie die finanzielle Bedeutung der Entscheidung berücksichtigt werden. Gerade am Anfang existieren viele Projektvorschläge, für die zunächst eine gewisse Recherche- und Analysephase nötig ist, um sie vernünftig bewerten zu können. Ein differenziertes zeitliches Vorgehen erscheint sinnvoll, bedeutet aber, dass zusätzlicher Aufwand für Methoden- und/oder Kriterienwahl und ggf. für die Gewichtung zu berücksichtigen ist. Auch in der Praxis werden unterschiedliche Bewertungsmethoden daher häufig nur für bestimmte Phasen im Innovationsprozess eingesetzt (vgl. FRANKE et al. 2009).

4.1.6.3 Methodeneignung

Viele der in Kapitel 3.2.1 vorgestellten Bewertungsmethoden sind dafür gedacht, echte Alternativen miteinander zu vergleichen. Dies bedeutet, dass unterschiedliche Lösungen zu einer Problemstellung im Hinblick auf unterschiedliche Präferenzen hin untersucht und anhand ihrer Eignung weiterverfolgt, ausgeschlossen oder in eine Rangfolge gebracht werden sollen. Für einzelne Fachbereiche und zum Vergleich alternativer technischer Lösungen sind diese Methoden daher sehr gut geeignet.

Anhand objektiv messbarer technischer Parameter, wie Gewicht, Leistung etc., ist ein sehr objektiver Vergleich möglich. Auch eher qualitative Kriterien, wie Design, Anmutung usw.; können bei unterschiedlichen Lösungsalternativen eines Problems noch gut, wenn auch subjektiver bewertet werden. Entsprechende Methoden, wie die gewichtete Punktbewertung, die Nutzwertanalyse oder AHP, bieten methodische Unterstützung für quantitative und qualitative Kriterien.

Die Herausforderung für die Automobilhersteller besteht aber nicht nur darin, dass unterschiedliche Lösungen für eine Problemstellung gegeneinander bewertet werden müssen. Dies geschieht zwar auch im Rahmen der Vorentwicklung, aber ist bei der Vielzahl der VE-Projekte nur in besonders bedeutenden Fällen Bestandteil größerer interdisziplinärer Bewertungsmeetings mit entsprechender Managementbeteiligung. Problematischer ist die Verteilung des Vorentwicklungsbudgets auf Lösungen oder Lösungsideen für jeweils unterschiedliche Problemstellungen. Also beispielsweise, ob ein innovatives Komfortsystem oder ein neuartiges Turbosystem entwickelt werden soll, welches höhere Leistung bei geringerem Verbrauch verspricht.

Ein Vergleich technischer oder finanzieller Kriterien hilft für solche Fälle nicht weiter. Auch die Produktstrategie einzelner Fahrzeugprojekte hilft nur bedingt, da für manche Fahrzeuge eher das eine System und für andere Fahrzeuge das andere System zu präferieren wäre. Eine Markenstrategie ist in diesem Fall zu abstrakt, um konkrete Unterstützung zu bieten. Die Wahl geeigneter Methoden zur Projektbewertung wird durch die in Kapitel 4.1.4.1 behandelte Heterogenität und die große Anzahl der Projekte zusätzlich erschwert.

4.1.6.4 Zwischenfazit

Die konkrete Situation entscheidet über die Eignung der Bewertungsmethoden. Die Bewertung selbst muss ausreichend vorbereitet und von geeigneten Personen durchgeführt werden. Dass Methoden und Tools nur unter den richtigen Rahmenbedingungen sinnvoll sind, bringt auch folgender kritische Spruch eines Mitarbeiters aus einem Automobilunternehmen zum Ausdruck (vgl. auch LICHTENTHALER 2005, S. 61): „A fool with a tool is still a fool.“

In Bild 4-36 werden die wesentlichen Punkte zum Handlungsfeld „Methodeneinsatz“ noch einmal dargestellt.

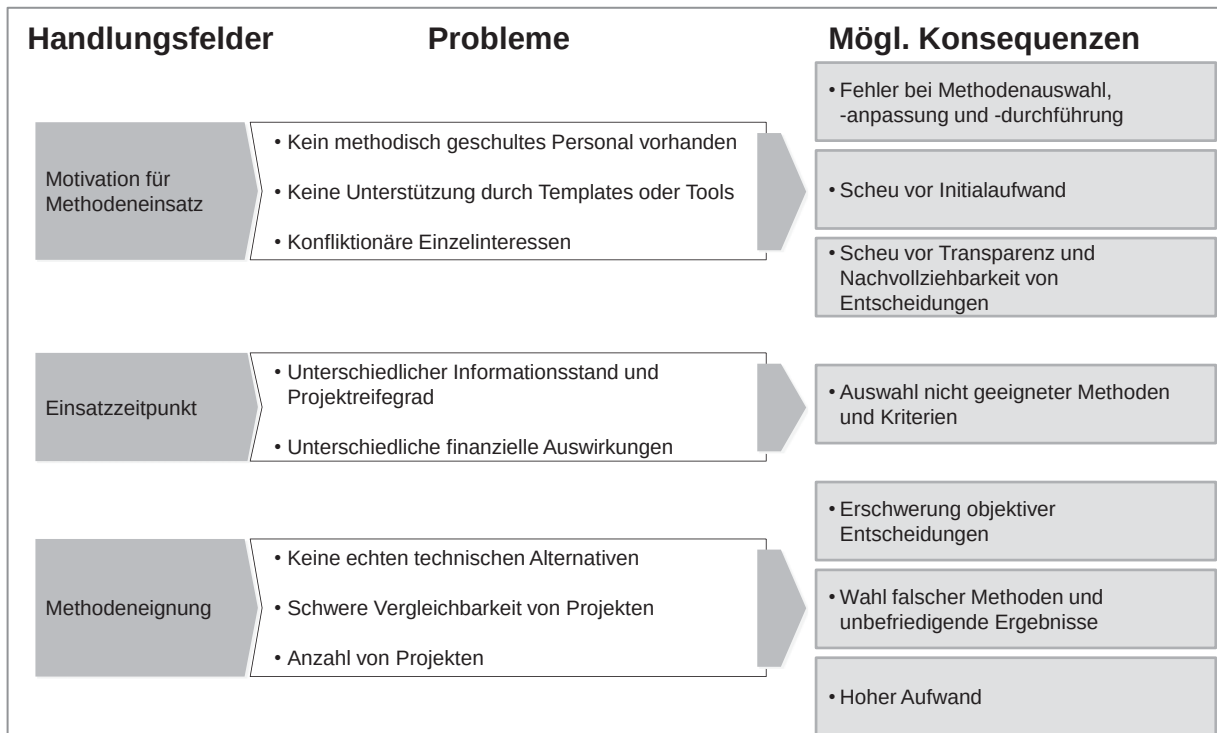


Bild 4-36: Zusammenfassung des Handlungsfelds „Methodeneinsatz“ (eigene Darstellung)

4.2 Einfluss der Handlungsfelder auf die Auswahl von Vorentwicklungsprojekten

Die Auswirkungen der geschilderten Problem- und Handlungsfelder sollen anhand eines Fallbeispiels erläutert werden.

4.2.1 Fallbeispiel: Vorentwicklungsprojektbewertung bei einem OEM

Im Rahmen des Kooperationsprojekts bestand die Möglichkeit, an den Bewertungsprozessen eines OEMs teilzunehmen. Es handelte sich hierbei um eine direkte, offen teilnehmende empirische Beobachtung an mehreren Terminen, sowohl innerhalb einzelner Innovationsfelder als auch übergreifend. Aufgrund hoher Sicherheitsbestimmungen konnte die Teilnahme nur unvermittelt erfolgen. Video- oder Audioaufzeichnen waren nicht zulässig. Die Beobachtungen wurden jeweils teilstrukturiert schriftlich festgehalten. Neben dem Teilnehmerkreis, der Dauer der Sitzungen, den verwendeten Methoden, der Anzahl der jeweils behandelten Projekte und der Besprechungsdauer pro Projekt wurden insbesondere die Diskussionsschwerpunkte und die Bewertungsprobleme schriftlich dokumentiert.

Im Folgenden soll exemplarisch der Bewertungsprozess eines Innovationsfeldes bzw. Themenfelds⁹³ näher beschrieben werden, um die Einflüsse der Handlungs- und Problemfelder der Vorentwicklung in der Praxis zu verdeutlichen.

Aufgabe und Zielsetzung der Bewertung:

Innerhalb eines Innovationsfelds sollten Projekte als Grundlage für eine nachfolgende Budgetverteilung für das nächste Jahr priorisiert werden. Es existierte eine grobe Budgetvorgabe, die sich an dem Budget des Vorjahrs orientierte. Eine Vorselektion durch die Fachbereiche und die Koordinatoren der Themenfelder hatte bereits stattgefunden, und es sollten nur Projekte und Projektvorschläge behandelt werden, die eine thematische Zugehörigkeit zum Innovationsfeld aufwiesen. Die Gemeinsamkeit der Projektvorschläge bestand darin, dass alle Projekte Einfluss auf den Wirkungsbereich von Fahrer und Insassen besaßen. Vorwiegend wurden also Projekte aus den Bereichen Info-/Entertainment sowie Komfort und Ergonomie im Innenraum behandelt.

Projekte, die einen deutlichen Beitrag zur Markenprofilierung liefern, konnten zudem für eine weitere Bewertungsstufe in einem interdisziplinär besetzten Gremium gemeldet werden. Eine dortige Genehmigung würde dazu führen, dass das Innovationsfeld das Projekt nicht zu finanzieren hätte und damit mehr Ressourcen für andere Innovationsfeldprojekte zur Verfügung stünden. Seitens Produkt- und Markenstrategie wurden hierfür bestimmte Fahrzeugeigenschaften genannt, deren Verbesserung zur Markenprofilierung beitragen würde.

Organisation und Entscheidungsgremium:

Für das Innovationsfeld gab es zwei verantwortliche Manager, welche parallel noch weitere Funktionen in den Fachbereichen der Linienorganisation wahrzunehmen hatten. Es handelte sich um eine Matrixfunktion, welche eingeführt worden war, um einen Paradigmenwechsel von einer komponentenorientierten hin zu einer eigenschaftsorientierten Entwicklung zu for-

⁹³ Die beiden Begriffe werden hier synonym verwendet.

cieren. Hiermit sollten verstärkt Kundeninteressen in den Vordergrund treten. Durch die Doppelfunktion der beiden Manager sowohl im Innovationsfeld als auch in der Linienorganisation sollte sichergestellt werden, dass Projekte auch in der Linie nachhaltig weiterverfolgt werden und es nicht zu Schnittstellenproblemen zwischen Innovationsfeld und Linie kommt. Der Nachteil, nämlich dass Interessenkonflikte zwischen Fachbereichszielen und Innovationsfeldzielen (vgl. Kapitel 4.1.2.2) auftreten können, wurde in Kauf genommen. Dass Zielvereinbarungen und Leistungsbeurteilungen der beiden Manager maßgeblich durch die jeweiligen Bereichsleiter erfolgen, ist hierbei besonders kritisch zu sehen. Die Entscheidungshoheit über die Projektrankingliste lag allein bei diesen beiden Managern. Um die Manager operativ zu entlasten, war für jeden Manager ein Assistent bzw. Koordinator zuständig. Die Aufgabe der Assistenten war es u. a., die Bewertung vorzubereiten. Die Koordinatoren hatten ebenfalls Linienfunktionen und waren auch in der Linie hierarchisch jeweils einem der beiden Innovationsfeldmanager unterstellt.

Vorbereitung der Bewertung:

Im Vorfeld haben die Koordinatoren die zu bewertenden Projekte und Projektvorschläge gesammelt. Hierzu wurden drei unterschiedliche Vorlagen verwendet, um eine einheitliche Informationsgrundlage zu erzielen. In einem Innovationssteckbrief wurden wesentliche Informationen zu Zielsetzung und Nutzen des Projekts, Auswirkungen auf Fahrzeugprojekte sowie Innovations- und Reifegrad dokumentiert. Daneben wurden im Vorfeld für jedes Projekt die zeitliche und finanzielle Planung in einem Meilensteinplan und einem Budgetplan abgefragt. Exemplarisch sind die verwendeten Templates in Bild 4-37 dargestellt:

[illegible]

*Bild 4-37: Exemplarisches Beispiel der Informationsgrundlage bei einer realen Projektbewertung
(Bildmaterial: Audi AG)*

Um eine höhere Vergleichbarkeit der Projekte zu erzielen, wurden die Projektvorschläge durch die beiden Koordinatoren zusätzlich in vier Cluster eingeteilt. Diese Cluster lauteten „easy use“, „Emotion“, „Individualisierung“ und „Wohlfühlen“.

Anhand der Budgetpläne konnte eine Finanzierungslücke zur Budgetvorgabe festgestellt werden. Eine Realisierung aller Projektvorschläge hätte die Vorgabe um den Faktor 2,6 überschritten.

Ausgewählte Bewertungsmethode:

Als Bewertungsmethode wurde eine Punktbewertung gewählt, welche mit Unterstützung eines Tabellenkalkulationsprogramms durchgeführt werden sollte. Für jedes Projekt waren ausgewählte Informationen aus Innovationssteckbrief, Meilensteinplan und Budgetplanung in das Tabellenkalkulationsprogramm übertragen worden. Der Informationsteil jedes Projektvorschlags enthielt folgende Informationen:

- Thema/Titel
- Verantwortliche Ansprechpartner
- Zuständiger Fachbereich zur Projektdurchführung
- Innovationsfeld und eine Zuordnung zu den vier Clustern
- Kurze Projektspezifikation (z. B. Sitz, Material etc.)
- Einschätzung, ob das Projekt einen wichtigen Beitrag zur Markenstrategie liefern könnte
- Zielfahrzeugprojekt und geplantes Ende der Vorentwicklung
- Budgetbedarf für das kommende Budgetjahr und Budgetbedarf insgesamt für die Vorentwicklungsphase
- Neuer Projektvorschlag oder bereits laufendes Projekt

Neben dem Informationsteil wurden für jeden Projektvorschlag Bewertungsfelder für insgesamt fünf verschiedene Bewertungskriterien vorgesehen:

- Kundennutzen
- Qualitätsverbesserung/Ergebnisbeitrag
- Stärkung der Marke
- Beitrag zur Vorentwicklungsstrategie⁹⁴
- Wettbewerbssituation/Innovationsgrad

Wie man anhand der Kriterien erkennen kann, wurden einige Kriterien doppelt mit Begriffen belegt. Die Bewertungsskala wurde linear von 1 (schlecht) bis 8 (gut) festgelegt.

Durchführung der Bewertung:

Für die Bewertung und Priorisierung sollte fachbereichsweise vorgegangen werden. Für die Bewertung der Projektvorschläge waren insgesamt drei Stunden vorgesehen, wobei ggf. kurzfristig weitere Bewertungstermine einberufen werden sollten, wenn dies nötig werden würde. Teilnehmer waren die beiden Innovationsfeldmanager, deren Assistenten/Koordinatoren und zwei erfahrene Projektleiter aus den Vorentwicklungsabteilungen der Bereiche Elektronik-

⁹⁴ Als VE-Strategie wurden hierbei einige strategische Schwerpunkte des Innovationsfelds bezeichnet, die aufgrund von Entwicklungstrends zunehmend kundenrelevant sein würden.

entwicklung und Aufbauentwicklung. Zusätzlich nahm noch ein weiterer Mitarbeiter aus dem Innovationsmanagement des Unternehmens teil, welcher den Prozess begleiten und moderieren sollte.

Zu Beginn des Termins wurde zunächst die von den Assistenten vorgeschlagene Methode der Punktbewertung bestätigt, allerdings sorgten die vorgeschlagenen Bewertungskriterien für Diskussion. Um eine zu starke Gewichtung strategischer Faktoren zu vermeiden, wurde das Kriterium „Stärkung der Marke“ gestrichen, da nach Meinung der Innovationsfeldleiter die Belange der Markenstrategie im Kriterium „Beitrag zur Vorentwicklungsstrategie“ ausreichend berücksichtigt wären.

Die Vorstellung der Projektvorschläge erfolgte anhand der Innovationssteckbriefe und einer kurzen Erläuterung des Budgetplans. Zunächst sollten alle Vorschläge aus der Aufbauentwicklung vorgestellt und bewertet werden. Die Präsentation der Vorschläge erfolgte durch den Innovationsfeldkoordinator, der organisatorisch ebenfalls der Aufbauentwicklung zuzuordnen war, und in einzelnen Fällen auch durch einen Projektleiter aus dem Vorentwicklungsbereich der Aufbauentwicklung. Auf den Meilensteinplan wurde nicht explizit eingegangen, da Zielfahrzeug und Einsatzjahr im Tabellenkalkulationsprogramm den Entscheidern ausreichend erschienen.

Insgesamt sollten so zunächst 40 Projekte aus einem bestimmten Fachbereich der Entwicklung anhand der vier übrig gebliebenen Kriterien nacheinander bewertet werden.

Um die Bewertungsergebnisse zu visualisieren und damit auch zu einer besseren Übersichtlichkeit beizutragen, wurden sie auf einem elektronischen Flipchart in einer Portfoliodarstellung aufgetragen. Die Y-Achse des Portfolios stellte dabei die Gesamtpunktzahl eines bewerteten Projektvorschlags dar. Die maximal erreichbare Gesamtpunktzahl war der Wert 32, welcher sich anhand der gewählten Skala von einem bis acht Punkten und den vier verschiedenen Kriterien ergab. Die X-Achse wurde dazu verwendet, die Projekte nach Cluster darzustellen. Diese wurden jedoch auf Wunsch eines Themenfeldleiters kurzfristig um die Kategorien „Sicherheit/Zuverlässigkeit“ und „Kosten/Qualität“ ergänzt. Der Budgetbedarf eines Projektvorschlags für das kommende Budgetjahr wurde durch die Größe eines Eintrags dargestellt.

Im Bewertungsverlauf wurde ein Projektvorschlag aufgrund seiner mangelnden Reife für die Vorentwicklung abgelehnt. Nach Meinung der Innovationsfeldleiter sollte dieses Thema zunächst in der Forschungsabteilung bearbeitet werden.

Drei weitere Projektvorschläge wurden ebenfalls nicht bewertet. Ein Projektvorschlag bezog sich auf einen Fahrzeugaufbau, welcher diverse Vorentwicklungsergebnisse des Innovationsfelds in einem Fahrzeug gebündelt und erlebbar darstellen sollte. Für die anderen zwei Themen sollten alternative Finanzierungsmöglichkeiten außerhalb des Innovationsfelds gesucht werden. Um die Attraktivität einzelner Projekte zu erhöhen, Synergien in der Entwicklung zu nutzen und eine Kompatibilität einzelner Systeme sicherzustellen, entschlossen sich die Innovationsfeldleiter während der Bewertung, 28 kleinere Projektvorschläge zu acht Projektvorschlägen zu verdichten. Insgesamt wurden an diesem Termin somit 16 Themen von ursprünglich 40 Projektvorschlägen bewertet und in eine Portfoliodarstellung übernommen.

Die restlichen Projektvorschläge wurden in zwei weiteren Terminen mit jeweils ca. einer Woche Abstand bewertet. Die Termine dauerten zwischen 2,5 und 3 Stunden. Wobei jeweils zusätzlich ein bis zwei weitere Teilnehmer aus Fachbereichen anwesend waren, um Themen aus ihrem Fachbereich vorzustellen.

Empirische Beobachtungen während der Bewertung:

Die eigentliche Punktbewertung anhand der gewählten Bewertungskriterien erfolgte für jedes Projekt überraschenderweise sehr rasch. Selten wurden hierfür mehr als ein paar Minuten benötigt, häufig gelang die Punktvergabe sogar in weniger als einer Minute. Die Bewertung erfolgte nicht anonym, sondern in der Regel stellte einer der beiden Innovationsfeldleiter seinen Bewertungsvorschlag zur Diskussion, wobei sich alle Teilnehmer mit ihren Meinungen einbringen konnten. Zu größeren Änderungen aufgrund der Diskussionen kam es nur in wenigen Fällen und auch nur bei einzelnen Kriterien. Häufig wurde dem Vorschlag gefolgt oder höchstens um Korrektur um ein bis zwei Punkte bei einzelnen Kriterien gebeten.

Der größte zeitliche Anteil bei den stattfindenden Diskussionen entfiel auf folgende Problemstellungen:

- Wie sind Projekte zu bewerten, die keinen direkten Kundennutzen aufweisen, aber aus technischer Sicht und für die Zukunft dennoch benötigt werden?
- Welche Ergebnisse wurden bei bereits laufenden Themen, die für das nächste Jahr noch budgetiert werden sollten, bisher erzielt?

Neben diesen beiden Fragestellungen wurde noch ein großer Zeitanteil der Meetings dafür verwendet, Projektinhalte besser zu begreifen, Synergien und Zusammenführung von Projekten zu diskutieren und ggf. die Beteiligung weiterer Fachbereiche bei bestimmten Projekten einzufordern.

Ergebnis der Bewertung:

Das Gesamtergebnis der drei Bewertungstermine wurde mithilfe des Tabellenkalkulationsprogramms zusammengefasst und visualisiert. Durch entsprechende Clusterung und Ablehnung einer Finanzierung bestimmter Themen, beispielsweise aufgrund deren Reifegrads, wurden letztendlich 42 bewertete Projekte bzw. Projektcluster von ursprünglich 73 gemeldeten Projektvorschlägen berücksichtigt. In Bild 4-38 wird das Portfolio in anonymisierter Form dargestellt:

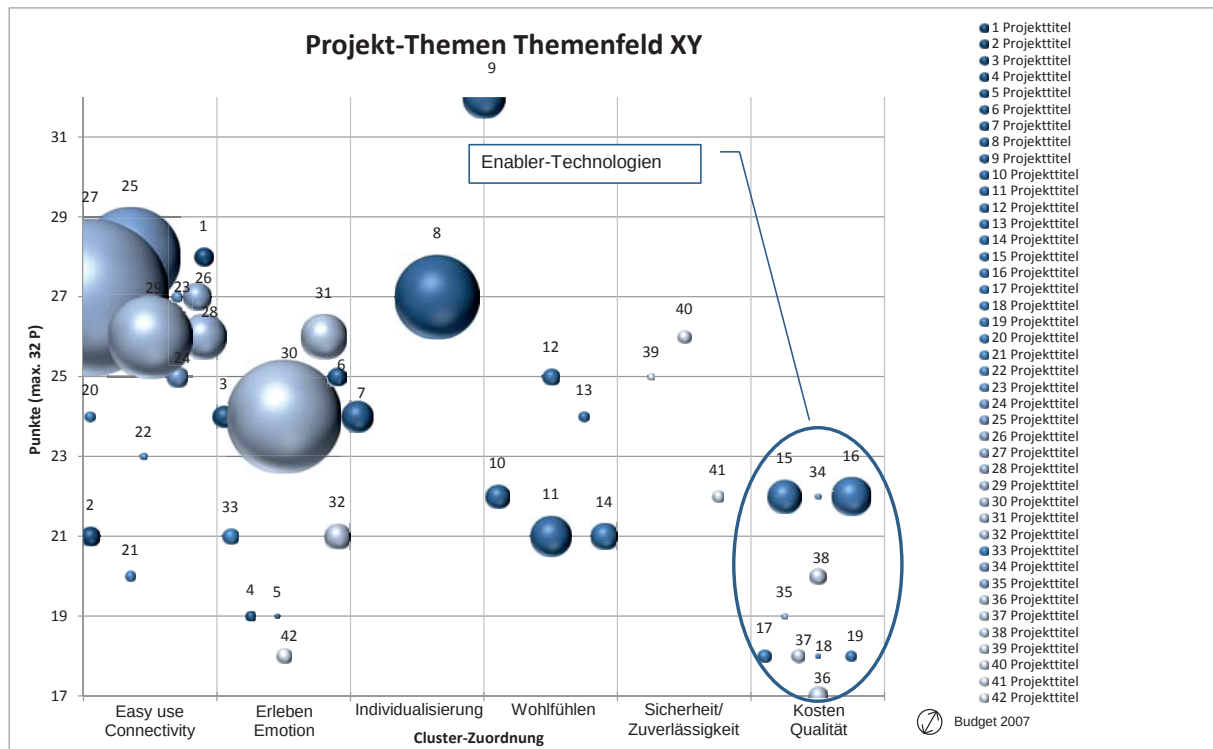


Bild 4-38: Portfoliodarstellung einer Innovationsfeldbewertung (eigene, anonymisierte Darstellung)

Betrachtet man das Ergebnis, so stellt man fest, dass alle Projekte nach der Punktbewertung sehr nahe beieinanderliegen. Im Mittel lagen die vergebenen Punktwerte je nach Bewertungskriterium zwischen 5,5 und 5,8 Punkten. Besonders innerhalb der einzelnen Cluster wurden favorisierte Projekte schnell erkannt. Anhand der Größe der einzelnen Blasen im Diagramm konnte man zudem erkennen, dass die Projektvorschläge eine große finanzielle Spreizung aufwiesen.

Für eine gewisse Unzufriedenheit der Teilnehmer sorgte das Abschneiden von Enabler-Technologien. Aufgrund des fehlenden direkten Kundennutzens und der schlechten Ergebnisse beim Kriterium „Beitrag zur VE-Strategie“ schnitten diese Projekte insgesamt unterdurchschnittlich ab. Durch ähnliche oder gar identische Punktwerte war es zudem nicht möglich, eine eindeutige Rangfolge zu erstellen. Für eine Budgetableitung war die Priorisierung dennoch hinreichend, da sie auch ohne eindeutige Rangfolge für die Manager angemessen Orientierung zur Verteilung des Budgets bot.

Außerdem konnten zehn Projekte identifiziert werden, welche für eine weitere Bewertung im Hinblick auf eine Verbesserung der Markenprofilierung geeignet schienen.

4.2.2 Implikationen für die Projektauswahl in der Vorentwicklung

„Man muss sich Zeit nehmen für wichtige Entscheidungen in Grundfragen. Das macht zahlreiche kleine Entscheidungen überflüssig. Der erhöhte Zeiteinsatz bei den großen Dingen wird mehr als eingespart bei den zahllosen kleinen Entscheidungen, für die die Antworten dann klar sind.“ (THOMAS HARRIS, zitiert aus SIMON & GATHEN 2002, S. 19)

Das vorgestellte Fallbeispiel verdeutlicht, dass ein vermeintlich methodisches Vorgehen in der Praxis nicht immer so einfach möglich ist, wie man es eigentlich erwarten würde. Mit

höherem Ressourceneinsatz zur Informationssammlung und -aufbereitung und methodisch geschultem Personal hätte die Bewertung effizienter durchgeführt werden können. Teilweise lassen sich die Mängel in der Vorbereitung schnell anhand der knappen Ressourcen erklären. Die Diskussionsschwerpunkte verdeutlichen aber, dass insbesondere der Wahl der Bewertungskriterien und -methoden mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden muss. Eine einzige Bewertungsmethode und die Wahl eines einzigen Kriteriensets mögen zwar augenscheinlich schnell und effizient sein, führen bei den Rahmenbedingungen, die in der Vorentwicklung eines Automobilherstellers vorzufinden sind, aber nicht unbedingt zum gewünschten Erfolg.

Jedes Projekt ist unterschiedlich. Aber aufgrund der Vielzahl an Projektvorschlägen und im Sinne eines angemessenen Aufwand-Nutzen-Verhältnisses ist es nicht möglich, individuell für jedes einzelne Projekt mit der Anpassung von Methoden oder Kriterien zu reagieren. Es gilt vielmehr, die wesentlichen Gemeinsamkeiten der Projekte und Ideen in der Vorentwicklung zu identifizieren und **geeignete Projektkategorien** zu finden. Wie anhand der zusätzlichen Clusterung der Projekte im Fallbeispiel deutlich wird, existiert seitens des Managements durchaus das Bestreben, Projekte für eine Bewertung und Priorisierung möglichst gut vergleichen zu können. Dies wurde durch die Einführung der Cluster auch erreicht. Ebenso haben die verantwortlichen Innovationsfeldmanager auf die große Projektanzahl intuitiv reagiert, indem sie einzelne Themen zu größeren Paketen gebündelt haben. Dies hat nicht nur zur Folge, dass sich Ergebnisse eindrucksvoller darstellen lassen und ggf. so bei einzelnen Fahrzeugprojekten auf größeres Interesse stoßen, sondern auch, dass sich die **Transparenz über das zu bewertende und später zu steuernde Projektportfolio** erhöht.

Eine Zuordnung der Projektvorschläge zu vorher definierten Kategorien ist sicherlich nicht immer einfach. Dies haben auch die Diskussionen zu einzelnen Projekten in anderen Innovationsfeldern gezeigt. Nicht immer beschränken sich heutige Vorentwicklungsprojekte auf ein klar abgrenzbares Thema. In Zeiten vernetzter Systeme kommt es immer wieder vor, dass ein Projekt mehrere Themen betrifft. Ein Beispiel hierfür ist die sogenannte Car-2-X-Kommunikation,⁹⁵ also die Vernetzung über die Fahrzeuggrenzen hinaus. Die Informationen anderer Verkehrsteilnehmer könnten zur Erhöhung der Fahrsicherheit genutzt werden und beispielsweise vor drohenden Kollisionen oder vor Glatteis, Ölflecken oder Aquaplaning warnen. Andererseits kann dieselbe Technologie auch für Komfortfunktionen, wie die Berechnung einer stauoptimierten Navigationsroute, verwendet werden. Allerdings handelte es sich beim untersuchten OEM durchaus um Einzelfälle, deren Zuordnung und Finanzierung in einem Meeting der betroffenen Innovationsfeldleiter schnell geklärt werden konnten. Für die meisten Projekte stellte die Zuordnung zu einem Innovationsfeld keine Schwierigkeit dar.

Um den Umgang mit den unterschiedlichen Kategorien und deren Bedeutung und Notwendigkeit nicht auf der Ebene einzelner Projekte klären zu müssen, sollten **strategische Grundsatzzfragen** und Projektkategorien im Vorfeld im Rahmen einer kaskadischen Strategieformulierung geklärt werden. Hierbei müssen die strategischen Ziele so klar formuliert werden, dass sie eine **strategische Orientierung bei der Projektauswahl** ermöglichen können.

Für die Kategorisierung ist die **Motivation des Projektantrags zu beachten**. Im Fallbeispiel haben Enabler-Technologien schlecht abgeschnitten, da bestimmte Bewertungskriterien für

⁹⁵ Diese und andere Anwendungsmöglichkeiten für diese Technologie finden sich im Internet auf der Homepage des CAR 2 CAR Communication Consortiums: www.car-to-car.org (Abgerufen am 03.12.2012).

diese Projektart ungeeignet waren. Eine **systematische Diskriminierung bestimmter Projekttypen** im Bewertungsprozess muss jedoch vermieden werden, wenn dieser Projekttyp zur langfristigen Erfolgssicherung nötig ist.

Gelingt die Einführung geeigneter Kategorien, so wird der eigentliche Bewertungsprozess deutlich erleichtert.

Dies gilt auch für die **Einbindung anderer Geschäftsbereiche in den Bewertungsprozess**. Im Rahmen von Interviews mit Vertretern aus Produkt- und Markenstrategie sowie der Produktion wurde schnell deutlich, dass die Gesamtanzahl der VE-Projekte mit den verfügbaren Kapazitäten nicht sinnvoll zu bewerten ist. Außerdem besteht je nach befragter Disziplin auch nur für bestimmte Projekttypen ein besonderes Interesse. Finden sich diese Projekttypen in bestimmten Kategorien wieder, so kann eine Projektkategorisierung auch als Basis für **effiziente interdisziplinär besetzte Projektbewertung** genutzt werden. Im Gegensatz zu dem in Kapitel 2.2.3 vorgestellten „Multiple Convergent Processing Model“ müssten nicht alle Vertreter der unterschiedlichen Geschäftsbereiche alle Projekte gemeinsam bewerten, sondern jeweils nur die betroffenen „Stakeholder“ der einzelnen Projektkategorien involviert werden.

Für Projekte, die zu keiner Kategorie passen, ist ein Prozess vorzusehen, der eine schnelle Entscheidung über das weitere Vorgehen im Einzelfall ermöglicht. Dies ist insbesondere dann sinnvoll, wenn Projektvorschläge folgende Kriterien erfüllen:

- Eine thematische Zuordnung zu einem Innovationsfeld ist nicht eindeutig möglich.
- Die Auswirkungen des Projekts beeinflussen maßgeblich die Fahrzeug-, Baukasten- oder Plattformarchitekturen.
- Die Realisierung des Projekts führt zu neuen Businessmodellen oder bedingt andere größere Änderungen im Unternehmen (z. B. Organisation, Kooperationen etc.)
- Der benötigte Ressourcenbedarf übersteigt deutlich die sonst üblichen Bedarfe.
- Die nötigen Fachkompetenzen zur Projektdurchführung sind im Unternehmen nicht vorhanden.

Während eine thematische Zuordnung in vielen Fällen auch durch Finanzierungsvereinbarungen mehrerer Innovationsfeldleiter zu regeln ist, sollten in den anderen Fällen Einzelanalysen und **Sonderprozesse** in Betracht gezogen werden. Der Ansatz der Projekthäuser und Innovation Cells⁹⁶ könnte für solche Sonderprojekte **mehr Flexibilität** bieten als ein definierter Standardprozess.

Die Kategorisierung der Projekte kann zusätzlich dafür genutzt werden, **mehr Transparenz über Entscheidungspräferenzen** zu erzielen und einen Abgleich zu strategischen Ansprüchen durchführen zu können.

Eine weitere wichtige Implikation ist die Möglichkeit, **einzelne Projekte im Vorfeld sinnvoll zu bündeln**. Viele Projektvorschläge im untersuchten Unternehmen kamen aus den einzelnen Fachbereichen der Entwicklung und waren eher auf eine Komponenten- als auf eine Funktionsentwicklung hin ausgelegt. Um die gewünschten Funktionen überhaupt realisieren zu können, waren häufig noch weitere Projekte nötig. Aus Sicht der Fahrzeugprojektmanager, des Topmanagements und letztendlich auch aus Kundensicht ist jedoch die erzielte Funktion bzw.

⁹⁶ Vgl. Kapitel 2.2.3.

die erlebbare Eigenschaft relevant. Eine Bündelung zusammengehöriger Technologien und Projektvorschläge im Vorfeld der Bewertung könnte den Bewertungsaufwand für das Management deutlich reduzieren und die Einbindung des Topmanagements und anderer Geschäftsbereiche erleichtern. Auch eine Bündelung mehrerer kleinerer Verbesserungsprojekte zu einem Innovationsbündel, welches eine höhere Kundenwahrnehmung ermöglicht, ist denkbar. Unter dem Schlagwort „efficient dynamics“ vermarktet BMW ein ganzes Maßnahmenpaket, welches zur Senkung des Kraftstoffverbrauchs beitragen soll. Von verbesserten Einspritzsystemen, Start-Stopp-Automatik, Bremsenergieerückgewinnung, elektrischer statt hydraulischer Lenkkraftunterstützung bis hin zu gesteuerten Luftklappen für eine Aerodynamikverbesserung reichen die gebündelten Maßnahmen. Die einzelnen Technologien, welche für sich alleine nur eine geringe Wahrnehmbarkeit beim Kunden erreichen könnten, treten in den Hintergrund, werden aber in ihrer Gesamtheit deutlich wahrgenommen.

Durch die Einbindung von Managern aus anderen Geschäftsbereichen könnte zudem die Gefahr reduziert werden, dass Vorentwicklungsportfolios in einer schwachen oder mittleren Matrixorganisation zu sehr auf die Belange einzelner Fachbereiche ausgerichtet werden.

4.3 Einfluss der Handlungsfelder auf die Steuerung von Vorentwicklungsprojekten

Um im komplexen Umfeld der Vorentwicklung keine Effektivitäts- und Effizienzverluste zu erleiden, eine Zukunftsorientierung der Organisation zu gewährleisten und strategische Ziele zu erreichen, müssen geeignete Prozesse und Methoden eingesetzt werden. Nur so kann Transparenz über den aktuellen Stand des Vorentwicklungsportfolios und auch über die Reife einzelner Vorentwicklungsprojekte erzielt werden. Es gibt unterschiedliche Interessengruppen, für die eine Transparenz der Projektvielfzahl wichtig ist.

Für **Innovationsfeldmanager** stellt die Transparenz der laufenden Projekte die Grundlage zur Steuerung der verfügbaren Ressourcen dar. Ein Kontrollsystem für VE-Projekte muss so ausgelegt werden, dass es für die Innovationsfeldmanager die Möglichkeit bietet, **sowohl Einzel- als auch Multiprojektmanagement** zu ermöglichen. D. h., alle wichtigen steuerungsrelevanten Informationen müssen in managementgerechter Art und Weise zur Verfügung gestellt werden, damit Projektentscheidungen auch im Sinne des Innovationsfeldmanagers getroffen werden können. Wie das Fallbeispiel verdeutlicht hat, besteht seitens der Manager gerade im Hinblick auf Budgetentscheidungen verstärktes Interesse am Status einzelner Projekte. Die Budgetentscheidungen stellen in der Praxis häufig eine Entscheidung zwischen unterschiedlichen Alternativen dar. Die Durchführung neuer Projekte konkurriert um die gleichen Ressourcen wie bereits gestartete Projekte. Für die Innovationsfeldmanager besteht damit auch die Entscheidungsmöglichkeit, Projekte abubrechen oder Ressourcen zu kürzen. Dies ist besonders dann wichtig, wenn sich herausstellt, dass gesteckte Projektziele sich nicht erreichen lassen. Der Überblick über die Projekte in einem Innovationsfeld und ob sich deren zeitliche, kostenmäßige oder funktionale Ziele einhalten lassen, ist zur Steuerung eines Innovationsfelds von großer Bedeutung.

Je nach Fokus gibt es aber noch weitere Teilnehmer im Innovationsprozess, die auf eine Transparenz angewiesen sind. Für **Serienentwickler** ist es wichtig, sich frühzeitig mit ihren Erfahrungen bei Innovations- und Vorentwicklungen einbringen zu können. Im Idealfall be-

treut der Projektleiter aus der Vorentwicklung auch den Serienentwicklungsprozess, um **Informationsverluste bei einer Übergabe von der Vorentwicklung an die Serienentwicklung** zu minimieren. Da dies jedoch organisatorisch nicht immer möglich und personell⁹⁷ auch nicht immer sinnvoll ist, kommt es immer wieder zu Reifegrad- und Zeitverlusten im Entwicklungsprozess (vgl. Bild 4-39).

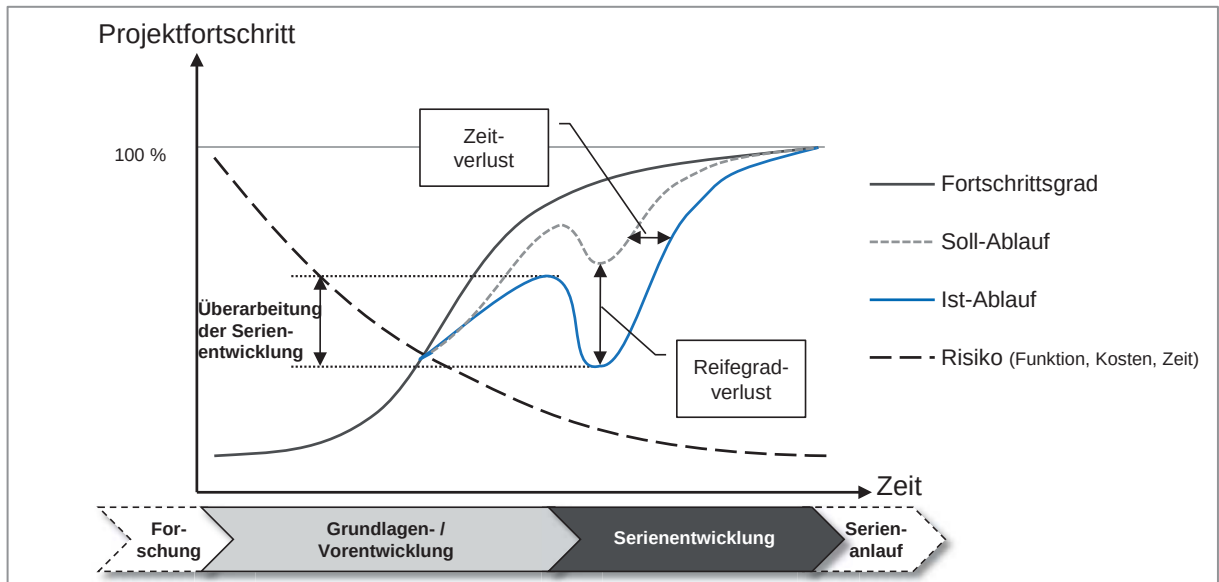


Bild 4-39: Reifegradcontrolling in der Automobilindustrie (in Anlehnung an HAB & WAGNER 2006, S. 157)

Um einen möglichst reibungslosen Start der Serienentwicklung und damit auch die Chance auf einen guten Serienanlauf zu erhöhen, ist ein Reifegradcontrolling bzw. **Reifegradmanagement** nötig. Ein solches Reifegradmanagement sollte, neben der Schaffung von Transparenz über die Projektreife, folgende Anforderungen aus Wissenschaft und Praxis erfüllen (vgl. JAHN 2009, S. 97; WEINZIERL 2006, S. 43 f.):

- Darstellung aussagekräftiger Reifegradindikatoren und Frühwarnung bei Abweichungen sowie Ableitung von Gegenmaßnahmen
- Geringer Pflegeaufwand und Allgemeingültigkeit
- Abbildung der Anforderungen verschiedener Interessengruppen und Akzeptanz auf allen Unternehmensebenen
- Aktualität und Nachvollziehbarkeit von Verantwortung für Leistungsinhalte
- Abbildung des Idealablaufs und Entscheidungsunterstützung

Zu den weiteren Interessengruppen gehören auch die **Manager der einzelnen Fahrzeugprojekte**. Die Projektleiter der Vorentwicklung und auch die Themenfeldmanager versuchen, eine möglichst hohe Transferrate von VE-Projekten in die Serienentwicklung zu erreichen, und müssen dafür auch die Manager der Fahrzeugprojekte überzeugen. Nur wenn diese ein Interesse an den Projekten haben, werden sie sich für eine Entscheidung zugunsten der Integration einer Innovation in das Fahrzeugprojekt einsetzen. Allerdings muss der Informati-

⁹⁷ Es gibt durchaus bestimmte Personen, deren Kreativität und deren Arbeitsweise besser für Vorentwicklungsprojekte geeignet sind. Andersherum gilt dies natürlich auch für die Serienentwicklung, wo andere persönliche Fähigkeiten, wie präzises Arbeiten unter Zeitdruck und eine Nullfehler-Einstellung, von größerer Bedeutung sind.

onsfluss nicht einseitig erfolgen. Anstatt sich ausgewählte Projekte der Vorentwicklung passiv zeigen zu lassen, könnte bei ausreichender Transparenz über Projekte und deren Status auch aktiv auf die Vorentwicklung zugegangen werden. So kann frühzeitig Interesse an einzelnen Projekten bekundet werden, was für eine Priorisierung der Ressourcen eines Innovationsfelds hilfreich ist. Außerdem können Impulse in die Vorentwicklung gegeben werden, wenn zu bestimmten Positionierungswünschen zu wenig oder keine Aktivitäten laufen.

Für **Vertrieb und Marketing** sind primär kundenrelevante Projekte von Interesse. Um ein Entwicklungsportfolio im Sinne einer Markenprofilierung und Stärkung der Markenwerte beeinflussen zu können, werden Informationen über Projekte benötigt, die die Fahrzeugeigenschaften für den Kunden verändern. Diese Informationen unterscheiden sich von den Informationen, welche die Innovationsfeldmanager benötigen. Einzelne Projektmeilensteine, oder ob das Projekt im vorgegebenen Budgetrahmen bleibt, sind für diese Interessengruppe eher nebensächlich. Es geht vielmehr darum, dass sich ausreichend Projekte in der Entwicklung befinden, die die Markenstrategie und die Eigenschaftsprofilierung von Fahrzeugprojekten nachhaltig unterstützen. Da die Markenstrategie eine Differenzierungsstrategie gegenüber dem Wettbewerb darstellt, ist auch der mögliche Eintrittszeitpunkt im Vergleich zum Wettbewerb wichtig. Es geht entweder darum, schnellstmöglich bestimmte Produktvorteile des Wettbewerbs aufzuheben oder selbst welche zu schaffen.

Der **Produktionsbereich** hat als Nachfolger im Produktentstehungsprozess ein frühzeitiges Interesse an neuen oder geänderten Technologien, Werkstoffen und Komponenten. Besonders groß ist dieses Interesse, wenn sich größere Auswirkungen auf Produktionsprozesse ergeben. Die Investitionen in die verwendeten Produktionsanlagen sind bei größeren Automobilherstellern aufgrund des hohen Automatisierungsgrads beachtlich. Auch die Sicherstellung einer hohen Prozessqualität bei der Produktion eines komplexen Produkts, wie dem Pkw, ist nicht einfach. Das Interesse ist daher berechtigt. Als Gefahr einer frühzeitigen Integration könnte eine Verhinderungshaltung der Produktion gegenüber radikalen Projekten gesehen werden. Bei Projekten, die keine oder kaum Auswirkungen auf die Produktion besitzen, stellt sich somit die Frage, inwieweit der Einfluss der Produktion in der frühen Phase reichen soll. Bei späteren Kaufteilen, die im Montageprozess keine Änderungen bewirken, könnte dies beispielsweise der Fall sein. Bei größeren Auswirkungen muss der Produktionsbereich spätestens bei der Entscheidung einer Serienentwicklung auch Aussagen zur Produzierbarkeit abgeben. Eine frühzeitige Einbindung der Produktion in den Entwicklungsprozess kann zu einer Entschärfung vieler Probleme führen, die später zu einer sicheren Ablehnung des Projekts führen würden.

Auch aus **strategischer Sicht** ist die Transparenz hilfreich, welche ein Reifegradmanagement und die Reduzierung der Projektanzahl durch Bündelung von Projekten und eine effektivere Projektauswahl bieten. Innovationsmanager und -strategen, aber auch die Unternehmensleitung haben so die Möglichkeit einer strategischen Kontrolle, wie sie bereits in Kapitel 3.6.2 beschrieben wurde. Durch eine angemessene Verdichtung der Projektinformationen lässt sich schnell kontrollieren, wie erfolgreich an strategischen Zielen gearbeitet wird und wie viele Ressourcen in welche Innovations- oder Technologiefelder investiert werden. Werden zudem bestimmte Projektkategorien eingeführt, können diese noch zusätzliche Informationen über die strategische Ausrichtung der Vorentwicklung liefern.

4.4 Anforderungen an ein strategisches Vorentwicklungsmanagement

In Anbetracht der unterschiedlichen Handlungsfelder in der Vorentwicklung ergeben sich eine Vielzahl an Anforderungen, die für ein strategisches Vorentwicklungsmanagement berücksichtigt werden müssen. Um den verschiedenen und im Zeitverlauf unterschiedlich relevanten Aspekten gerecht werden zu können, bietet sich ein Vorgehensmodell an, welches nachfolgende Anforderungen erfüllen muss:

Zunächst muss das Vorgehensmodell die strategische Bedeutung der Vorentwicklung im Unternehmenskontext verdeutlichen. Die Vorentwicklung eines OEMs spielt eine entscheidende Rolle, um strategische Ziele erreichen zu können. Das Aufzeigen dieser Bedeutung ist nur durch eine durchgängige Darstellung von der Strategie bis in das eigentlich Produkt möglich. Die Granularität der Darstellung muss sich entsprechend in erster Linie an das Management und nicht an den Belangen von einzelnen Projektleitern ausrichten. Gleichzeitig müssen sich diese aber in dem Vorgehensmodell wiederfinden und ggf. auf einer anderen Granularitätsebene Unterstützung finden. Nur so kann es allen Beteiligten eine Orientierung im Prozessablauf bieten. Durch das Aufzeigen der Bedeutung von VE-Projekten muss das Vorgehensmodell außerdem in der Lage sein, Defizite bei der Formulierung strategischer Ziele transparent zu machen. Dies sorgt für eine Fokussierung auf VE-Projekte mit strategischer Relevanz.

Auch für eine Verbesserung der Zusammenarbeit im Unternehmen soll das Vorgehensmodell als Basis dienen. Einerseits betrifft dies die geschäftsbereichsübergreifende Zusammenarbeit zwischen Entwicklung, Vertrieb und Marketing, Produktion und den Vertretern der einzelnen Modellreihen. Andererseits auch die Zusammenarbeit zwischen Vor- und Serienentwicklung. Eine Berücksichtigung entsprechender Prozessschritte soll ermöglichen, dass die einzelnen Themen mit den richtigen Gesprächspartnern diskutiert werden. VE-Projekte sollen also primär mit Personen außerhalb der zuständigen Entwicklungsabteilungen diskutiert werden, welche sich durch ein starkes Interesse am jeweiligen Thema und in Idealfall auch mit konstruktivem Input dazu auszeichnen. Hierzu muss im Vorgehensmodell eine entsprechende Klassifizierung der VE-Projekte berücksichtigt werden, welche zusätzlich für die Vergleichbarkeit bei einer Projektbewertung als Basis dienen sollte. Durch diese Klassifizierung sollen außerdem Projekte identifiziert werden können, die sinnvollerweise nicht im Rahmen einer „normalen“ Komponentenvorentwicklung, sondern durch Sonderprozesse vorentwickelt werden sollten. Da sich die Bedeutung der Vorentwicklung innerhalb einer Organisation auch in der Beteiligung und Integration des Topmanagements widerspiegelt, ist eine weitere Anforderung an das Vorgehensmodell, dass es diese Integration unterstützt. Hierzu müssen steuerungsrelevante Informationen im Prozessverlauf in geeigneter Art und Weise für das Topmanagement zur Verfügung gestellt werden. Nur so können die Auswirkungen von Ressourcenentscheidungen auf das VE-Portfolio transparent gemacht werden.

Das Vorgehensmodell soll nicht nur ein theoretisches Konstrukt bleiben, welches zum Planen und Kontrollieren entsprechender Prozessschritte, zur Komplexitätsreduktion der realen Detailprozesse, zur besseren Prozessorientierung und zur Reflexion der eigenen Handlungen eingesetzt werden kann. Um in der Praxis Anwendung finden zu können, muss es zudem durch entsprechend angepasste Methoden und Tools angereichert bzw. ergänzt werden.

5 Vorgehensmodell eines strategieorientierten Vorentwicklungsmanagements

Ein ganzheitliches Innovationsmanagement integriert inkrementelle und radikale Innovationen und sorgt für ein abgestimmtes Portfolio. Es kümmert sich um den Innovationsprozess von der Strategieformulierung bis hin zur Markteinführung und integriert dabei Innovationsnetzwerke im Unternehmen und ggf. auch unternehmensübergreifend (vgl. SPATH 2003, S. 12). Die erste Stufe im Innovationsprozess stellt somit nicht die häufig beschriebene Phase der Ideenfindung und Kreativität, sondern die strategische Orientierung dar (vgl. GESCHKA & LENK 1999, S. 29).

Um die Grundlage für die Ausrichtung des VE-Projektmixes und einzelner VE-Projekte auf das „strategische Gesamtkonzept des Unternehmens“ (SPECHT et al. 2002, S. 227) zu verbessern, wurde daher im Rahmen dieser Arbeit ein Vorgehensmodell für eine strategieorientierte Vorentwicklung erstellt. Dieses basiert auf den Literaturrecherchen, auf den Erfahrungen aus dem Kooperationsprojekt, den Erkenntnissen aus einer durchgeführten Studie zum Management der frühen Phasen im Innovationsprozess (vgl. FRANKE et al. 2009) und aus der Analyse der Handlungs- und Problemfelder der Vorentwicklung von Automobilherstellern.

Das Vorgehensmodell besteht aus unterschiedlichen Prozessschritten und hat das Ziel, systematisch Innovationen in einzelne Fahrzeugprojekte zu transferieren. Das Vorgehensmodell folgt den Ebenen des integrierten Managements (vgl. Kapitel 2.1.4) und wird im zunehmenden Verlauf immer konkreter, um auch Anwendung bei operativen Prozessen zu ermöglichen. Schließlich werden in einem Kontrollprozess Informationen aggregiert, um einen Abgleich mit strategischen Zielen zu ermöglichen.

In einer **Strategiekonkretisierungsphase** werden – ausgehend von einer strategischen Analyse – zunächst geeignete Rahmenbedingungen für das Innovieren geschaffen und grundlegende Innovationsziele definiert. Dies kann bis hin zu organisatorischen Änderungen oder auch Schaffung von Anreizsystemen für innovatives Handeln führen. Als Input für den nächsten Prozessschritt müssen detaillierte Innovationsziele abgeleitet und einige grundsätzliche Fragestellungen beantwortet werden, um Klarheit für die vielen Projektentscheidungen zu schaffen.

In der nächsten Phase werden Projektideen zur Realisierung gesucht und gesammelt, die zur Erreichung der Innovationsziele beitragen. Eine Kategorisierung der Projektvorhaben erleichtert eine systematische Bewertung und Auswahl der späteren VE-Projekte. Diese Phase stellt somit einen **Transformationsprozess** dar, bei dem **strategische Ziele in Vorentwicklungsprojekte** überführt werden.

Die letzte Phase vor einer Integration in einzelne Fahrzeugprojekte stellt die **Vorentwicklung im engeren Sinne** dar. Einzelne Projekte durchlaufen dabei unterschiedliche Reifestufen. Aggregierte Informationen aus Projektreview-Meetings werden regelmäßig dazu genutzt, um einen Abgleich mit den formulierten Innovationszielen zu ermöglichen. Informationen des VE-Portfolios werden im Sinne eines Regelkreises verwendet, um einen regelmäßigen Input für eine Weiterentwicklung der Strategie und der Innovationsziele zu liefern.

Das Vorgehensmodell wird in Bild 5-1 dargestellt und in den nachfolgenden Kapiteln noch näher erläutert.

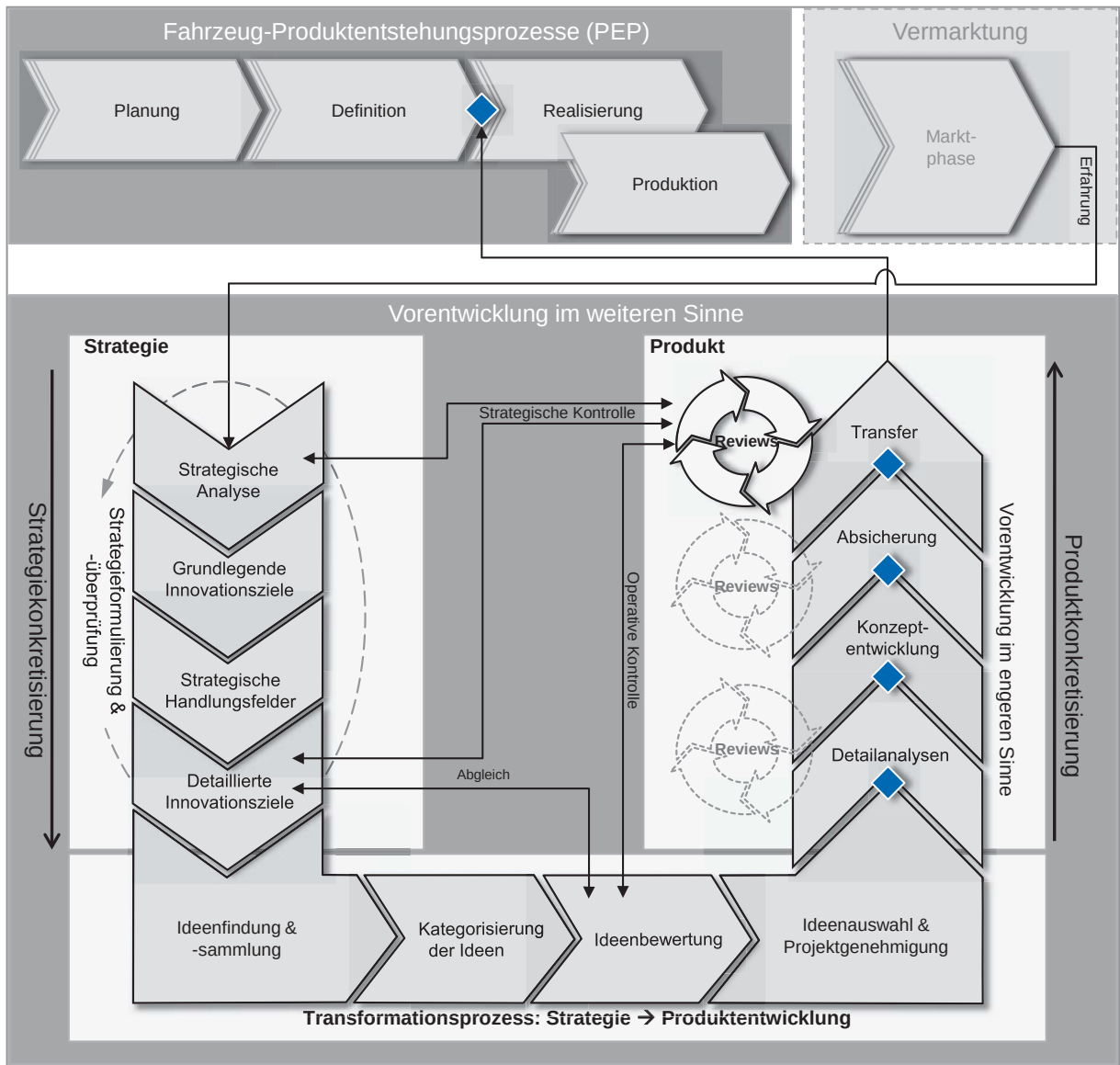


Bild 5-1: Vorgehensmodell der strategierorientierten Vorentwicklung
(erweiterte Darstellung in Anlehnung an FRANKE & LINDEMANN 2009)

Das Vorgehensmodell ist nicht als enges Korsett zu verstehen, welches exakt einzelne Methoden zu bestimmten Zeiträumen vorschreibt. Es stellt vielmehr eine Grundstruktur dar, an der sich die Prozessbeteiligten orientieren können und die eine flexible und situationsadäquate Methodenwahl zulässt. Gerade bei der Auswahl eines F&E-Portfolios besteht hier Handlungsbedarf (vgl. ARCHER & GHASEMZADEH 1999, S. 211). Jedoch hat sich in der Praxis gezeigt, dass transparente Innovationsprozesse keine Selbstverständlichkeit sind und gerade bei einer großen Projektanzahl schnell der Überblick über den Reifegrad einzelner Projekte aus dem Portfolio verloren geht (vgl. auch JAHN 2009).

Die Besonderheit des Vorgehensmodells der strategierorientierten Vorentwicklung ist die Darstellung der Vorentwicklung als Mittel zur Erreichung strategischer Ziele. Durch eine durch-

gänglich zielorientierte Vorgehensweise grenzt sich das Vorgehensmodell stark von Sichtweisen ab, die die Vorentwicklung nur als Mittel zur Risikoreduzierung vor einer Serienentwicklung und als Experimentierfeld für neue Produktideen begreifen (vgl. Kapitel 2.1.6). Neu ist somit die Betonung der Aktivitäten, die vor Beginn einer Komponentenvorentwicklung für die richtigen strategischen Rahmenbedingungen sorgen sollen. Die eigentliche Vorentwicklungsphase einzelner Projekte wird nur als eine von insgesamt drei verschiedenen Phasen dargestellt, die ebenso wie die Herleitung von Zielen und die Spiegelung von Ideen an diesen Zielen aus vier Einzelschritten besteht.

Nachfolgend werden die einzelnen Prozessschritte des Vorgehensmodells näher vorgestellt. Als Schwerpunkte zählen auch hier die Bewertung und Auswahl von VE-Projekten sowie die zugehörige Kategorisierung und die Steuerung der VE-Projekte während der Projektdurchführung. Anschließend werden in Kapitel 6 die Schwerpunkte hinsichtlich ihrer Eignung in der Praxis evaluiert.

5.1 Strategiekonkretisierung

„Wo es keine Probleme zu lösen gibt, sind innovative Ideen und alles damit verbundene Wissen zwecklos und wirkungslos.“ (GÄLWEILER 2005, S. 245)

Ein strukturierter Innovationsprozess stellt ein wesentliches Erfolgskriterium für viele Unternehmen dar. Eine Studie des Lehrstuhls für Produktentwicklung der TU München, welche gemeinsam mit einer Unternehmensberatung durchgeführt wurde, bestätigt diese Aussage. Im Hinblick auf unterschiedliche Hypothesen, die den Innovationserfolg begünstigen, ergibt die Auswertung der Ergebnisse von 76 befragten Unternehmen aus dem produzierenden Gewerbe⁹⁸ folgendes Bild (vgl. Bild 5-2):

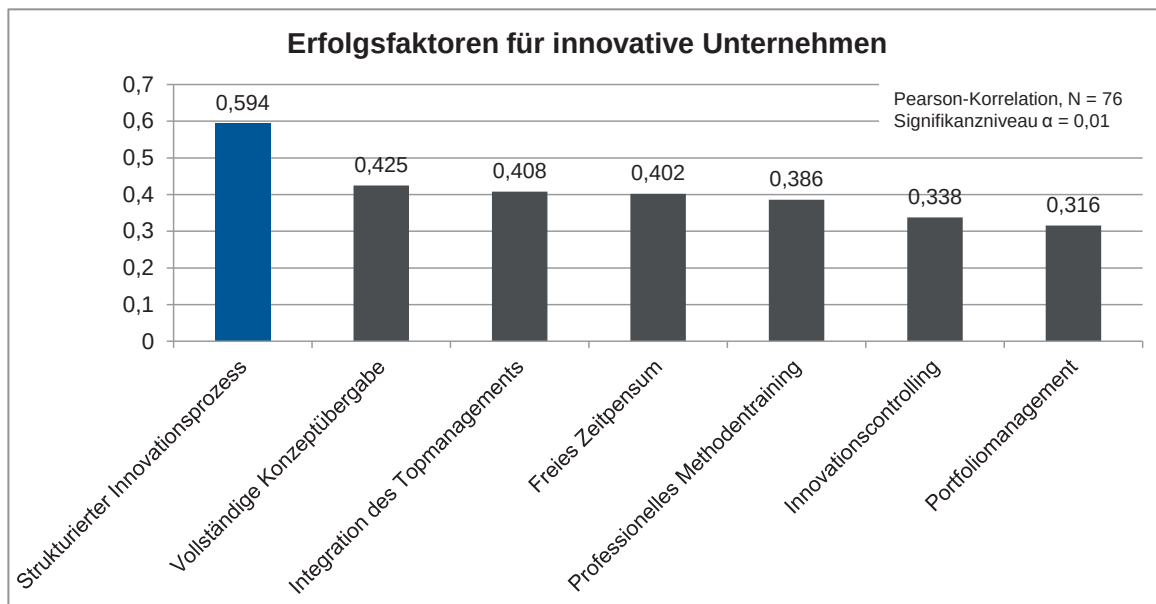


Bild 5-2: Studienergebnisse zur Bedeutung verschiedener Maßnahmen für einen Innovationserfolg (in Anlehnung an FRANKE et al. 2009).

⁹⁸ Der Fokus der Studie lag auf den Branchen Automobilindustrie, Maschinenbau, Elektroindustrie und Konsumgüterindustrie (vgl. FRANKE et al. 2009).

Ein strukturierter Innovationsprozess liefert in der Studie den höchsten Zusammenhang mit dem Innovationserfolg der Unternehmen. Eine Ursache hierfür ist, dass sich Unternehmen intensiv mit dem Thema Innovation auseinandersetzen müssen, um einen entsprechenden Prozess definieren zu können. Außerdem stellt ein strukturierter und klar definierter Innovationsprozess eine gute Grundlage für weitere Optimierungsmaßnahmen des Innovationssystems eines Unternehmens dar. Um einen phasenabhängigen Methodeneinsatz zu diskutieren, die Einführung innovationsförderlicher Organisationsstrukturen zu erleichtern oder auch eine interdisziplinäre Zusammenarbeit zu fördern, stellt die Visualisierung und Beschreibung der Innovationsprozesse eine geeignete Unterstützung dar (vgl. FRANKE et al. 2009). Anhand der Unterteilung in Prozessphasen und -schritte bietet das Vorgehensmodell der strategieorientierten Vorentwicklung die genannten Vorteile eines strukturierten Innovationsprozesses.

5.1.1 Strategische Analyse

Strategien können markt- und wettbewerbsorientierte, ressourcenorientierte, relationale und kundenorientierte Denkansätze zugrunde liegen.⁹⁹ Eine ausgewogene strategische Analyse zur Ableitung von Innovationsfeldern und -zielen deckt daher auch verschiedene Facetten ab.

Sowohl die Kernkompetenzen des eigenen Unternehmens als auch Markt- und Wettbewerbssituation sowie technologische und soziale Trends sollten dafür berücksichtigt werden (vgl. WILDEMAN 2006, S. 40). Analysemethoden wie die klassische Marktanalyse oder eine Unternehmensanalyse stehen im Vordergrund dieses Schrittes (vgl. VENZIN et al. 2003). Von besonderer Bedeutung für die technologieintensiven Vorentwicklungen der Automobilhersteller sind zudem Methoden der Technologiefrüherkennung und -prognose, um wichtige technologische Trends rechtzeitig zu erkennen. Bei LICHTENTHALER finden sich diverse Methoden, die hierfür geeignet sind (vgl. LICHTENTHALER 2005). Neben den häufig verwendeten Portfolioanalysen, Roadmaps und QFD- oder szenariobasierten Methoden (vgl. LICHTENTHALER 2005, S. 71) können indikatorgestützte Verfahren zur Informationsgewinnung, wie Patent- und Publikationshäufigkeitsanalysen oder auch quantitative Tagungsbeobachtungen; Aufschlüsse über die technologische Aktivitäten des Wettbewerbs oder wichtiger Forschungseinrichtungen geben.

Unabhängig davon, welche Methoden eingesetzt werden, sollte sowohl ein Blick ins eigene Unternehmen als auch auf das Umfeld des Unternehmens stattfinden.

Um eine strategische Stoßrichtung für die Produktplanung festlegen zu können, empfiehlt GAUSEMEIER mittelständischen Unternehmen, eine Markt-, Produkt- und Technologieanalyse systematisch anhand folgender Parameter vorzunehmen (vgl. GAUSEMEIER et al. 2004, S. 31 ff.):

- Attraktivität und Innovationspriorität des Marktes:
 - Marktvolumen und Marktdurchdringungspotenzial
 - Marktentwicklung und Wettbewerbsintensität
 - Markteintrittsbarrieren
 - Alleinstellungsmerkmale und Differenzierungsmöglichkeiten vom Wettbewerb
 - Vertriebskanäle

⁹⁹ Im Anhang dieser Arbeit werden wesentliche Strategieansätze kurz erörtert (vgl. Kapitel 9.2).

- Attraktivität und Innovationspriorität der Produkte:
 - Altersstruktur und Lebenszyklus
 - Innovationsgeschwindigkeit
 - technische Leistungsfähigkeit
 - Alleinstellungsmerkmale und Potenzial zur Produktdifferenzierung
 - Produkt-Know-how
 - Substitutionschancen und -risiken
- Attraktivität und Differenzierungspotenzial der Technologiebasis:
 - Weiterentwicklungspotenzial
 - Differenzierungspotenzial
 - Kostenführerschaftspotenzial
 - Potenzial zur Imageverbesserung
 - Synergiepotenzial
 - Anwendungsperformance
 - Sachmittelpotenzial
 - Entwicklungs-Know-how

Die genannten Kriterien beziehen sich teils auf das Unternehmensumfeld und teils auf die Ressourcen des Unternehmens.

Da die Entwicklung von technologischen Vorentwicklungs- und Innovationsstrategien nicht losgelöst vom restlichen Strategiesystem stattfinden darf, gehört die Berücksichtigung von übergeordneten oder abhängigen Strategien ebenfalls zu diesem Schritt des Vorgehensmodells. Viele der von GAUSEMEIER empfohlenen Analyseaspekte werden in Großunternehmen und Konzernen bereits bei der Entwicklung von Unternehmens-, Volumen- oder Marktstrategien untersucht. Sie können als Input für die Ableitung grundlegender Innovationsziele und somit als Basis für eine strategieorientierte Vorentwicklung verwendet werden.

5.1.2 Grundlegende Innovationsziele

„Innovationsziele beschreiben Aktionsparameter, die Unternehmen gezielt beeinflussen können und durch die sie sich nachhaltig im Wettbewerb differenzieren.“ (GERYBADZE 2004, S. 153)

Nach dem klassischen Strategieprozess sind zunächst langfristige Innovationsziele und eine Vision festzulegen (vgl. VENZIN et al. 2003), die zur Unternehmensstrategie passen und auch einen Beitrag dazu liefern. Zunächst muss geklärt werden, welchen Stellenwert das Thema Innovation im Unternehmen einnehmen soll und wie das Innovationssystem des Unternehmens gestaltet werden soll.

Allgemeine oder grundlegende Innovationsziele können quantitativ und qualitativ formuliert werden und können in Input-, Prozess- und Output-Ziele unterschieden werden. Zu den quantitativen Zielen zählen Kennzahlen und Quoten. So hat sich die Firma 3M bereits 1977 das Ziel gesetzt, 25 Prozent des Umsatzes aus Produkten zu generieren, welche weniger als fünf Jahre auf dem Markt sind.

Dieses Ziel wurde in den 1990er-Jahren auf 30 Prozent und vier Jahre verschärft (vgl. 3M 2002, S. 40). Bei der Definition grundlegender Ziele können viele Punkte betrachtet werden (vgl. WENTZ 2008, S. 55 f.):

- die Anzahl an Innovationen, welche innerhalb eines bestimmten Zeitraums erfolgreich auf den Markt gebracht werden sollen,
- die durchschnittliche „Time-to-market“-Dauer,
- die Anzahl und der Wert von Innovationsprojekten in unterschiedlichen Phasen des Entwicklungsprozesses,
- die Anzahl der Mitarbeiter (Vollzeit) auf Innovationsprojekten,
- die investierten Beschäftigungsstunden für Innovationsprojekte
- oder die Höhe des Innovationsbudgets.¹⁰⁰

In der Praxis werden solche Ziele häufig nicht absolut, sondern in Relation zu anderen Größen und im Vergleich zum Wettbewerb festgelegt.

Neben quantitativen Zielen können auch qualitative Ziele festgelegt werden. Das Innovationsimage kann mittels repräsentativer Umfragen und für unterschiedliche Zielgruppen ermittelt werden. So kann ein innovatives Firmenimage dazu führen, dass sich mehr gute und motivierte Hochschulabsolventen als Berufseinsteiger bewerben.

Die Erreichung grundlegender Innovationsziele ist mit verschiedenen Fragestellungen verknüpft:

- Wie viele Ressourcen müssen aufgewendet werden?
- Wer wird dazu benötigt im Unternehmen?
- Wie offen soll der Innovationsprozess gestaltet werden?
- Welche Innovationsobjekte (Produkte, Service, Verfahren etc.) sollen im Vordergrund stehen?
- Welcher Innovationsgrad ist anzustreben?
- Wie sollte ein geeigneter Projektmix aussehen?

Die Beantwortung solcher Fragen schafft budgetäre, prozessuale und organisatorische Rahmenbedingungen für die Beteiligten des Innovationsprozesse. Im Sinne einer Marken- und Produktprofilierung reicht die Beantwortung solcher Fragestellungen aber noch nicht aus. Aufgrund limitierter Ressourcen und teilweise zu geringer Skaleneffekte ist es einem einzelnen OEM kaum möglich, auf allen technologischen Gebieten eine führende Rolle zu übernehmen. Für jeden OEM stellt sich somit die Frage, welche Handlungsfelder von besonderer strategischer Bedeutung sind und welche Ressourcen für einzelne Handlungsfelder zur Verfügung gestellt werden sollen. Im Zuge der Ressourcenüberlegungen können auch Ziele für Kooperationen getroffen werden.

¹⁰⁰ Im Anhang finden sich noch weitere Kennzahlen, die für die Ableitung grundlegender Ziele im Innovationsprozess infrage kommen.

5.1.3 Strategische Handlungsfelder

„Before deciding how to play the innovation game, companies have to decide where to play.“
(ANTHONY et al. 2006, S. 106)

Es gibt vielfältige Möglichkeiten, als OEM Innovationen hervorzubringen. Die Innovationen müssen sich dabei nicht nur auf das eigentliche Produkt Pkw beschränken. Als Beispiel sei hier der Bereich „Business Innovation“ der Daimler AG genannt, der sich mit neuen Geschäftsideen beschäftigt. Die dort entwickelten Ideen hängen zwar mit dem Kernprodukt Pkw zusammen, gehen aber über reine Produktinnovationen hinaus. So hat dieser Bereich ein Car-sharing-Modell namens „car2go“ für die Marke Smart entwickelt (vgl. DAIMLER AG 2010). Ähnliche Projekte werden inzwischen im Premiumsegment auch von anderen OEMs gestartet (vgl. BMW AG 2010). Die Ausweitung der Betrachtungsgrenze über das physische Produkt hinaus bietet für die OEMs ein hohes Potenzial, einen Mehrwert zu generieren, neue Kunden zu gewinnen und zusätzliche Umsatzpotenziale zu erschließen. Bei Finanzierungs- und Leasingangeboten hat sich die Erweiterung des Serviceangebots der OEMs bereits etabliert.

Im Fokus dieser Arbeit stehen jedoch technische Produktinnovationen, welche schwerpunktmäßig in den Entwicklungsabteilungen der OEMs entstehen. Aufgrund der Komplexität und der Anzahl möglicher Technologien, die in ein Fahrzeug integriert werden können, besteht die Notwendigkeit, bereits im direkten Produktumfeld geeignete Innovationsfelder¹⁰¹ zu identifizieren, zu bewerten und zu priorisieren (vgl. WILDEMANN 2006, S. 40), um die F&E-Aktivitäten strategisch auszurichten. Die Grundlage für eine Bewertung und Priorisierung solcher Felder, wo Innovationsideen gesucht oder entwickelt werden sollen, stellen die strategischen Ziele dar (vgl. GERYBADZE 2004, S. 139). Attraktive Innovationsfelder sollen eine dauerhafte Wettbewerbsführerschaft sicherstellen und idealerweise auch einen hohen Beitrag zum Kundennutzen liefern (vgl. WILDEMANN 2006, S. 40).

Für eine systematische Auswahl von strategischen Handlungsfeldern stellt die Kombination aus Extrapolation durch Technologie-Roadmaps und Retropolation durch Szenario-Analysen eine geeignete Lösung dar. Die Firma Siemens erstellt auf diese Weise konsistente Zukunftsbilder, welche zur Ausrichtung ihrer F&E-Aktivitäten genutzt werden (vgl. SIEMENS AG). Eine Erweiterung für eine systematische Suchfeldableitung ist die Verwendung von Portfolio-techniken, die für die Auswahl von möglichen Technologiefeldern eine besondere Rolle einnehmen können (vgl. SPECHT et al. 2002, S. 91). Portfolioansätze, wie das in Kapitel 3.5.2 vorgestellte, integrierte Markt- und Technologieportfolio können auch verwendet werden, um Suchfelder für Innovationen zu priorisieren.

GASSMANN schlägt neben der Verwendung von Roadmaps und Szenarien zusätzlich die Berücksichtigung weiterer Inventionsimpulse aus dem Unternehmen und auch von außen vor (vgl. Bild 5-3), bevor eine Priorisierung möglicher Suchfelder für Innovationen stattfindet (vgl. GASSMANN & KAUSCH 2005, S. 27).

¹⁰¹ Die Begriffe „strategisches Handlungsfeld“, „Innovationsfeld“, „Themenfeld“ und „Suchfeld“ werden in diesem Kontext synonym verwendet, da alle dem Ziel dienen, Innovationsaktivitäten strategisch auszurichten und den Beteiligten im Entwicklungsprozess eine gemeinsame Richtung vorzugeben. Zudem finden sie alle in der Literatur und der Praxis in diesem Kontext ihre Anwendung.

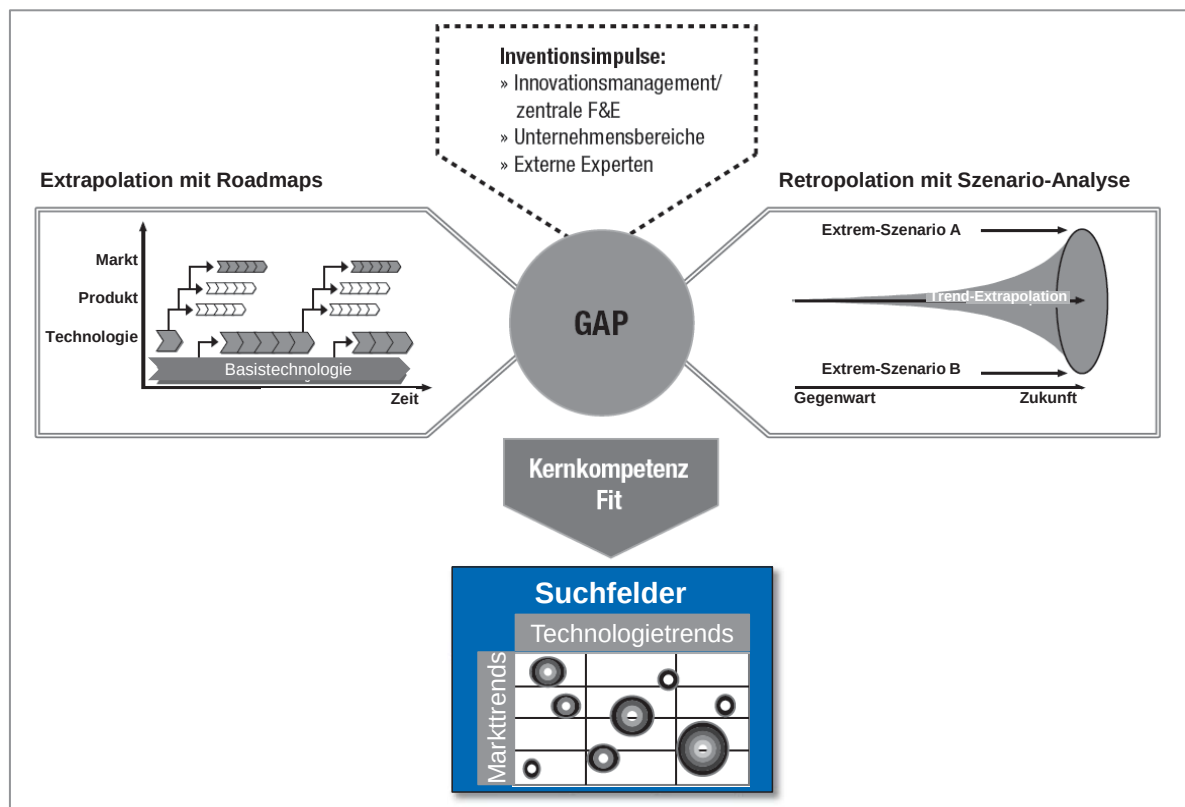


Bild 5-3: Systematisches Ableiten von Suchfeldern (in Anlehnung an GASSMANN & KAUSCH 2005, S. 27)

Die Suchfelder können auch organisatorische Auswirkungen besitzen. Die Themenfelder der Audi-Vorentwicklung und die in Kapitel 4.1.2.2 beschriebenen sieben „Innovation Councils“ der BMW Group stellen solche Suchfelder dar.

Eine Priorisierung von Such-, Themen- oder Innovationsfeldern kann für eine strategische Budgetvergabe verwendet werden. Hierfür eignet sich ein sogenannter „Strategic Bucket“-Ansatz, also die Einführung unterschiedlicher, nach strategischen Gesichtspunkten ausgestatteter Budgettöpfe (vgl. COOPER et al. 1999, S. 335). Solche Budgettöpfe können für unterschiedliche Projektarten, Märkte oder Produktlinien eingeführt werden (vgl. COOPER et al. 1999, S. 335) oder wie in diesem Fall für mögliche Innovationsfelder. Eine solche strategisch ausgerichtete Ressourcenallokation bietet in der Praxis mehrere Vorteile (vgl. auch COOPER 2006b, S. 30):

- Durch die Einrichtung von Budgettöpfen werden Anreize für F&E-Aktivitäten geschaffen.
- Durch die Größe der einzelnen Budgettöpfe und die Festlegung bestimmter Anforderungen an Projekte innerhalb dieser Töpfe besteht die Möglichkeit zur Ausbalancierung des F&E-Portfolios.
- Ein Projekt-Ranking muss nur innerhalb eines Budgettopfs erfolgen. Dies kann zu einer Verbesserung der Vergleichbarkeit einzelner Projekte führen.
- Sind die Budgettöpfe ausreichend klar voneinander abgegrenzt und Spielregeln festgelegt, werden ineffiziente Grundsatzdiskussionen bei einzelnen Projekten vermieden.
- Für unterschiedliche Budgettöpfe können unterschiedliche Bewertungsmethoden und Bewertungskriterien eingesetzt werden.

Der Initialaufwand zur Einführung von Suchfeldern und die strategische Aufteilung von verfügbaren Ressourcen auf die einzelnen Felder dürfen nicht unterschätzt werden. Ebenso sollte man sich der Bedeutung einer solchen Aufteilung bewusst sein, da sie sich auf die gesamten Vorentwicklungsaktivitäten auswirkt.

Ähnlich wie beim Vorgehensmodell nach VDI 2221 (vgl. Kapitel 2.2.2), wird durch diese Vorgehensweise die Komplexität des Bewertungs- und Auswahlproblems durch Dekomposition reduziert. Wichtig bei der Festlegung von strategischen Handlungsfeldern ist auch die Klärung von organisatorischen Fragestellungen. So sind die Aufgaben, die innerhalb der Handlungsfelder zu erfüllen sind, sowie die dafür verantwortlichen Personen und die benötigten Kompetenzen zu identifizieren und festzulegen. Durch einen abgegrenzten Suchraum wird es für die Verantwortlichen leichter, den Stand der Technik zu überblicken und sich über neue Entwicklungen frühzeitig zu informieren. Ebenso wird es einfacher, realistische und ambitionierte Innovationsziele innerhalb eines strategischen Handlungsfelds zu erarbeiten.

Die rechtzeitige Identifikation von Innovationsfeldern ist eng verbunden mit der langfristig orientierten Unternehmenssteuerung (vgl. GÄLWEILER 2005, S. 235).

5.1.4 Detaillierte Innovationsziele

„Ziele müssen so klar definiert sein, dass sich die Programmplanung bei der Definition, Bewertung und Auswahl von Projekten und damit an der Formulierung der F&E-Programme an ihnen ausrichten kann.“ (SPECHT et al. 2002, S. 206)

Für die einzelnen Handlungsfelder können bereits sehr konkrete Strategien definiert werden (vgl. SPECHT et al. 2002, S. 22) und detaillierte Innovationsziele festgelegt werden. Das Erreichen solcher Innovationsziele kann zudem besser verfolgt werden. Detaillierte Innovationsziele stellen eine wichtige Grundlage für Rückkopplungen und Überwachungs- und Kontrollvorgänge dar, welche zur zielgerichteten Innovationsbewertung gehören (vgl. BROSE 1982, S. 191).

Betrachtet man das Innovationsfeld „Leichtbau“ der BMW Group (vgl. 4.1.2.2), so handelt es sich immer noch um ein weites technologisches Feld, welches großes Innovationspotenzial bietet. Gewichtsreduktion als Gesamtziel dieses Feldes kann vielfältig realisiert werden. Es bestehen sowohl konstruktive als auch werkstofftechnische Möglichkeiten. Da der Einsatz von alternativen Werkstoffen häufig zu Änderungen bei den verwendeten Produktionsverfahren führt, kann es zunächst nötig sein, Enabler-Projekte zu Verbesserung der Produktionsverfahren durchzuführen, bevor neue Werkstoffe überhaupt in Serie eingesetzt werden können.

Für die Ableitung konkreter Innovationsziele können prinzipiell die gleichen Methoden verwendet werden wie zur Identifizierung von strategischen Handlungsfeldern. Die Erwartungshaltung des Unternehmens an ein Handlungsfeld wird jedoch bereits durch die grobe Zuteilung der Ressourcen ausgedrückt. D. h., für Innovationsfelder, die für übergeordnete Strategien nur eine untergeordnete Rolle spielen, werden relativ wenig Ressourcen zur Verfügung gestellt oder zumindest nicht so viele Ressourcen, dass eine führende Rolle in diesem Feld zu erwarten ist. Eine mögliche Strategie eines solchen Innovationsfelds ist es, intensiv mit anderen Firmen oder Universitäten zu kooperieren und frühzeitig Lieferanten einzubinden. Neu generiertes Wissen, aber auch Entwicklungskosten werden so geteilt. Ein großer und

längerfristiger Know-how-Vorsprung ist auf diese Weise zwar kaum möglich, aber man kann schnell auf Wettbewerber reagieren und eine „Follow the Leader“-Strategie für dieses Handlungsfeld verfolgen (vgl. Kapitel 4.1.3.3).

Für strategische Handlungsfelder mit einer höheren Priorität stehen so mehr Ressourcen zur Verfügung, und es können anspruchsvollere Ziele erreicht werden. Zwar können Kooperationen ebenso strategisch sinnvoll sein, aber es sollte mehr Eigenleistung in diesen Feldern eingesetzt werden, damit ausreichend Know-how im Unternehmen zur Verfügung steht, um eine Technologieführerschaft erreichen zu können. Wichtig ist es, dass die detaillierten Innovationsziele im Einklang mit den grundlegenden Unternehmenszielen stehen (vgl. Kapitel 4.1.3.3) und dass die Summe der detaillierten Innovationsziele zur Realisierung der grundlegenden Ziele ausreicht.

In der Praxis ist das Herleiten von sinnvollen und messbaren Detailzielen nicht einfach. Die Messbarkeit sorgt für Transparenz und ermöglicht eine Aussage darüber, ob Verantwortliche erfolgreich die festgelegten Ziele erreichen oder nicht. Zudem muss im Vorfeld geklärt werden, wer für die Beurteilung der Zielerreichung zuständig ist und welche Konsequenzen bei Erfolg oder Misserfolg angedacht sind. Bei Innovationsfeldern mit längeren Entwicklungszyklen sind unter Umständen auch Etappenziele zu formulieren, um sicherzustellen, dass Leistungen auch den richtigen Verantwortlichen zugeordnet werden können. Projektroadmaps können hierfür zur Unterstützung eingesetzt werden. Durch sie werden Zwischenergebnisse von langfristig definierten Zielen sichtbar gemacht. Sowohl funktionale als auch zeitliche Abweichungen im Hinblick auf die Zielerreichung werden so frühzeitig erkannt. Alle zur Zielerreichung notwendigen Projekte der Roadmap sind bei einer späteren Projektbewertung bevorzugt zu verfolgen.

Zusammengefasst, sollen detaillierte Innovationsziele folgende Kriterien erfüllen:¹⁰²

- Ambitioniert, aber realistisch
- Objektiv messbar
- Aus übergeordneten Innovationszielen oder der Innovationsstrategie abgeleitet
- In überschaubarem Zeitraum zu erreichen (ggf. Definition von Etappenzielen)

5.1.5 Fazit Strategiekonkretisierung

Betrachtet man die gesamte Phase der Strategiekonkretisierung, so sind die empfohlenen Methoden größtenteils in der Praxis bekannt und finden dort bereits Anklang. Eine Besonderheit des Vorgehensmodells stellt jedoch die schrittweise Konkretisierung von allgemeinen strategischen Rahmenbedingungen über Handlungsfelder, die die organisatorische Zusammenarbeit im Unternehmen beeinflussen können, bis hin zur Ableitung ganz konkreter Innovationszielen dar. Für das Management von Komponenteninnovationen ist diese umfassende Sichtweise neu und geht auch über bestehende Modelle des Innovationsprozesses hinaus, welche häufig erst ab der Ideengenerierung ansetzen oder die Ableitung strategischer Ziele als Aktivitäten außerhalb des eigentlichen Innovationsprozesses darstellen (vgl. Kapitel 2.2.3 und Kapitel 9.4.).

¹⁰² Im Projektmanagement werden Anforderungen an Projektziele häufig durch das Akronym SMART (spezifisch, messbar, attraktiv/anspruchsvoll, realistisch und terminiert) beschrieben (vgl. KUSTER et al. 2008, S. 354).

5.2 Transformationsprozess der Strategie in Projekte

„Strategy becomes real when you start spending money.“ (COOPER 2006b, S. 30)

Eine klar definierte Innovationsstrategie und Innovationsziele geben einerseits die Leitplanken vor, in denen das Unternehmen Wettbewerbsvorteile erreichen möchte, und andererseits helfen sie dabei, den Ressourceneinsatz zielgerichtet zu steuern. Sie beeinflussen bereits kreative Schritte wie Ideengenerierung und Ideensammlung, aber auch den späteren Schritt der Bewertung und Auswahl von Ideen und Projekten.

5.2.1 Ideenfindung und Ideensammlung

„Wo es keine Probleme zu lösen gibt, sind innovative Ideen und alles damit verbundene Wissen zwecklos und wirkungslos.“ (GÄLWEILER 2005, S. 245)

Die Grundlage für eine erfolgreiche Innovation ist ein irgendwie geartetes Problem, dessen sich der Kunde bewusst oder auch nicht bewusst ist. Für viele solche Probleme lassen sich im Rahmen der Produktentwicklung technische Lösungen erarbeiten. Für Forschungs- und Entwicklungsabteilungen der OEMs besteht die Herausforderung nun darin, aktuelle Probleme der Kunden zu verstehen und mögliche zukünftige Probleme rechtzeitig zu antizipieren. Die Eingrenzung des Suchfelds durch Festlegung von strategischen Handlungsfeldern und priorisierten Leitplanken unterstützt ein zielgerichtetes Vorgehen.

Auch wenn dieser Schritt im Vorgehensmodell nicht den Schwerpunkt der Arbeit darstellt, werden an dieser Stelle einige Methoden exemplarisch vorgestellt, die heutige und zukünftige Probleme aufdecken sollen.

Empathic Design beschäftigt sich mit dem Problem, dass Kunden und potenzielle Kunden sich ihrer Probleme und Bedürfnisse häufig nicht bewusst sind und sich an viele unbefriedigende Dinge gewöhnt haben (vgl. LEONARD & RAYPORT 1997, S. 104). Mit klassischen Marktforschungsmethoden, wie der Befragung, dringt man nicht zu allen Bedürfnissen vor, weil Kunden häufig nicht in der Lage sind, ihr Handeln vollständig zu reflektieren. LEONARD schlägt deshalb eine strukturierte Beobachtung von Kunden und möglichen Kunden vor, um folgende Punkte zu untersuchen (vgl. LEONARD & RAYPORT 1997, S. 105 f.):

- Motivation der Produktbenutzung:
 - Welche Umstände führen dazu, dass Personen ein Produkt nutzen oder eine Serviceleistung in Anspruch nehmen (oder eben nicht)?
 - Nutzen Personen das Produkt dann, wenn es zu erwarten ist?
 - Verwenden Personen das Produkt so, wie es vorgesehen ist?
- Interaktion mit dem Umfeld des Nutzers:
 - Wie passt das Produkt zu anderen Systemen des Nutzers?
- Produktanpassungen durch Kunden:
 - Modifizieren Kunden das Produkt oder gestalten es um, damit es besser zu ihren Bedürfnissen passt?

- Nicht greifbare Produktattribute:
 - Existieren vermeintlich nebensächliche Attribute, die dem Kunden dennoch Freude bereiten oder die ihn emotional binden?
- Nicht artikulierte Kundenbedürfnisse:
 - Lassen sich Probleme bei der Nutzung von Produkten erkennen, die ein Kunde gar nicht zu artikulieren vermag oder derer er sich gar nicht als Probleme bewusst ist?

Eine Reflexion und Analyse solcher Nutzerbeobachtungen und die Identifikation von Problemen können als Ausgangspunkt für eine kreative Lösungssuche zur Produktoptimierung oder Neuproduktentwicklung dienen (vgl. LEONARD & RAYPORT 1997, S. 112).

Treten Zielkonflikte auf oder stellt sich das Problem als sehr komplex heraus, so kann es sinnvoll sein, Methoden zur Zielanalyse und zur Problemstrukturierung anzuwenden (vgl. bspw. LINDEMANN 2007, S. 93 ff.).

Neben der Nutzerbeobachtung nennt SPATH für diesen Zeitpunkt im Innovationsprozess die bereits erwähnte Szenario-Technik sowie das Trendmanagement und die Lead-User-Methode (vgl. SPATH 2003, S. 17).

Das **Trendmanagement** besteht aus vier Schritten (vgl. BUCK et al. 1998):

- Scanning relevanter Trends durch Marktanalysen, Medienanalysen und Kontakt mit Kunden und Lead-Usern.
- Strukturelle Analyse von Ursache-Wirkungs-Beziehungen und von Zusammenhängen einzelner Trends mit Kundensegmenten, um Verknüpfungsstrukturen darzustellen.
- Rekonfiguration von Verknüpfungen. Produkte und Trends werden zueinander in Beziehung gesetzt. Durch Bildung von Analogien und Differenzen oder Kontextverschiebung können kreative Anregungen für neue Produktlösungen geschaffen werden.
- Umsetzung von Produktlösungen. Identifizierte Produktkonzepte werden hinsichtlich ihrer Eignung zum Kontext, zum Markt und zum Unternehmen bewertet und gestaltet.

Ein weiterer kundenorientierter Ansatz zur Innovationsgenerierung ist die Einbindung sogenannter **Lead-User** in den Produktentstehungsprozess (vgl. HIPPEL 1988). Ein Lead-User unterscheidet sich von normalen Kunden dadurch, dass er einen relativ großen Vorteil für sich darin sieht, möglichst schnell eine Lösung für seine Bedürfnisse zu erhalten. Er ist daher bereit, selbst Änderungen an Produkten vorzunehmen. Auf der anderen Seite zeichnet er sich dadurch aus, dass seine Bedürfnisse, die er heute schon befriedigen möchte, erst später bei vielen weiteren Kunden auftreten (vgl. FRANKE et al. 2006, S. 302). Häufig ist das Ziel der Lead-User, Produkte für ihre spezifischen Anforderungen zu optimieren (vgl. HIPPEL 2005, S. 33). Um Kunden für die Innovationsgenerierung besser nutzen zu können, schlägt THOMKE vor, kundenfreundliche „Tool-Kits“ anzubieten und ständig weiterzuentwickeln, um den Kunden das Experimentieren und Testen ihrer Ideen zu erleichtern. Außerdem muss der Produktionsprozess des Unternehmens flexibler gestaltet werden, um schnell die Ideen der Lead-User umsetzen zu können (vgl. THOMKE & VON HIPPEL 2002, S. 79).

Eine weitere Methode, Anregungen für neue Produktkonzepte zu erhalten, stellt das **House of Quality** dar, welches Kundenerwartungen bzw. Kundenanforderungen mit technischen Produktmerkmalen verknüpft (vgl. z. B. PULLMAN et al. 2002; LÜTHJE 2007; LINDEMANN 2007, S. 122). Die Verknüpfungsmatrix ist ein wesentlicher Bestandteil des Quality Function Deployment (QFD) (vgl. AKAO 1992).

Neben Kunden können Ideen durch Wettbewerber, Zulieferer, Ideenscouts, Forschungseinrichtung, Universitäten und eigene Mitarbeiter in die Produktentwicklung einfließen.

Um eine kreative Lösungsfindung methodisch zu unterstützen, existieren unterschiedliche Herangehensweisen. In Tabelle 5-1 werden wichtige Methoden zur Ideenfindung übersichtlich anhand grundlegender Merkmale gegenübergestellt.

Methodengruppe	Verfahrensmerkmale	Wichtige Repräsentanten
Brainstorming und seine Abwandlungen	Ungehemmte Diskussion, in der keine Kritik geübt werden darf; fantastische Einfälle und spontane Assoziationen sollen geäußert werden	• Brainstorming • Diskussion 66 • Imaginäres Brainstorming
Brainwriting-Methoden	Spontanes Niederschreiben von Ideen auf Formulare oder Zettel; Umlauf von Formularen	• Methode 635 • Brainwriting-Pool • Ideen-Delphi • Collective-Notebook-Methode
Methoden der schöpferischen Zerstörung	Befolgung bestimmter Prinzipien der Lösungssuche	• Heuristische Prinzipien • Bionik
Methoden der schöpferischen Konfrontation	Stimulierung der Lösungsfindung durch Auseinandersetzung (Konfrontation) mit Bedeutungsinhalten, die scheinbar nicht mit dem Problem zusammenhängen	• Synektik • BBB-Methode • Reizwort-Analyse • TILMAG-Methode • Semantische Intuition
Methoden der systematischen Strukturierung	Aufteilung des Problems in Teilkomplexe; Lösung der Teilprobleme und Zusammenfügen zu einer Gesamtlösung; Systematisierung von Lösungsmöglichkeiten	• Morphologischer Kasten • Morphologische Matrix • Sequenzielle Morphologie • Problemlösungsbaum
Methoden der systematischen Problemspezifizierung	Aufdeckung der Kernfragen eines Problems oder Problembereichs durch systematisches und hierarchisch-strukturiertes Vorgehen	• Progressive Abstraktion • KJ-Methode • Hypothesen-Matrix • Relevanzbaum

Tabelle 5-1: Methoden zur Ideenfindung (nach SCHLICKSUPP 2004, S. 61)

Erfahrene Moderatoren und die Durchführung der Methoden in einer nicht alltäglichen Atmosphäre, z. B. im Rahmen von Workshops außerhalb des eigenen Unternehmens, sorgen in der Praxis dafür, dass sich auch unkonventionelle Ideen durchsetzen können.

5.2.2 Typologischer Ansatz zur Kategorisierung von Projekttypen

Für die Kategorisierung von Projekttypen existiert eine Vielzahl an Möglichkeiten. Aufgrund der großen Anzahl an Projektideen in der Vorentwicklung eines OEMs hat sich zumindest bei den Herstellern BMW, Mercedes und Audi zunächst einmal eine thematische Kategorisierung etabliert, welche sich durch Themenfeldstrukturen bzw. durch die Innovation Councils organisatorisch darstellt (vgl. Kapitel 4.1.2.2).

Da eine Gleichbehandlung aller F&E-Vorhaben eines Unternehmens aufgrund der teils deutlichen Unterschiede der Projekte in der Regel weder effektiv noch effizient ist (vgl. SPECHT et al. 2002, S. 209), stellt diese thematische Sortierung bereits eine erste Kategorisierung dar. Unternehmen können durch Aufteilung der Gesamtmenge an Projektvorhaben deren Bewertung besser handhaben. Zudem wird die technische Beurteilung erleichtert. Die Entscheidungsträger haben durch die thematische Eingrenzung die Möglichkeit, sich mit den gängigen Technologien vertraut zu machen, die Vor- und Nachteile neuer Technologien im Vergleich zu bestehenden Technologien besser abzuschätzen und den Überblick über Wettbewerbsaktivitäten zu behalten. Sie können so einen gewissen Erfahrungsschatz für eine Beurteilung von Projektvorhaben aufbauen.

Für eine reibungslose Bewertung reicht eine einfache thematische Aufteilung der Projektvorhaben nicht aus. Dies wurde auch im geschilderten Fallbeispiel zur Bewertung deutlich (vgl. Kapitel 4.2.1). Die Projektvorhaben waren trotz thematischer Ähnlichkeit noch zu unterschiedlich, als dass sie mittels gleicher Bewertungskriterien zufriedenstellend in eine Rangfolge gebracht werden konnten. Wie in Abschnitt 4.1.4 dargestellt wurde, existieren viele Merkmale, anhand derer Projekte unterschieden werden können. Typologische Konzepte können bei der Planung von F&E-Programmen die Effektivität und die Effizienz erhöhen, da sie eine vergleichende Bewertung erleichtern. Allerdings gibt es bei typologischen Ansätzen die Tendenz, „die Anzahl der Projekttypen zu erhöhen, um für jede denkbare Aufgabe spezielle Projekttypen zur Verfügung zu stellen“ (SPECHT et al. 2002, S. 210). Es existiert somit ein Spannungsverhältnis zwischen individueller und standardisierter Behandlung von Projektvorhaben (vgl. SPECHT et al. 2002, S. 210).

Bei einer großen Anzahl von Projektvorhaben ist es nicht zielführend, für alle möglichen Projekttypen eigene Kategorien einzuführen. Um den Aufwand für eine Kategorisierung so gering wie möglich zu halten und langwierige Diskussionen zu vermeiden, sollten die Kategorien dennoch möglichst eindeutig sein und sich einfach voneinander abgrenzen lassen.

Ein guter Ausgangspunkt, zusätzlich zu einer thematischen Kategorisierung, bildet die Analyse der Ziele der verschiedenen Projektvorhaben (vgl. auch SPECHT et al. 2002, S. 20). Es existieren unterschiedliche Projektziele und Motivationen für Projektvorhaben (vgl. Kapitel 4.1.4.3). Fasst man die zugrunde liegenden Ziele zusammen, lassen sich zunächst drei Kategorien an Zielen identifizieren:

1. Strategische Ziele (primär bestimmt von eigenen Visionen)
2. Marktinduzierte Ziele (primär bestimmt durch Wettbewerb und Kunden)
3. Technologieinduzierte Ziele (primär bestimmt durch Enabler-Technologien)

Zusätzlich können noch Gesetze und Vorschriften aufgeführt werden, welche jedoch als Zwang zu verstehen sind und bei einer Priorisierung von Projektvorhaben aus Sicht des Autors gesondert betrachtet werden sollten.

Projektvorhaben, die eine thematische Ähnlichkeit aufweisen und ähnliche Ziele verfolgen, sind vergleichbarer, und den Entscheidungsträgern wird die Projektbewertung und -auswahl dadurch erleichtert. Auch Bewertungskriterien und -methoden können besser angepasst werden.

Konzentriert man sich auf wenige Kategorien, wird es in der Praxis immer wieder vorkommen, dass eine eindeutige Zuordnung aller Projekte nicht möglich ist. Das zweistufige Vorgehen einer zunächst thematischen Zuordnung von Projektvorhaben zu einzelnen Themenfeldern und einer anschließenden Aufteilung anhand gemeinsamer Ziele konnte jedoch in der Vorentwicklung des Kooperationspartners für die meisten Projekte schnell und einfach durchgeführt werden. Die Erfahrung zeigt, dass nur ein kleiner Bruchteil der Projekte eine so große Vernetzung aufwies, dass mehrere Themenfelder in ähnlichem Umfang betroffen waren. In solchen Fällen wirkten Mitarbeiter aus dem Vorentwicklungs- und Innovationsmanagement als Moderatoren zwischen den betroffenen Themenfeldern, und es wurden individuelle Vorgehensweisen für diese Projekte festgelegt.

Eine individuelle Behandlung empfiehlt sich ebenfalls für Projektvorhaben, die massive Auswirkungen auf das Gesamtfahrzeug oder auf einzelne Geschäftsfelder des Unternehmens besitzen. Als anschauliches Beispiel dient hier das Förderprojekt „e Performance“ der Audi AG. Ähnlich den Überlegungen zum Thema „innovation cells“ (vgl. Kapitel 2.2.3) versucht die Audi AG, durch ein Projekthaus¹⁰³ und die Beteiligung von Hochschulen, Forschungsinstituten und Start-Up-Unternehmen die Elektrifizierung des Fahrzeugs ganzheitlich zu betrachten und voranzubringen (vgl. SCHRÖDER 2009). Das Projektvorhaben ist umfangreich und besteht aus vielen Teilprojekten, sodass ein individueller Innovationsprozess der Firma Audi angemessen erschien. Auch die Finanzierung und die Steuerung dieses Projekts laufen prinzipiell getrennt von „herkömmlichen“ Vorentwicklungsprojekten und den üblichen Prozessen.

Die Analyse der Projektziele und der Projekthinhalte hat zudem einen weiteren Vorteil. Bei der Analyse und der anschließenden Kategorisierung wird schnell deutlich, ob eine Integration zusätzlicher Experten aus anderen Funktionsbereichen wie Marketing oder Produktion für den weiteren Entscheidungsprozess im Hinblick auf das Aufwand-Nutzen-Verhältnis ratsam ist (vgl. hierzu auch Kapitel 4.1.6).

Die Kategorisierung hilft dabei, die verfügbaren Ressourcen zur Umsetzung eigener strategischer Ziele transparent zu machen. Insbesondere nach Abzug des Budgets für gesetzliche Muss-Projekte und aus Wettbewerbsgründen notwendige Projekte bleibt für Differenzierungsprojekte häufig nur noch ein geringer Anteil übrig. Möchte man zudem Enabler-Technologien fördern, die noch keinen oder nur einen geringen eigenen Nutzen bringen, zu einem späteren Zeitpunkt aber für das Erreichen strategischer Ziele ggf. unabkömmlich sind, dann verschärft sich die Budgetsituation zusätzlich. Nur wenn dem Topmanagement durch eine entsprechende Kategorisierung transparent gemacht werden kann, wie viele Ressourcen effektiv für die eigenen Differenzierungswünsche zur Verfügung stehen, besteht Aussicht auf eine realistische Erwartungshaltung gegenüber dem Erreichen strategischer Ziele.

In Bild 5-4 wird die Vorgehensweise zur Kategorisierung noch einmal schematisch veranschaulicht.

¹⁰³ „„Projekthäuser“ konzentrieren sich auf einen bestimmten Technologiebereich und umfassen i.d.R. mehr als ein Projekt. Sie sind i.d.R. prinzipiell befristet und spezifisch finanziert.“ (HAUSCHILDT & SALOMO 2007, S. 124)

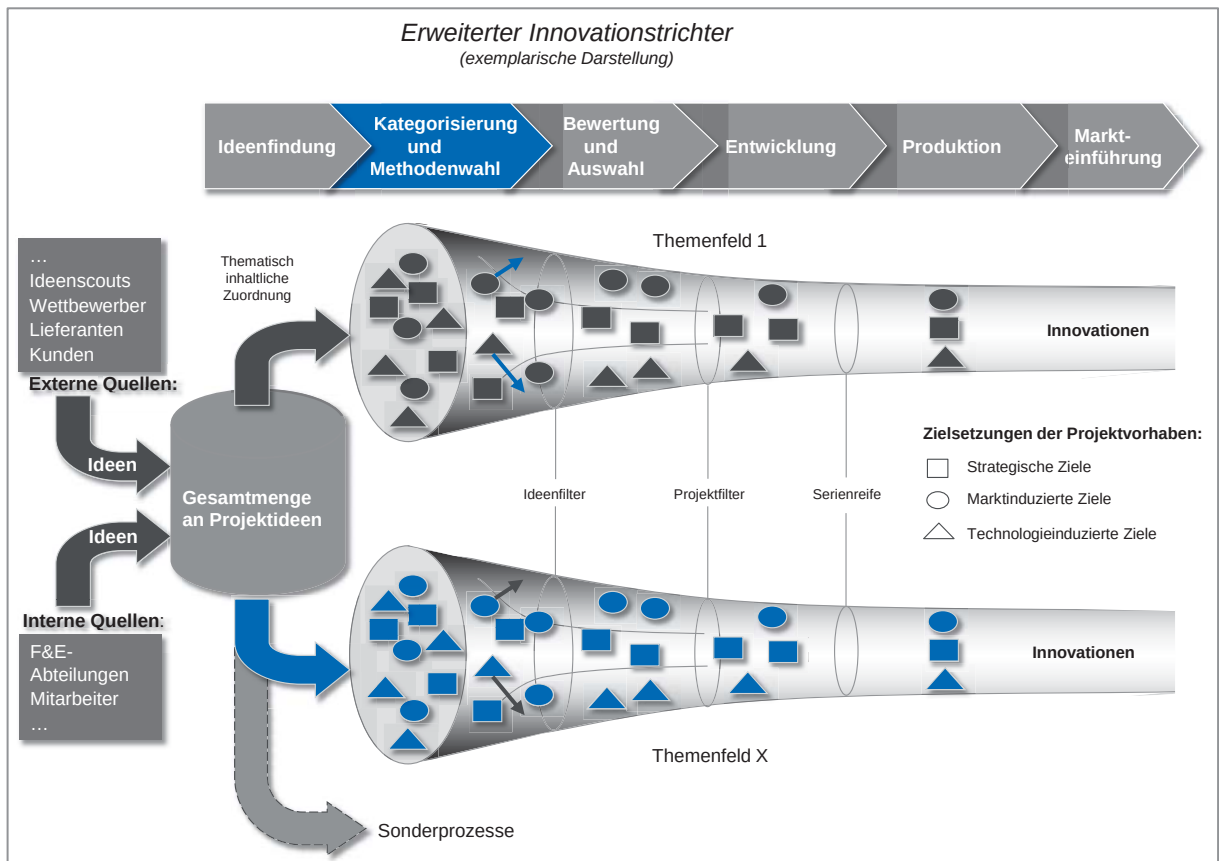


Bild 5-4: Erweiterter Innovationstrichter (eigene Darstellung)

Die definierten Regelabläufe decken einen Großteil der Projektvorhaben ab. In Einzelfällen kann es aber vorkommen, dass Sonderprozesse definiert werden müssen. Bei einem OEM sind Sonderprozesse dann sinnvoll, wenn sich große Auswirkungen auf das Gesamtfahrzeug oder den Herstellungsprozess ergeben würden und zur Realisierung Kompetenzen aus unterschiedlichsten Funktions- und Fachbereichen von Anfang an benötigt werden. Auch bei extrem vernetzten Technologien, wie bei Car-2-X, welche sich nicht ohne Weiteres klar einem Themenfeld zuordnen lassen, muss zunächst geklärt werden, welche Umfänge wo behandelt werden sollen oder ob ein Sonderprozess angebracht ist. Durch möglichst neutral angebundene Innovationsmanager können die Prozesse unterstützt und bei nicht eindeutiger Zuordnung einzelner Projektvorhaben eine Klärung über das weitere Vorgehen herbeigeführt werden.

5.2.3 Bewertung von Ideen und Projektvorhaben in der Vorentwicklung

Während in der Konstruktionsmethodik normalerweise die Bewertung von alternativen technischen Konzepten bzw. Lösungen für ein Problem im Vordergrund steht, ist dies in dieser Arbeit nicht der Fall. Zwar kommt es durchaus vor, dass auch alternative Lösungen in einzelnen Innovationsprojekten bewertet werden müssen, dies geschieht jedoch vorwiegend in den einzelnen Fachbereichen der F&E. Bewertungen sind nicht erst in einer eigenständigen Phase angebracht, sie müssen vielmehr in zielgerichteten Denkprozessen permanent bestehen und angewendet werden (vgl. BROSE 1982, S. 185). Bei klar definierten Innovationszielen und Prozessen finden daher im Vorfeld der Auswahl von Projektvorhaben bereits viele Bewertungen bewusst oder unbewusst statt. Ideen können im Hinblick auf Unternehmensziele,

vorhandene Geschäftsfelder, Firmenkultur und Risikobereitschaft des Topmanagements vom Erfinder der Idee verworfen werden, bevor sie formell dokumentiert und anderen Personen zugänglich gemacht worden sind. Auch bei formulierten Ideen, die von einzelnen oder mehreren Personen als Projektvorhaben gemeldet werden, können bereits eine Bewertung und Auswahl unterschiedlicher technischer Ansätze durch ein oder mehrere Fachleute erfolgt sein. Wenn aus einzelnen Ideen und Vorhaben Projekte werden sollen, werden eine explizite Bewertung und Auswahl erforderlich. Prinzipielle Möglichkeiten zur methodischen Unterstützung wurden bereits in Kapitel 3 erörtert.

In Anbetracht des Projektrisikos und der schwer kalkulierbaren finanziellen Ergebnisse bieten sich semiquantitative Bewertungsverfahren, wie Scoringmodelle, jedoch für die Vorentwicklung besonders an. Diese können im Projektverlauf durch quantitative Verfahren ergänzt werden. In der Praxis sind diese Methoden bereits sehr verbreitet und benötigen daher nur einen geringen Implementierungs- und Schulungsaufwand. Dies ist in größeren Organisationen von Vorteil, da häufig Prozessbeteiligte wechseln oder neu hinzukommen. Durch ihre leichte Anpassbarkeit lassen sich Scoringmodelle auch für unterschiedliche Bewertungs- bzw. Projektkategorien modifizieren. Die Wahl der Kriterien oder der Gewichtung bestimmt maßgeblich darüber, ob die Bewertungsergebnisse die Präferenzen der Entscheidungsträger widerspiegeln. Das prinzipielle Vorgehen einer punktwertbasierten Bewertungsmethode wurde bereits in Kapitel 3.5.1 anhand der Nutzwertanalyse und des „Analytical Hierarchy Process“ erläutert.¹⁰⁴

5.2.4 Genehmigung von Vorentwicklungsprojekten

Die Genehmigung eines VE-Projekts ist mit einer Ressourcenfreigabe verbunden. Wie in Abschnitt 5.1.3 erläutert wurde, können für einzelne Bewertungskategorien Budgetwerte festgelegt werden, ohne dass alle einzelnen Projektvorhaben bereits bekannt sind. Diese Budgets spiegeln dann die Erwartungshaltung und die strategische Bedeutung einer Kategorie wider. Neben den genannten Vorteilen birgt dieses Vorgehen allerdings auch Risiken.

Werden VE-Projekte nur innerhalb definierter Kategorien bewertet, so bilden die Rankingergebnisse auch nur die Eignung von VE-Projekten hinsichtlich der spezifischen Bewertungskriterien der jeweiligen Kategorie ab. Diese getrennte Betrachtung kann dazu führen, dass die einzelnen Rankingergebnisse je Kategorie zwar stimmig sind, es aber auf Ebene des Gesamtportfolios zu einer suboptimalen Lösung kommt. Im Extremfall befinden sich in einer Bewertungskategorie beispielsweise nur schlecht bewertete Projektvorhaben und in einer anderen Kategorien nur sehr gut bewertete Projektvorhaben. Werden vorher festgelegte Budgets nicht mehr infrage gestellt, könnte es nun dazu kommen, dass schlechte Projekte finanziert werden, während gute Projekte abgelehnt werden. Auf Ebene des Gesamtportfolios würde dies zu einer suboptimalen Lösung führen. Möchte man diesem Risiko entgegenwirken, ist die Möglichkeit einer Portfoliokorrektur bzw. Budgetverschiebung vorzusehen.

¹⁰⁴ Für die Erläuterung einer einfachen oder gewichteten Punktbewertung siehe Kapitel 9.8..

5.2.5 Fazit Transformationsprozess

Fasst man die gesamte Phase der Strategietransformation in VE-Projekte zusammen, so stellt diese dar, wie aus Ideen Projekte werden, die mit entsprechenden Ressourcen versorgt werden. Diese Phase findet sich in den meisten Modellen von Innovationsprozessen (vgl. Kapitel 2.2.3 und Kapitel 9.4). Neu ist allerdings der topologische Ansatz zur Kategorisierung von VE-Projekten, welche den Besonderheiten in der automobilen Vorentwicklung zugute kommt. Durch diesen Ansatz wird nicht nur der Umgang mit einer großen Menge heterogener VE-Projekte erleichtert, sondern gleichzeitig auch transparent gemacht, wie viel Ressourcen wirklich zur Verfolgung eigener strategischer Ziele investiert werden. Detaillierte Informationen zu einem unterstützenden Tool, welches ebenfalls im Rahmen dieser Arbeit entwickelt wurde, finden sich in Kapitel 6.1. Dort werden die theoretischen Überlegungen einer Evaluierung in der Praxis unterzogen.

5.3 Produktkonkretisierung: Umsetzung und Umsetzungskontrolle

Die jährliche Überprüfung des Vorentwicklungsportfolios durch die Bewertung und Priorisierung von laufenden Projekten und Projektvorhaben ist für eine Steuerung des Portfolios nicht ausreichend. In Anbetracht der großen Anzahl unterschiedlicher Projekte und des technischen Risikos von VE-Projekten besteht durch die Einführung eines Multiprojektmanagements ein großes Potenzial für OEMs. Zwar ist der Status einzelner VE-Projekte im jeweiligen Fachbereich meist bekannt, doch für Themenfeldmanager, Innovationsmanager und Topmanagement ist dies nicht selbstverständlich. Für andere Geschäftsbereiche wie Vertrieb und Marketing sind der Einblick in das Vorentwicklungsportfolio und ein Überblick über den Reifegrad einzelner VE-Projekte sogar noch schwieriger. Um den Informationsbedarf dieser Bereiche zu befriedigen und ihnen die Möglichkeit zu geben, sich mit ihrem Wissen und ihrer Erfahrung in den Vorentwicklungs- und Innovationsprozess einzubringen, ist Transparenz über das VE-Portfolio erforderlich. Auch für die Themenfeldmanager, die bereits eine größere Anzahl an VE-Projekten zu verantworten und zu steuern haben, ist Transparenz die Grundlage für ein erfolgreiches Projektmanagement.

Hierbei ist es wichtig, dass ein gemeinsames Verständnis über die Reife von VE-Projekten existiert. Im Vorgehensmodell der strategieorientierten Vorentwicklung wird dies durch die Schritte „Detailanalysen“, „Konzeptentwicklung“, „Absicherung“ und „Transfer“ erreicht (vgl. Bild 5-1). Es handelt sich um die Vorentwicklung im engeren Sinn, also um Projekte, die bereits budgetiert wurden und an denen Projektteams oder Abteilungen arbeiten. Durch Interviews und Workshops mit erfahrenen Projektmanagern aus der Vorentwicklung konnten die genannten Schritte identifiziert und weiter inhaltlich konkretisiert werden. Hierbei wurde zwischen obligatorischen, optionalen und individuellen Projekteinhalten unterschieden.

5.3.1 Schritt „Detailanalysen“

Als allgemein verpflichtende Punkte werden die Detaillierung und transparente Dokumentation der Projektziele und der Projekt- und Meilensteinplanung angesehen. Bezüglich der Projektziele stehen der Nutzen für den Endkunden bzw. für das Unternehmen, aber auch für die Eigenschaften des Gesamtfahrzeugs im Vordergrund. Zwar sollten diese Aspekte bereits aus der Bewertungsphase bekannt sein, aber ggf. müssen aufgrund von Budget- und Kapazitätsrestriktionen Anpassungen durchgeführt werden. Dies trifft gleichermaßen für die Projektplanung zu. Die Anpassung der optionalen und individuellen Zwischenmeilensteine und deren Abstimmung mit den Themenfeldern gehören daher auch zu diesem Schritt im Vorgehensmodell. Zusätzlich sind bereits in diesem Schritt die Abteilungen zu informieren, die für eine Umsetzung in der Serienentwicklung verantwortlich sind. Durch eine frühzeitige Kommunikation der Projektziele und Terminpläne soll die spätere Übergabe – falls keine durchgängige Projektverantwortung möglich ist – erleichtert werden.

Markt- und Wettbewerbsanalysen erhöhen die Wahrscheinlichkeit der Differenzierung durch einzigartige Produktvorteile. Sie sind für viele VE-Projekte zu Beginn sinnvoll. Dies trifft ebenso auf Technologie-Screenings zu, durch welche geeignete technische Lösungsvarianten identifiziert werden sollen. Besteht eine hohe Unsicherheit hinsichtlich der technischen Umsetzbarkeit können zunächst einmal prinzipielle Machbarkeitsstudien durchgeführt werden. Die zuletzt genannten Analysen und Studien sind nicht generell verpflichtend, da sie von der Kompetenz und vom Wissensstand der jeweiligen Projektleiter abhängen. Aufgrund individuellen Expertenwissens, Informationen aus Fachkongressen oder über Kontakte zu Zulieferern sind teilweise recht fundierte Einschätzungen über Markt- und Wettbewerbsaktivitäten möglich, ohne dass hierfür eine explizite Studie nötig wäre. Ähnliches gilt bei vielen Projektleitern auch im Hinblick auf mögliche Entwicklungspartner und die aktuelle Schutzrechtsituation. Da die genannten Punkte aber insbesondere für unerfahrene Projektleiter hohe Erfolgsrelevanz besitzen, sollten sie explizit als sinnvolle, aber optionale Tätigkeiten für den ersten Schritt der Vorentwicklung im engeren Sinne dokumentiert werden.

5.3.2 Schritt „Konzeptentwicklung“

Zu den verpflichtenden Tätigkeiten bei der Konzeptentwicklung eines VE-Projekts zählt die Entwicklung eines erlebbaren Prototyps oder Demonstrators. Die konkrete Form ist dabei unerheblich. Das Spektrum kann von 3-D-Visualisierungen über Bauteilexponate bis hin zu kompletten Fahrzeugaufbauten reichen. Die Zielsetzung für diese Prototypen ist, den Nutzen der Innovationsidee möglichst authentisch zu vermitteln und so einen größeren und ggf. fachfremden Personenkreis von einer Innovationsidee zu überzeugen. Auf diese Weise können Promotoren gewonnen werden, um Hürden im Innovationsprozess leichter zu überwinden. Da für die Prototypen und Demonstratoren bereits ein oder ggf. auch mehrere Lösungswege erarbeitet wurden, können auch erste realistische Eigenschafts-, Kosten- und Gewichtsprognosen erstellt werden. Dies ist insofern wichtig, da letztendlich der Einfluss des Projekts auf die Eigenschaften des Gesamtfahrzeugs bekannt sein muss und der Kunde in erster Linie dieses als Produkt beurteilt. Wie bereits im vorangegangenen Prozessschritt, ist eine Einbindung der späteren Serienentwickler vorgesehen. Der favorisierte technische Lösungsansatz wird nun mit den verantwortlichen Serienentwicklern besprochen. So können Erkenntnisse aus der Se-

rienentwicklung (wie z. B. zur montagegerechten Produktgestaltung) in das VE-Projekt einfließen. Die Serienentwickler werden außerdem schrittweise immer stärker in das VE-Projekt eingebunden, was die Wahrscheinlichkeit einer späteren Ablehnung reduziert und Informationsbrüchen vorbeugt.

Je nach VE-Projekt werden in diesem Prozessschritt auch konstruktive, simulative und berechnete Ergebnisse erzielt. Bei alternativen Lösungsvorschlägen kann auch die Durchführung eines Konzeptwettbewerbs sinnvoll sein, bei dem mehrere Konzepte verglichen werden und nur das aussichtsreichste Konzept weiterverfolgt wird. Um die spätere Integration in das Gesamtfahrzeug zu erleichtern, können auch erste Überlegungen bzgl. Package und Verbauort sowie zur Energiebilanz im Rahmen der Vorentwicklung angestellt werden. Gerade bei Funktionen, die den zukünftigen Kunden noch unbekannt sind, ist auch eine frühzeitige Einbindung von Marketing und Vertrieb empfehlenswert, damit nicht am Kunden vorbeientwickelt und rechtzeitig eine geeignete Kommunikationsstrategie für eine Innovation angestoßen wird.¹⁰⁵ Des Weiteren besteht so zusätzlich die Möglichkeit frühzeitig Themen für die Eigenschaftsprofilierung von möglichen Zielfahrzeugen zu identifizieren. Vorentwicklungsaktivitäten können dann bereits auf spezielle Fahrzeugklassen hin optimiert werden.

5.3.3 Schritt „Absicherung“

Da die Vorentwicklung auch zur Risikominderung in der Serienentwicklung dient, sind die Absicherung und Erprobung sehr wichtig für VE-Projekte. Sie müssen unbedingt in enger Abstimmung mit den Fachexperten der Serienentwicklung erfolgen. Damit ein späterer Transfer in ein Fahrzeugprojekt möglich ist, muss eine detaillierte Kosten-¹⁰⁶ und Gewichtungsbewertung erfolgen. Für Fahrzeugprojekte existieren genau festgelegte Kosten- und Gewichtstargets, weshalb entsprechende Informationen für einzelne VE-Projekte eine wichtige Entscheidungsgrundlage darstellen. Spätestens im Rahmen der Absicherung sind auch die Schutzmöglichkeiten, z. B. durch Patentierung, zu klären und umzusetzen. Gerade bei neuen Technologien bietet es sich aber bereits im Rahmen der Detailanalysen oder der Konzeptentwicklung an, erste Ideen möglichst frühzeitig schützen zu lassen. Hierbei können Patentworkshops mit Patentanwälten und Fachleuten aus der Entwicklung hilfreich sein, um eigene Ideen zu schützen, aber auch um alternative Lösungswege durch sogenannte Sperrpatente für Wettbewerber zu erschweren. Inzwischen sind die Serienpartner bereits aktiv gefordert, ihr Know-how einzubringen, um spätere Umsetzungsrisiken weiter zu minimieren.

Häufige Tätigkeiten, die je nach Projekt hier empfehlenswert sind, stellen die in der Fahrzeugentwicklung üblichen Test- und Erprobungsversuche dar. Neben den klassischen Fahrversuchen handelt es sich hierbei etwa um Temperatur-, Akustik-, Feuchtigkeits-, EMV- und Erschütterungstests. Des Weiteren können auch Themen wie Verschmutzung, Korrosion, Werkstoffbeständigkeit etc. für einzelne VE-Projekte nötig sein.

¹⁰⁵ Die Unternehmensberatung OLIVER WYMAN kritisiert, dass mehr als die Hälfte des eingesetzten Forschungs- und Entwicklungsbudgets der Automobilindustrie vom Kunden nicht honoriert wird. Außerdem existieren gravierende Defizite bei der Kommunikation von automobilen Innovationen an den Kunden (vgl. WYMAN 2007).

¹⁰⁶ Für Methoden zur Wirtschaftlichkeitsberechnung siehe auch Kapitel 3.5.2.

Neben diesen Arten der Funktions- und Qualitätsabsicherung stellen Akzeptanztests mit Kunden eine weitere Erprobungsmöglichkeit dar. Je nach Projekt kann es für den Innovationserfolg auch sinnvoll sein, dass in diesem Schritt bereits ein Montagekonzept abgestimmt wird, um im Rahmen der Serienentwicklung das Produktkonzept daraufhin zu optimieren. Durch Einbindung der Beschaffung können zu diesem Zeitpunkt bereits geeignete Serienlieferanten vorausgewählt werden.

5.3.4 Schritt „Transfer“

Den letzten Schritt eines VE-Projekts stellt der Transfer in die Serienentwicklung dar. Hier soll ein reibungsloser Transfer in die Serienentwicklung gewährleistet und entsprechende Entscheidungen unterstützt werden. Allerdings spielt auch das Thema „lessons learned“ eine wichtige Rolle in diesem Schritt. Wichtige Erfahrungen und Erkenntnisse des Projektteams sollen auch für Nachfolgeprojekte und unerfahrene Projektleiter mit ähnlichen Themen zur Verfügung stehen. Eine Projektdokumentation, inklusive der identifizierten Projektrisiken, ist für die meisten Projekte zu empfehlen. Grundlegend ist in diesem Schritt auch die Erstellung einer technischen Produktbeschreibung, aus welcher das spätere Lastenheft¹⁰⁷ abgeleitet wird. Vor der eigentlichen Übergabe an die Serienentwicklung ist die notwendige Entscheidung im Rahmen eines Fahrzeugprojekts vorzubereiten und ein Projektabschlussbericht zu erstellen.

Je nach Projekt und organisatorischen Rahmenbedingungen können auch die Erstellung des Lastenhefts, die Bewertung von Lieferanten- und Entwicklungspartnern sowie eine Abstimmung einer Einbaulösung für das relevante Fahrzeug noch Bestandteil eines VE-Projekts sein.

5.3.5 Fazit Produktkonkretisierung

Es gibt obligatorische Tätigkeiten, die für alle Projekte verpflichtend sind. Die optionalen Tätigkeiten sind zwar nicht für jedes Projekt verpflichtend, werden jedoch explizit für alle Projekte zu Auswahl angeboten, da sie für viele Projektplanungen relevant sind. Bei individuellen Tätigkeiten gibt es hingegen keine expliziten Vorgaben. Sie werden zwischen Themenfeldmanagement und Projektleiter speziell für ein Projekt festgelegt.

In Bild 5–5 werden die konkreten Inhalte der Phase „Produktkonkretisierung“ noch einmal übersichtlich dargestellt und zusammengefasst.

¹⁰⁷ Durch ein Lastenheft dokumentiert der Auftraggeber seine Anforderungen an die Lieferungen und Leistungen, die vom Auftragnehmer zu erbringen sind. Damit dient es auch als Grundlage, um vergleichbare Angebote einholen zu können.



Bild 5-5: Modell der Vorentwicklung im engeren Sinn und zugeordnete Meilensteine (eigene Darstellung)

In der Darstellung sieht man die Zuordnung der obligatorischen, der optionalen und der individuellen Tätigkeiten zu den einzelnen Schritten, die ein VE-Projekt zu durchlaufen hat.

In der Phase der Produktkonkretisierung stellt der Prozessschritt des „Transfers“ eine weitere Besonderheit des Vorgehensmodells dar, welcher nur bei mehrstufigen Entwicklungsprozessen sinnvoll ist. Durch die Trennung von Vor- und Serienentwicklung ist dies bei der Automobilentwicklung typischerweise der Fall. Im nachfolgenden Kapitel wird die gesamte Phase der Produktkonkretisierung jedoch noch ausführlicher diskutiert, da für die Anwendung in der Praxis einige interessante Lösungsansätze und Tools erarbeitet wurden, um sowohl den Projektverantwortlichen einzelner VE-Projekte als auch Multiprojektmanagern eine bessere Steuerung ihrer VE-Projekte zu ermöglichen.

6 Evaluierung

Gemäß dem angewandten Forschungsprozess ist das entwickelte Vorgehensmodell hinsichtlich seiner Eignung kritisch zu evaluieren. Im folgenden Kapitel geschieht dies am Beispiel des kooperierenden OEMs. Entsprechend den Schwerpunkten dieser Arbeit stehen auch bei der Evaluierung die Genehmigung und Steuerung von VE-Projekten im Vordergrund. Die Schaffung strategischer Rahmenbedingungen wird daher nicht explizit evaluiert. Als Eingangsgröße für die anschließenden Phasen wird daher auf die zum Zeitpunkt der Evaluierung verfügbaren strategischen Ziele und Rahmenbedingungen zurückgegriffen.

6.1 Anwendung in der Praxis

Um eine Anwendung des Vorgehensmodells in der Praxis zu erleichtern, werden nachfolgend die Erfahrungen sowie die im Rahmen des Kooperationsprojekts entwickelten Tools vorgestellt, die eine strategieorientierte Vorentwicklung unterstützen. Außerdem werden kritische Punkte, die in der Praxis aufgetreten sind, näher beleuchtet und analysiert.

6.1.1 Kategorisierung, Bewertung und Auswahl von Projektvorhaben

Der erste Schritt der Kategorisierung beim betrachteten OEM bestand in der thematisch-inhaltlichen Zuordnung neuer Projektvorhaben zu den Themenfeldern der Vorentwicklung. Die Zuordnung zu den definierten Themenfeldern war in den meisten Fällen eindeutig und ohne Probleme möglich. Nur in Ausnahmefällen, z. B. bei extrem vernetzten und funktionsübergreifenden Projektvorhaben, wurde das Innovationsmanagement mit der Klärung der Zuordnung beauftragt.

Aufbauend auf die theoretischen Erkenntnisse und die praktischen Erfahrungen wurde ein prototypisches Bewertungstool auf Basis von MS Excel erstellt. Dieses ermöglichte eine schnelle Auswertung und Visualisierung der Bewertungsergebnisse, unterstützte den Prozessablauf und sorgte für eine einheitliche Dokumentation der Ergebnisse. Das Tool wurde den Themenfeldmanagern optional zur Verfügung gestellt. Die Erfahrungen aus dem prototypischen Tool sollten als Entscheidungsgrundlage für eine spätere serverbasierte Softwarelösung dienen.

Exemplarisch werden an dieser Stelle das Vorgehen und die Erfahrungen eines Themenfelds mit dem Bewertungstool beschrieben. Der schematische Aufbau des Tools ist in Bild 6-1 beispielhaft dargestellt.

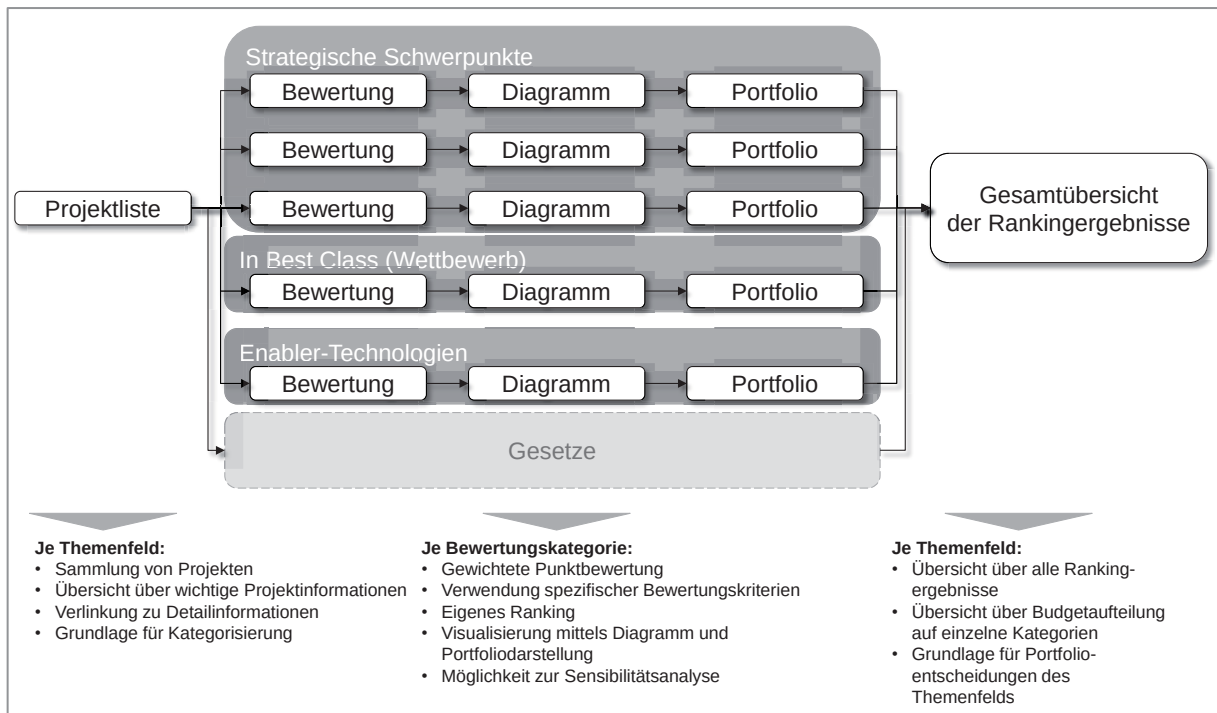


Bild 6-1: Schematischer Aufbau des Bewertungstools (eigene Darstellung)

Alle Projekte und Projektvorhaben, die dem Themenfeld zugeordnet wurden, wurden in einer eigenen Registerkarte namens „Projektliste“ eingetragen. Ziel dieser Registerkarte war, die weitere Kategorisierung übersichtlich zu ermöglichen. Aus diesem Grund wurden die wichtigsten Informationen eines VE-Projekts in tabellarischer Form in dieser Registerkarte bereits vorausgefüllt:

- Projekttitel
- Budgetbedarf
- Ansprechpartner
- Einschätzung der Technologieposition aus Sicht des Ideengebers
- Fahrzeugeigenschaften, die durch das VE-Projekt beeinflusst werden
- Fahrzeugprojekte für einen möglichen Ersteinsatz

Zusätzlich wurde eine Verlinkung zu weiteren Detailinformationen integriert, um kurzfristig und schnell auf zusätzliche Informationen, wie etwa einen detaillierten Budget- und Projektplan, zugreifen zu können.

Die Liste stellte die Basis für den nächsten Schritt der Kategorisierung der Projektvorhaben dar, also die Zuordnung zu einem strategischen Schwerpunkt, zur Kategorie „In Best Class“ bzw. „Enabler-Technologie“. Diese Form der Zuordnung stellt die Motivation für das Projektvorhaben in den Vordergrund. Soll ein Projekt durchgeführt werden, um eigene strategische Ziele zu erreichen? Oder soll ein Projekt durchgeführt werden, weil man auf Aktionen des Wettbewerbs reagieren will, um Produktnachteilen oder Imageverlusten vorzubeugen? Die letzte Kategorie „Enabler-Technologien“ dient für Projekte, die zunächst keinen direkten Kundennutzen generieren, aber für den weiteren technologischen Fortschritt im Fahrzeug – früher oder später – von Bedeutung sein könnten.

Auf Basis der Informationen über die einzelnen Projektvorhaben konnte die Zuordnung entweder im Vorfeld der Bewertung oder aber auch direkt bei einem Bewertungsmeeting durch das Themenfeldmanagement durchgeführt werden. Durch die Betätigung eines Makros konnten alle Projekte, die einer Kategorie zugeordnet wurden, sowie die Verlinkung zu weiteren Detailinformationen sofort auf die entsprechenden Registerkarten zur weiteren kategoriespezifischen Bewertung übertragen werden. In Bild 6-2 wird ein Ausschnitt aus der Registerkarte „Projektliste“ gezeigt.

Hinweise zur Bedienung:

Schritt 1: Füllen Sie die Felder "Themenfeld", "Thema", etc. mit Ihren Daten

Schritt 2: Ordnen Sie Ihre einzelnen Projektvorschläge mittels der CheckBoxen den verschiedenen Rubriken zu:

- Strategischen Schwerpunkte
- In Best Class
- Enabler-Technologien

Schritt 3: Klicken Sie das entsprechende Steuerelement "Hier klicken, um Daten für die Bewertung zu übernehmen"

Themenfeld	Ggf. EA-Nr.	Thema	Budgetbedarf 2008 in T€	Link zur Innovationskizze	Hier klicken, um Daten für die Bewertung zu übernehmen?				Ansprechpartner		
					Strategischer Schwerpunkt 1	Strategischer Schwerpunkt 2	Strategischer Schwerpunkt 3	In Best Class	Enabler-Technologien	Name	Bereich
Fahrzeugsicherheit	neu	Projekt A	1.000	Projekt A	☐	☐	☐	☐	☐		
Fahrzeugsicherheit	neu	Projekt B	978	Projekt B	☐	☐	☐	☐	☐		
Fahrzeugsicherheit	neu	Projekt C	463	Projekt C	☐	☐	☐	☐	☐		
Fahrzeugsicherheit	neu	Projekt D	230	Projekt D	☐	☐	☐	☐	☐		
Fahrzeugsicherheit	neu	Projekt E	978	Projekt E	☐	☐	☐	☐	☐		
Fahrzeugsicherheit	neu	Projekt F	328	Projekt F	☐	☐	☐	☐	☐		
Fahrzeugsicherheit	neu	Projekt G	288	Projekt G	☐	☐	☐	☐	☐		
Fahrzeugsicherheit	neu	Projekt H	555	Projekt H	☐	☐	☐	☐	☐		
Fahrzeugsicherheit	neu	Projekt I	378	Projekt I	☐	☐	☐	☐	☐		
Fahrzeugsicherheit	neu	Projekt J	2.436	Projekt J	☐	☐	☐	☐	☐		
Fahrzeugsicherheit	neu	Projekt K	258	Projekt K	☐	☐	☐	☐	☐		
Fahrzeugsicherheit	neu	Projekt L	469	Projekt L	☐	☐	☐	☐	☐		
Fahrzeugsicherheit	neu	Projekt M	500	Projekt M	☐	☐	☐	☐	☐		

Bild 6-2: Bewertungstool – Ausschnitt aus der Registerkarte „Projektliste“ (eigene Darstellung)

Die Durchführung der Kategorisierung war, bis auf Einzelfälle, unkompliziert und ohne längere Diskussionen möglich. Einen Klärungsbedarf gab es nur bei Projektvorhaben, die sowohl zur Erreichung strategischer Ziele nötig, aber auch aus Wettbewerbsgründen durchzuführen waren. Man einigte sich, solche Fälle dem jeweiligen strategischen Schwerpunkt zuzuordnen.

In Kapitel 3 wurden bereits diverse Methoden vorgestellt, die den nächsten Schritt der Bewertung unterstützen. Aufgrund der Erfahrungen der bisherigen VE-Projektbewertung des OEMs sowie durch geführte Interviews mit ausgewählten Themenfeldleitern konnten folgende Rahmenbedingungen für eine VE-Projektbewertung identifiziert werden:

- Für die Themenfeldmanager ist ein mehrdimensionales Zielsystem nötig, um ihre Präferenzen abzubilden.
- Der Anspruch an Vorentwicklungsziele wird meist im Vergleich zu Wettbewerbern ausgedrückt, also ob ein Produkt dem Wettbewerb überlegen, ebenbürtig oder unterlegen ist.
- Die Anzahl der zu bewertenden Objekte liegt pro Themenfeld zwischen 10 und 50 Bewertungsobjekten.
- Der Reifegrad schwankt von groben Ideen über Projektvorhaben mit ersten Vorarbeiten bis hin zu bereits fortgeschrittenen VE-Projekten.

- Die Bewertung und Auswahl erfolgt im Vorfeld eines jährlichen Budgetierungsprozesses und bildet die Basis zur Budgetvergabe.
- Die einzelnen Projektvorhaben und Projekte der Vorentwicklung bedeuten für das Unternehmen im Verhältnis zu einem Fahrzeugprojekt nur ein relativ geringes finanzielles Risiko. Es wird eher das Risiko gesehen, dass einzelne technologische Entwicklungen verpasst werden und Wettbewerbsprodukte dadurch Vorteile erzielen könnten.
- Als Kunden gelten meist Endkunden, also zukünftige Fahrzeugbesitzer. Bei einem Themenfeld wird jedoch auch die Produktion als Kunde oder sogar als Partner betrachtet, da die Produzierbarkeit für dieses Themenfeld eine Schlüsselrolle besitzt.
- Konkurrierende Lösungsvorschläge mit gleicher Zielsetzung werden meist vor dem Projektantrag innerhalb der Fachabteilung des Ideengebers vorausgewählt. Ein kleiner Anteil des gesamten Vorentwicklungsbudgets steht den Fachbereichen exklusiv zur Verfügung, um eigene Ideen so weit zu entwickeln, dass sie eine ausreichende Reife für die Bewertung in einem Themenfeld besitzen. Ebenso können Fachbereiche Technologien fördern, von denen sie selbst überzeugt sind (Technology Push). In der Regel wird der aussichtsreichste Lösungsweg für die Bewertung in einem Themenfeld angemeldet, um das Budget des Fachbereichs zu entlasten. Manche Ideen werden jedoch auch ohne konkrete Vorstellung einer technischen Lösung zur Bewertung angemeldet. In den frühen Phasen der Vorentwicklung werden dann teilweise mehrere Lösungswege parallel verfolgt, um zeitsparend Ergebnisse zu erzielen.
- Alle Projekte sollen inhaltlich besprochen werden. Ziel ist es, ein adäquates VE-Portfolio für jedes Themenfeld zu gestalten.
- Die Bewertung selbst soll in einer Gruppe erfolgen, bei der teilweise auf Experten aus anderen Fachdisziplinen wie Marketing, Produktion und Modellreihe zurückgegriffen wird. Die finale Entscheidung über die Bewertung liegt beim Themenfeldmanagement.
- Die Budgetierung soll im Nachgang der Bewertung erfolgen. Es gibt unterschiedliche, vom Innovationsmanagement vorgegebene „strategische Budgettöpfe“. Als Vorgabe sollen mindestens 60 Prozent des Budgets in die unterschiedlichen strategischen Schwerpunkte investiert werden. Für Enabler-Technologien und Gesetzesthemen gibt es Maximalwerte. Ebenso wird durch das Innovationsmanagement ein grober Planungsrahmen für die einzelnen Themenfelder vorgegeben.
- Die Abstimmung des Budgetvergabevorschlags für das gesamte VE-Projektportfolio soll nach der Bewertung und Priorisierung der einzelnen Themenfelder in einem gemeinsamen Workshop erfolgen.
- Es gibt Richtwerte für den Budgetbedarf einzelner Projektvorhaben. Klein- und Kleinstprojekte sind über das jeweilige Fachbereichsbudget abzudecken. Ab einem gewissen Budgetbedarf sollen Projekte mit dem Innovationsmanagement besprochen werden.

In Abstimmung mit den Mitarbeitern aus dem Innovationsmanagement, welche das Zusammenspiel der Themenfelder koordinieren und den Budgetvergabeprozess steuern, wurde als Basis für die Projektbewertung eine gewichtete Punktbewertung festgelegt. Insbesondere die Anforderungen der Themenfeldmanager (z. B. ein geringer Aufwand der Durchführung, schnelle Nachvollziehbarkeit der Bewertungsergebnisse und Vertrautheit im Umgang mit der Methode) waren ausschlaggebend für die Wahl eines Scoringmodells. Ggf. sollten Ergebnisse aus qualitativen Bewertungsverfahren mit in das Scoringmodell einfließen. Investitionsrechnungen für alle Projektvorhaben wurden aufgrund der hohen Unsicherheit in den frühen Phasen abgelehnt. Beim Start von VE-Projekten war für die Themenfeldmanager eine erste Experteneinschätzung des wirtschaftlichen Potenzials ausreichend. Im Sinne der Innovationsfähigkeit sollten VE-Projekte außerdem nicht voreilig „totgerechnet“ werden. Im späteren VE-Projektverlauf, insbesondere wenn ein Transfer in konkrete Fahrzeugprojekte absehbar war, erforderten die Entscheidungsprozesse des Unternehmens ohnehin detaillierte Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen für einzelne Fahrzeuge. Die Einstellung der Themenfeldmanager, viele Projekte nicht voreilig abbrechen und den Projekttrichter damit nicht zu schnell verengen zu wollen, stellt aber auch ein Spannungsfeld für das Portfoliomanagement dar. Auf viele Projekte zu setzen und Entscheidungen über Projektabbrüche möglichst spät zu treffen, erhöht die Entscheidungssicherheit und vermindert damit das Risiko, Projekte zu Unrecht abzulehnen oder abzubrechen.

Zusätzlich befanden sich die Themenfeldmanager in einer Doppelfunktion in Ihrem Funktionsbereich und waren daher bei ihren Entscheidungen auch dem Druck ihrer disziplinarischen Vorgesetzten ausgesetzt (vgl. hierzu auch BADKE-SCHAUB 2004, S. 167). Andererseits besteht aber die Gefahr, dass man zu viele Projekte gleichzeitig verfolgen möchte, die Ressourcen dafür aber eigentlich nicht ausreichen. Als Ergebnis könnten sich die Produktentwicklungszyklen verlängern, die Entwicklungsqualität abnehmen, sich der Fremdleistungsanteil erhöhen oder sich die Leistung der Produkte verschlechtern (vgl. hierzu auch COOPER et al. 1999, S. 335). Selektions- und Priorisierungsmethoden können zwar zur Steigerung der Entwicklungseffektivität einen wichtigen Beitrag leisten (vgl. WILDEMAN 2006, S. 90), aber eine objektive Durchführung ist in der Praxis aufgrund vielfältiger Interessen nicht immer ohne Weiteres möglich.

Das Vorgehen, zunächst auf ein analytisches Verfahren zu setzen und später Investitionsrechnungen ergänzend hinzuzunehmen und ggf. unterstützend qualitative Verfahren einzusetzen, schien aufgrund der Rahmenbedingungen und der Erfahrungen aus dem bisherigen VE-Portfolio der vielversprechendste Ansatz (vgl. auch SPECHT et al. 2002, S. 232).

Zusätzlich sollten die Bewertungsergebnisse visuell unterstützt werden, um die Konsequenzen für das jeweilige Themenfeldportfolio besser und schneller erfassen und Entscheidungen zugunsten des Portfolios korrigieren zu können. Die Bewertungsergebnisse aus dem Punktbewertungsverfahren sollten somit als Grundlage für eine Diskussion über den richtigen Portfoliomix dienen.

Je nachdem, welcher Kategorie ein Projektvorhaben zugeordnet wird, wird es an eine Registerkarte übergeben. Im nächsten Schritt wird es mit einem spezifischen Kriterienset durch ein Punktbewertungsverfahren im Vergleich zu anderen Vorhaben derselben Kategorie bewertet. In Bild 6-3 wird die Registerkarte für einen strategischen Schwerpunkt dargestellt:

Hinweise zur Bewertung:

Schritt 1: Legen Sie für Ihr Themenfeld die Gewichtung fest (Durch Gewichtung 0 wird das Bewertungskriterium komplett vernachlässigt)

Schritt 2: Bewerten Sie die einzelnen Themen (Um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, wählen Sie die Bewertungsskala 1-3-7)

Schritt 3: Sortieren Sie anschließend nach Rang (Schaltfläche anklicken)

Schritt 4: Wechseln Sie anschließend zur Diagramm-Ansicht und Portfolio-Ansicht, um die Ergebnisse zu diskutieren und ggf. eine Sensitivitätsanalyse durch Veränderung der Gewichtung durchzuführen

Beitrag zur Strategie

Kundenbegeisterung/Emotionalität

Wettbewerbsdifferenzierung

Projektrealisierbarkeit

Wirtschaftliches Potenzial

Festgelegte Kriterien
(spezifisch für Themenfeld und Kategorie)

Nach Rang sortieren

Thema	Link	Gewichtung	8	9	7	7	7	Gesamtpunktzahl	Rang	Budgetbedarf	USP	Bemerkungen
Projekt A			8	9	7	7	7	244	1		735	Differenzierung zu F&S
Projekt B			7	7	7	7	7	237	2		1045	■
Projekt C			7	7	7	7	7	233	3		1810	■
Projekt D			6	7	7	7	7	204				
Projekt E			7	7	7	7	7	193				
Projekt F			7	7	7	7	7	192				
Projekt G			7	7	7	7	7	191				
Projekt H			7	7	6	7	7	190	8		950	
Projekt I			7	7	7	7	7	189	9		220	■
Projekt J			7	7	7	7	7	185	10		430	Designvariant
Projekt K			7	7	7	7	7	184	11		250	
Projekt L			7	6	7	7	7	174	12		1125	
Projekt M			7	7	7	7	7	167				
Projekt N			1	7	7	7	7	122				

Festlegung der Gewichtung

Sortierung nach Gesamtpunktzahl

Eingabefelder zur Punktwerte

Bild 6-3: Bewertungstool – Ausschnitt der Registerkarte „Bewertung“ (eigene Darstellung)

Die zentralen Bewertungskriterien wurden bereits im Vorfeld in Abstimmung mit den Themenfeldmanagern für die einzelnen Kategorien festgelegt. Im dargestellten Beispiel handelte es sich um die Bewertungskategorie eines strategischen Schwerpunkts, dem bereits mehrere Projektvorhaben zugeordnet wurden. Die gewählten Bewertungskriterien sollen die Bedeutung eines Projektvorhabens zur Erreichung eines strategischen Ziels und die Begeisterung von Endkunden bei gleichzeitiger Differenzierung von Wettbewerbern beurteilen. Außerdem sind in einem absehbaren Zeitraum die technische Machbarkeit nachzuweisen und das wirtschaftliche Potenzial für Fahrzeugprojekte darzustellen. Als Kriterien wurden daher „Beitrag zur Strategie“, „Kundenbegeisterung/Emotionalität“, „Wettbewerbsdifferenzierung“, „Projektrealisierbarkeit“ und „Wirtschaftlichkeit“ festgelegt. Für einzelne Punktwerte wurden exemplarische Beispiele hinterlegt, um die zu vergebenden Punkte besser einschätzen zu können. Außerdem wurde auf Besonderheiten wie Ausschlusskriterien hingewiesen. Bspw. führte eine Bewertung mit null Punkten beim Kriterium „Beitrag zur Strategie“ automatisch zum Ausschluss des Projektvorhabens, da entweder eine falsche Kategorie verwendet wurde oder der Beitrag zur Erreichung des gewählten strategischen Zieles zu vernachlässigen war. Als Bewertungsschema wurde ein nicht linearer Ansatz mit den Bewertungsstufen 0-1-3-7 gewählt, um einer Tendenz zu einer mittelmäßigen, „neutralen“ Bewertung vorzubeugen und überdurchschnittliche Projektvorhaben stärker hervorzuheben.¹⁰⁸ Um ein eindeutiges Ranking zu ermöglichen, konnte bei gleich platzierten Projektvorhaben auch andere Werte als 1-3-7 vergeben werden.

Welche Projektvorhaben das Potenzial für eine „Unique Selling Proposition“ (vgl. Kapitel 3.3) haben, wird anhand der beiden Kriterien „Kundenbegeisterung/Emotionalität“ und „Wettbewerbsdifferenzierung“ beurteilt. Eine Topbewertung bei beiden Kriterien markiert das Projektvorhaben automatisch als mögliches USP-Projekt.

Für die Bewertungskategorie „In Best Class“ konzentrieren sich die Bewertungskriterien auf die Faktoren „Kundenrelevanz“, „Wettbewerbsdruck“ und „Wirtschaftlichkeit“. Projektvorhaben, die nicht der Verwirklichung eigener strategischer Ziele dienen, sollten nur dann aus Wettbewerbsgründen realisiert werden, wenn das Thema für Kunden oder mögliche Kunden

¹⁰⁸ Üblicherweise wird als nicht lineares Bewertungsschema das 0-1-3-9-Schema verwendet (vgl. z. B. RESKE 2002, S. 39). In Abstimmung mit den Themenfeldmanagern wurde aber auf eine solche exponentielle Aufteilung verzichtet, da die Unterscheidung zwischen 3 und 9 als zu stark empfunden wurde.

eine hohe Relevanz und damit einen Kaufgrund darstellt. Oder anders ausgedrückt: Das Fehlen eines solchen Produktmerkmals stellt einen Nichtkaufgrund dar. Der Wettbewerbsdruck steigt besonders dann, wenn ein oder mehrere Kernwettbewerber ein solches Angebot machen können. Gerade bei Sicherheitstechnologien spielt die Kategorie „In Best Class“ daher eine besondere Rolle. Im Hinblick auf die Sicherheit der Insassen möchte kein OEM bei Vergleichstests negativ auffallen. Für viele Kunden stellt die Sicherheit eines Fahrzeugs einen Hygienefaktor dar. So entwickelten sich ABS-Systeme, Airbags und ESP schnell zu obligatorischen Komponenten.

Die letzte Bewertungskategorie, „Enabler-Technologie“, beschränkt sich auf die zwei Kriterien „Anwendungspotenzial“ und „Technologiepotenzial“. Unter dem Anwendungspotenzial wird die Bedeutung eines Projektvorhabens für die Erreichung strategischer Ziele verstanden. Im Sinne einer Entwicklungsroadmap sollen hier insbesondere die Themen identifiziert werden, die als Grundlage für weitere, strategisch bedeutende VE-Projekte anzusehen sind. Auch das Technologiepotenzial (vgl. Kapitel 2.1.2) gilt hier als wesentliches Kriterium. Gerade Technologien, bei denen noch viel Leistungspotenzial vorhanden und ein eigener Know-how-Aufbau daher sinnvoll ist, sind entsprechend zu priorisieren. Bei der Entwicklung von Elektrofahrzeugen stellen Batterie- oder Brennstoffzellen-Technologien z. B. Technologiefelder dar, denen langfristig ein entsprechendes Zukunftspotenzial zugetraut wird.

Gesetzesthemen wurden aus der eigentlichen Bewertung herausgenommen. Vielmehr sind solche Themen separat zu besprechen und im Einzelfall zu prüfen. Bei eindeutiger Gesetzeslage sind die notwendigen Entwicklungsaktivitäten im Rahmen der Serienentwicklung des Fahrzeugprojekts durchzuführen, welches als Erstes von dem neuen Gesetz betroffen ist.

Bei der Durchführung der Punktbewertung in dem analysierten Themenfeld konnte zunächst festgestellt werden, dass die Möglichkeit der Gewichtung der Kriterien nicht genutzt wurde, da allen Kriterien eine ähnliche Bedeutung zugebilligt wurde. Es handelte sich daher um eine einfache Punktbewertung mit der Option, anschließend durch eine Sensibilitätsanalyse Auswirkungen einer unterschiedlichen Kriteriengewichtung aufzuzeigen. Neben den Themenfeldmanagern waren jeweils Vertreter aus der Modellreihe und dem Produktmarketing anwesend. Aufgrund des geringen Einflusses der VE-Projekte des Themenfelds auf den Produktionsablauf konnte auf Vertreter aus dem Produktionsbereich verzichtet werden. Die Punktvergabe erfolgte jeweils nach einer kurzen Diskussion, wobei die finale Entscheidung beim Themenfeldmanagement lag. Nur bei gravierend abweichenden Meinungen wurden längere Diskussionen geführt. Die Bewertung in getrennten Kategorien wurde dabei positiv aufgenommen, da die Vergleichbarkeit der Projekte deutlich vereinfacht wurde und Grundsatzdiskussionen reduziert werden konnten (vgl. im Gegensatz hierzu das Fallbeispiel in Kapitel 4.2.1). Das Ziel, solche Grundsatzdiskussionen von der Bewertung einzelner VE-Projektvorhaben zu trennen und im Rahmen einer Diskussion über den richtigen Projektmix zu führen, konnte durch die Kategorisierung erreicht werden. Hierdurch konnten sich die Teilnehmer auf die fachlich-inhaltliche Diskussion der Projektvorhaben konzentrieren, was den Bewertungsablauf deutlich effizienter gestaltete.

Es bleibt allerdings anzumerken, dass die hinzugeladenen Vertreter aus den anderen Fachbereichen weniger Informationen über die Projektvorhaben besaßen als das Themenfeldmanagement. So musste zusätzlich Zeit für Erläuterungen aufgebracht werden. Aus Sicht der

Modellreihe und des Produktmarketings wäre es daher wünschenswert, nicht nur im Rahmen des jährlichen Budgetierungsprozesses, sondern regelmäßig für die relevante Projektvorhaben zu besprechen (vgl. BESEL 2008). So könnte bereits vor einer Priorisierung interdisziplinäres Feedback an die Vorentwickler gegeben werden.

Als Ergebnis der Punktbewertung entstanden voneinander unabhängige Rankinglisten für die einzelnen Bewertungskategorien. Da die Ergebnisse der Erwartung des Themenfeldmanagements entsprachen, wurde auf die weiteren Möglichkeiten des Bewertungstools nicht zurückgegriffen. Die Visualisierung der Rankingergebnisse wurde nicht genutzt. In Bild 6-4 wird das vorgesehene Diagramm gezeigt, welches neben den Punktwerten auch die Budgetbedarfe (je Projekt kumuliert) darstellt.

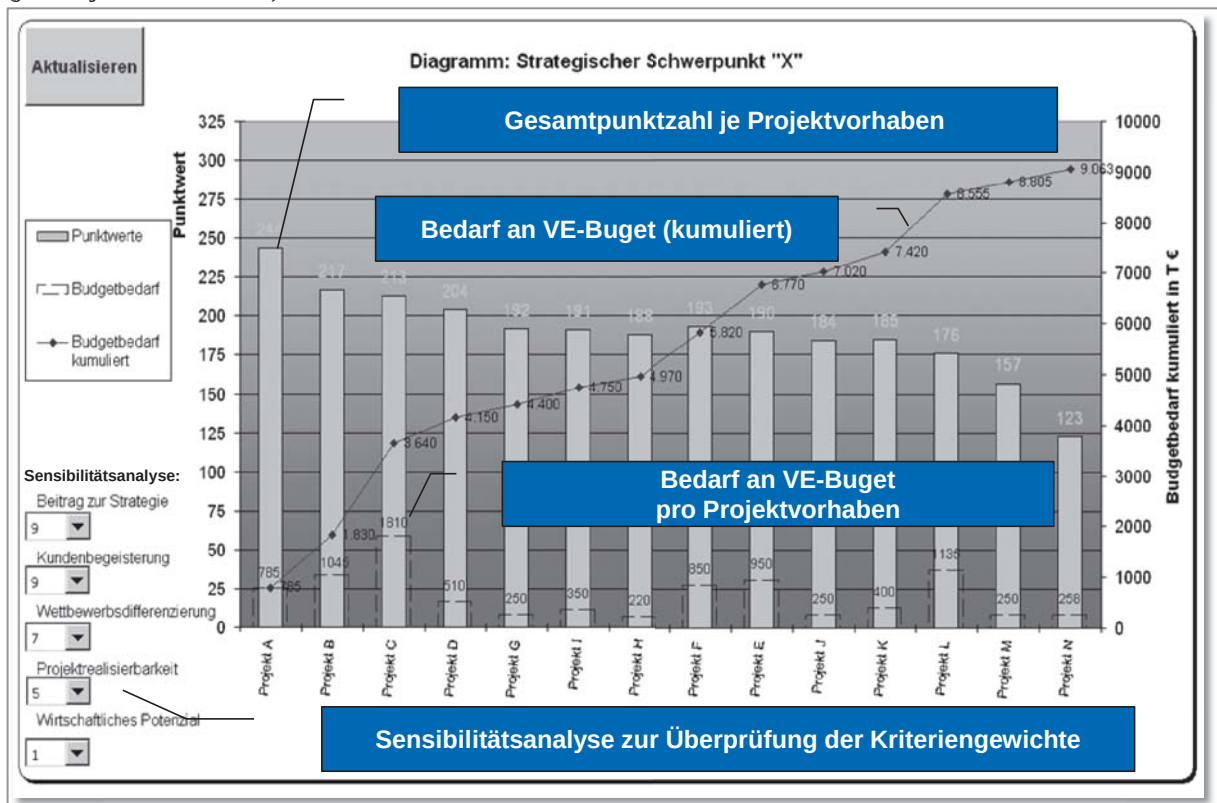


Bild 6-4: Bewertungstool – exemplarische Visualisierung der Rankingergebnisse einer Kategorie (eigene Darstellung)

In dieser Ansicht kann zudem die Gewichtung verändert und so die Auswirkungen auf das Bewertungsergebnis umgehend dargestellt werden.

Auch der zuletzt vorgesehene Schritt im Bewertungsprozess, eine Portfoliodarstellung, wurde nicht angewandt. In dieser Portfoliodarstellung können die Unterschiede in der Bewertung einzelner Kategorien visualisiert werden. Die Größe der einzelnen Blasen symbolisiert das beantragte VE-Budget für das nächste Budgetjahr (vgl. Bild 6-5).

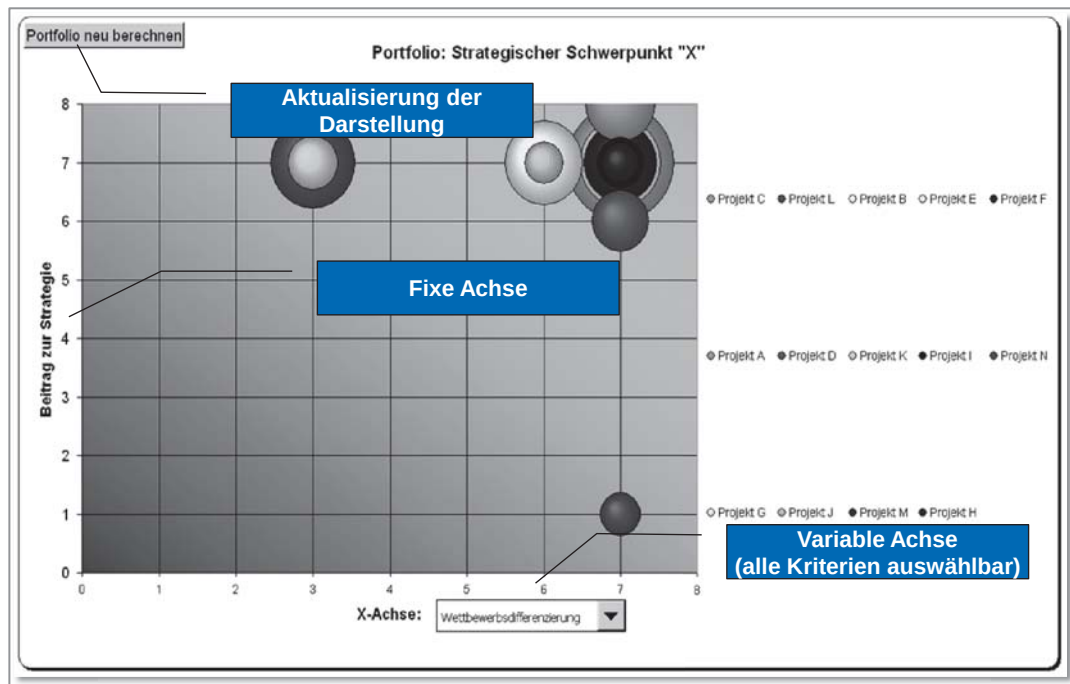


Bild 6-5: Bewertungstool – exemplarische Portfoliodarstellung (eigene Darstellung)

Die bisher erzielten categoriespezifischen Rankingergebnisse stellen nur die Basis für den eigentlichen Budgetierungsprozess dar. Die Ergebnisse aller Bewertungskategorien eines Themenfelds wurden in Listenform festgehalten. Die Verteilung des Budgetbedarfs und die Anzahl der einzelnen Projekte und Projektvorhaben auf die einzelnen Bewertungskategorien erfolgt mittels zweier Kreisdiagramme.

Bild 6-6 zeigt diese Übersichtlisten in anonymisierter Form.

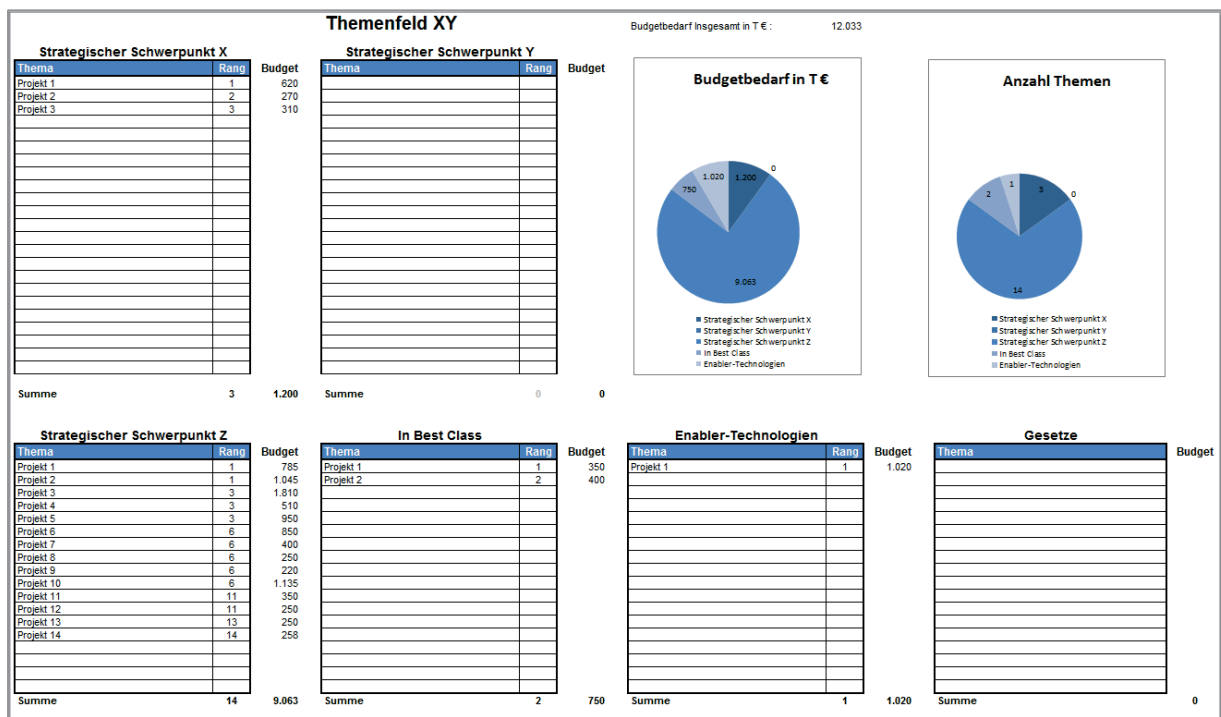


Bild 6-6: Bewertungstool – Übersichtlisten (eigene Darstellung)

Diese Darstellung sollte als Diskussionsgrundlage für den Projektmix dienen. Damit stand das Management des Gesamtportfolios (vgl. COOPER 2002, S. 275) eines Themenfelds in dieser Phase im Mittelpunkt.

Da alle Themenfelder ihre Rankingergebnisse so darzustellen hatten, wurde die Möglichkeit offengehalten, im Sinne der Strategie, eine themenfeldübergreifende Budgetverschiebung und damit eine Veränderung der Prioritäten im Gesamtportfolio vornehmen zu können. Die Optimierung des Gesamtportfolios der Vorentwicklung sollte durch ein bereits existierendes Unternehmensgremium erfolgen, welches aus Vertretern des Einkaufs, der Produktionsplanung, der strategischen Unternehmensplanung, des strategischen Marketings, der Modellreihe und der Fahrzeugkonzeptentwicklung bestand (vgl. ORTH 2008, S. 103). Teilweise handelte es sich dabei um die jeweiligen Bereichsleiter der genannten Organisationseinheiten. In einem gemeinsamen Workshop sollten, zusammen mit dem Innovationsmanagement, die jeweils priorisierten Projekte der einzelnen Themenfelder zur Erreichung eines strategischen Zieles miteinander verglichen werden.

Das Vorgehen wird in Bild 6-7 dargestellt. Es sollte iterativ durchgeführt werden, bis das verfügbare Budget aufgebraucht ist. Methodisch entspricht dies einem mehrfach durchgeführten paarweisen Vergleich (vgl. Kapitel 3.5.1).

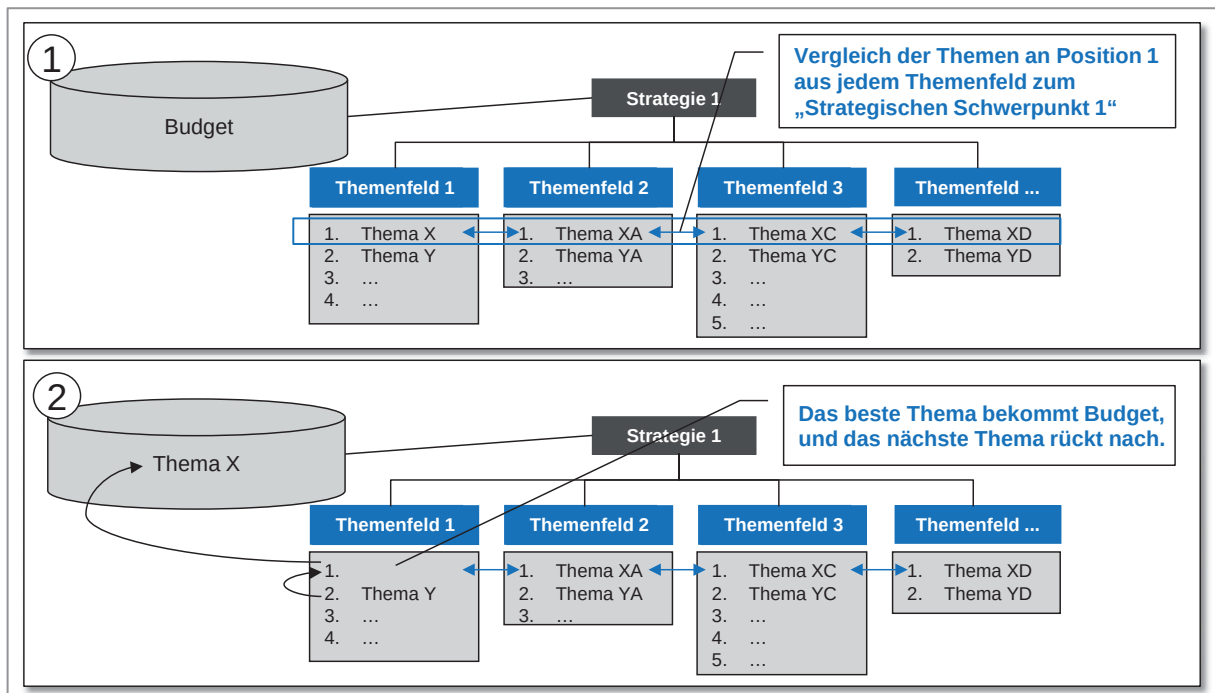


Bild 6-7: Themenfeldübergreifende Budgetverteilung (vgl. auch ORTH 2008, S. 104)

Entgegen der ursprünglichen Planung musste der themenfeldübergreifende Workshop allerdings ohne Teilnahme des kompletten Gremiums stattfinden. Stattdessen sollten die Themenfeldleiter einen gemeinsamen Vorschlag zur Budgetierung erarbeiten. In diesem Workshop wurde deutlich, dass es einigen Themenfeldern schwergefallen war, ein eindeutiges Ranking zu erstellen. In einem Fall wurden z. B. nur Prioritäten von 1 bis 3 vergeben. Auch konzentrierten sich Diskussionen häufig nicht darauf, welche Projekte nun durchgeführt werden sollten und welche nicht. Vielmehr wurde über Möglichkeiten gesprochen, wie möglichst viele der aufgeführten Projekte realisiert werden könnten. Als mögliche Maßnahmen wurden

Budgetkürzungen für einzelne Projekte oder alternative Finanzierungsquellen vorgeschlagen. Eine themenfeldübergreifende Priorisierung im geforderten Sinn konnte so nicht durchgeführt werden. Teilweise verwiesen Themenfeldleiter auch darauf, dass ihre Fachkompetenz nicht ausreiche, um Projektvorhaben aus anderen Themenfeldern bewerten zu können.

Erfahrungen aus der industriellen Praxis zur Zusammenarbeit in der Vorentwicklung

Aufgrund der Bedeutung für den Realisierungserfolg von Innovationen wurden beim Kooperationspartner die Themenfeldleiter aus dem Bereich der F&E sowie Vertreter aus anderen Funktionsbereichen, insbesondere aus den Bereichen Produktion und Marketing, systematisch befragt (vgl. KAISIG 2008, S. 47 ff.). Die Expertenbefragung sollte Aufschluss darüber geben, welchen Einfluss die Bereiche Marketing und Produktion aktuell in die einzelnen Phasen der Vorentwicklungsprojekte auf Projektentscheidungen ausüben und wo sich die Themenfeldleiter Änderungen wünschen.

Das Ergebnis der Befragungen zeigte eindeutig, dass die Integration von Vertrieb und Produktion je nach Themenfeld und Reifegrad von Projekten oder Projektvorhaben eine unterschiedliche Rolle spielt. So stehen bestimmte Themengebiete der Vorentwicklung, wie etwa Leichtbau, eher im Fokus der Produktion als von Vertrieb und Marketing (vgl. KAISIG 2008, S. 48 ff.). Zwar ist Leichtbau für sportliche Marken auch für Vertrieb/Marketing von großer Bedeutung, allerdings hat sich zumindest beim Kooperationspartner gezeigt, dass einzelne technologische oder werkstofftechnische Ideen zum Thema Leichtbau ohne konkreten Fahrzeugbezug für diesen Funktionsbereich von geringem Interesse sind. Wichtiger für Marketing/Vertrieb sind die Kundeneigenschaften eines Fahrzeugs im Vergleich zu Konkurrenzprodukten, die sich aufgrund des Leichtbaus erzielen lassen. Für die Entscheidungsträger des betroffenen Themenfelds sind pauschale Aussagen zur Gewichtsreduktion seitens Vertrieb jedoch kaum geeignet, um eine Priorisierung von VE-Projektvorhaben durchzuführen. Interessanter sind hier Aussagen seitens Produktion in Bezug auf Herstellbarkeit und Integrierbarkeit der vorgeschlagenen Lösungen in den Produktionsprozess sowie erste Kostenabschätzungen. Bei anderen Themen, die von Kunden direkt wahrgenommen werden können, ist das Interesse des Funktionsbereichs Vertrieb und Marketing deutlich größer. Außerdem können Kundenerfahrungen und Kundenwissen sowohl Entscheidungen als auch die konkrete Produktgestaltung im weiteren Entwicklungsprozess positiv beeinflussen.

Auch wenn sich die Einschätzungen der einzelnen Themenfeldleiter durchaus voneinander unterscheiden, so kann festgehalten werden, dass die anderen Funktionsbereiche tendenziell ihren Einfluss auf einzelne VE-Projekte mit steigendem Reifegrad der Projekte erhöhen (vgl. KAISIG 2008, S. 76). Den größten Einfluss üben diese Bereiche in der Vorentwicklung daher folglich erst dann aus, wenn die Projekte in die Serienentwicklung für konkrete Fahrzeugprojekte übernommen werden sollen.

Als Optimierungspotenzial äußerten die meisten Themenfeldleiter eine stärkere Einflussnahme des Produktmarketings bei der Erfassung und Generierung von VE-Projektvorhaben und bei der Priorisierung. Konkrete Innovationsideen als Input für die Entwicklung und ein Feedback zu einzelnen Projektvorhaben aus Kundensicht sind für F&E-Manager durchaus von Bedeutung. Für die Produktion sah man das Optimierungspotenzial dagegen bei der konzeptionellen Ausarbeitung der VE-Projekte (vgl. KAISIG 2008, S. 76). Ein großer Einfluss der Produktion bei der Priorisierung der Projekte wurde seitens der Themenfeldleiter eher kritisch

gesehen. Man sah die Gefahr, dass die Produktion Projekte, die aus ihrer Sicht zu Risiken im Produktionsprozess führen könnten, ggf. frühzeitig verhindern würde.

Bei den Befragungen von Vertretern des Marketings offenbarten sich weitere Problemfelder. So stand für Marketingvertreter immer das Endprodukt Fahrzeug im Vordergrund (vgl. KAISIG 2008, S. 66 f.). Einzelne Technologien und Innovationsprojekte wurden als Möglichkeit gesehen, das gewünschte Eigenschaftsprofil eines Fahrzeugs zu erreichen. Für die Vorentwickler stand aber häufig erst einmal ihre technische Idee und nicht ein bestimmtes Fahrzeugprojekt im Vordergrund. Für sie war Feedback wichtig, ob ihre Idee prinzipiell für die Kunden und die Marke von Interesse sein könnte und was Kunden ggf. dafür zu zahlen bereit wären. Das Marketing versuchte hingegen, Impulse in der Vorentwicklung zu setzen, indem es möglichst frühzeitig ideale Eigenschaftsprofile zur Positionierung einzelner Fahrzeuge und Fahrzeugtypen bekannt gab und Handlungsfelder im Vergleich zu Vorgängerprodukten ableitete. Durch diese unterschiedliche Herangehensweise kam es zu Missverständnissen.

Die Befragung von Managern aus dem Bereich der Produktion mit Schwerpunkt „Technologievorentwicklung“ ergab, dass sich die Produktion generell in den frühen Phasen mehr einbringen möchte, um Prozessinnovationen frühzeitig anzustoßen und eine spätere Produzierbarkeit sicherzustellen (vgl. KAISIG 2008, S. 69 ff.). Eine Ablehnung von VE-Projekten im Rahmen der Produktentscheidungen von Fahrzeugen wurde seitens der Produktion als zu spät erachtet, da viele Ressourcen verschwendet würden (vgl. KAISIG 2008, S. 70).

Die Erfahrungen aus der Praxis verdeutlichen die unterschiedlichen Interessen, die die Prozessbeteiligten der Vorentwicklung besitzen, und zeigen daraus resultierende Konflikte auf. Um eine zielorientierte Vorgehensweise, Effizienz und Effektivität im Innovationsprozess zu gewährleisten, existiert daher ein gewisser Koordinationsbedarf für die Integration von Funktionsbereichen in der Produktentwicklung (vgl. auch LÜHRING 2007, S. 137). Besonders für VE-Projekte, die entweder zu größeren Veränderungen im Produktionsablauf führen oder die deutlich vom Kunden wahrgenommen werden, ist ein frühzeitiger Austausch mit Produktion oder Marketing wichtig. Die definierten Innovationsziele und der angestrebte Neuheitsgrad von Innovationen müssen sich in der Risikobereitschaft des Unternehmens widerspiegeln. Bei hoher Risikobereitschaft dürfen Projektvorhaben nicht zu früh aufgrund bestehender Bedenken und Risiken abgebrochen werden. Inwiefern einzelne Funktionsbereiche mit welchen Rechten und Pflichten in den Innovationsprozess integriert werden, muss wohlüberlegt und gut koordiniert werden.

Die besprochene, thematisch organisatorische und zielorientierte Kategorisierung von Projektvorhaben kann als Grundlage für diese Koordination genutzt werden.

6.1.2 Projektsteuerung in der Vorentwicklung

Zunächst wurden im Rahmen dieser Arbeit halb strukturierte Interviews mit Themenfeldmanagern und Vertretern aus Vorentwicklungsabteilungen eines OEMs geführt, um ein Verständnis dafür zu bekommen, wie dort das Berichtswesen und die Fortschrittsüberwachung durchgeführt werden. Zusätzlich wurden entsprechende Dokumente und Vorlagen gesammelt und analysiert. Als Ergebnis zeigte sich, dass alle Manager mit Budgetverantwortung für einzelne VE-Projekte ein Berichtswesen pflegen, um Projekte steuern zu können. Die Häufigkeit und die geforderten Informationen wichen zwar in Details voneinander ab, doch zeichneten

sich auch viele Gemeinsamkeiten ab. Neben dem inhaltlichen Projektfortschritt wurden fast durchgängig auch Budget- und Terminabweichungen in Projektreview-Sitzungen diskutiert.

Aufgrund der Ergebnisse aus den Interviews und der Dokumentenanalyse wurde ein deutliches Optimierungspotenzial erkannt. Durch die Einführung von Standards sollte das Berichtswesen vereinheitlicht werden, um Klarheit für die Projektleiter in der Vorentwicklung zu schaffen, welche Informationen zur Multiprojektsteuerung von ihnen erwartet werden. Außerdem sollten die Manager durch ein gleiches Layout unterstützt werden, um Informationen schneller auffassen und verarbeiten zu können. Ein einheitliche Berichtswesen bietet zudem den Vorteil, dass darauf aufbauende Analysen und Auswertungen – je nach Adressat entsprechend angepasst – schnell zur Verfügung gestellt werden können. Durch Informationen über das Projektportfolio, wie die Verteilung des Projektmixes, aber auch durch Informationen über den Status einzelner Projekte, die strategisch oder für bestimmte Fahrzeugprojekte von besonderer Bedeutung sind, kann ein operatives als auch ein strategisches Innovationscontrolling (vgl. Kapitel 3.6) realisiert werden. Insbesondere wird dadurch erschwert, dass nicht ausgereifte VE-Projekte zu Schwierigkeiten in der Serienentwicklung führen oder Innovationen nicht rechtzeitig für die anvisierten Fahrzeugprojekte zur Verfügung stehen.

Aufbauend auf den bisherigen Erkenntnissen, wurden daher folgende Handlungsfelder bearbeitet:¹⁰⁹

- Integrative Steuerungsmethoden (Budget, Fortschritt, Risiken)
- Methoden- und Toolunterstützung
- Verbesserung der Schnittstelle zwischen Vorentwicklung und Serienentwicklung

Aufgrund der hohen Erfolgsunsicherheit der VE-Projekte sollte die Projektplanung möglichst auf persönlichen Erfahrungen und in persönlichen Gesprächen erfolgen, statt aufwendige Planungsmethoden zu betonen (vgl. hierzu auch VERWORN 2007, S. 259).

Ein weiterer Punkt stellte die Identifikation von gemeinsamen Prozessschritten für gängige VE-Projekte dar. Für solche repetitiven Tätigkeiten sind standardisierte Prozessmodule zu definieren, um eine möglichst effiziente Abarbeitung zu ermöglichen (vgl. SCHUH et al. 2008, S. 17). Den einzelnen Projektleitern können konkrete inhaltliche Ziele und Arbeitspakete vorgegeben werden, die überprüft, kontrolliert und ggf. angepasst werden können. Für unerfahrene Projektleiter bietet dieses Vorgehen auch eine Hilfestellung bei der Projektplanung (vgl. auch BADKE-SCHAUB 2004, S. 146).

Zur Erarbeitung geeigneter Prozessschritte und -inhalte war eine enge Zusammenarbeit mit den Themenfeldmanagern und erfahrenen Projektleitern aus dem Vorentwicklungsumfeld nötig. Neben Einzel- und Gruppeninterviews wurden deshalb auch gemeinsame Workshops mit den unterschiedlichen Personengruppen durchgeführt. Um die Vorteile des Phasenmodells sowie die Transparenz für die beteiligten Prozesspartner der Vorentwicklung in der Praxis nutzen zu können, ist bei der Vielzahl der VE-Projekte eine EDV-Unterstützung unerlässlich.

¹⁰⁹ Die theoretischen Erkenntnisse und die praktischen Erfahrungen dieser Arbeit hinsichtlich der Notwendigkeit einer transparenten Projektsteuerung sollten im Rahmen eines KVP-Projekts (KVP = kontinuierlicher Verbesserungsprozess) und durch die Unterstützung des Autor Anwendung in der Praxis finden und so erprobt werden.

Durch eine einheitliche serverbasierte Lösung, die zunächst als Pilotversuch bei ausgewählten Themenfeldern getestet werden sollte, ließen sich weitere Vorteile realisieren:

- Single-Source-Datenhaltung
- Sicherstellung der Aktualität der Daten
- Schaffung einheitlicher Prozess- und Dokumentenstandards
- Verbesserung des Informationsflusses
- Adressatenspezifische Informationsauswertung und -verteilung

Um die knappen Personalkapazitäten nicht unnötig zu belasten, muss eine schnelle und einfache Dateneingabe sowie Nutzung der Daten für unterschiedliche Zwecke ohne zusätzlichen Eingabe- oder Aufbereitungsaufwand umgesetzt werden.

Als Basis zur Realisierung des Innovationscontrollings wurde eine kommerzielle, serverbasierte Ideenmanagement-Software ausgewählt. Diese zeichnete sich durch eine große Flexibilität hinsichtlich Anpassbarkeit an individuelle Unternehmensprozesse aus und bot darüber hinaus durch individuelle Programmierung auch die Möglichkeit, spezielle Anforderungen umzusetzen. Die Software konnte zudem über den Internetbrowser und ohne zusätzlichen Installationsaufwand bei den einzelnen Nutzern gestartet werden. Zusätzlich wurde ein existierendes Flash-basiertes¹¹⁰ Visualisierungstool an die spezifischen Anforderungen angepasst und in die Ideenmanagement-Software integriert. Dieses Tool sollte die Akzeptanz im Management dadurch erhöhen, dass es lokal speicherbare Auszüge aus der neuen VE-Projektdatenbank erzeugen konnte. So ermöglichte es – unabhängig von einer Serveranbindung – die Durchführung von Projektreview-Meetings oder Workshops an beliebigen Orten. Zudem zeichnete sich die Technologie durch ein gefälligeres Design, schnelleres Ansprechverhalten und eine sehr einfache Bedienbarkeit¹¹¹ aus. Es war ausschließlich für Visualisierungszwecke von Einzelprojekten und Multiprojektauswertungen gedacht. Eine Eingabe neuer Daten war nicht vorgesehen.

Die Entwicklung der Softwareunterstützung erfolgte iterativ unter Einbindung der betroffenen Pilotthemenfelder. Die Unterstützung sollte von einer ersten Ideenbeschreibung bis hin zur Dokumentation bei Abschluss des VE-Projekts und Übergabe an die Serienentwicklung reichen. Hierzu wurden zunächst bestehende Informationsquellen wie eine Projektskizze in die Softwarelösung integriert. Neben einer Beschreibung des Projektvorschlags und dessen Nutzen wurden unterschiedliche Informationsabfragen zur Projektzuordnung und Kategorisierungen vorgesehen. Ebenso wurden weitere Informationen, die relevant für die Projektbewertung sind, also beispielsweise Prognosen zum Budgetbedarf und zur Entwicklungsdauer im Tool abgebildet. Damit existierten drei Informationsblöcke (siehe Bild 6-8).

¹¹⁰ Flash ist eine Entwicklungsumgebung der Firma Adobe Systems.

¹¹¹ Insbesondere längere Latenzzeiten der serverbasierten Software wurden für die Durchsprache einer größeren Menge von Projekten seitens des Managements als großer Kritikpunkt angesehen.

Beschreibung des Projektvorschlages:

- Technik
- Kundennutzen
- Nutzen für das Unternehmen

Angaben zur Projekteinordnung:

- Zielsegmente/Derivate
- Themenfeldzuordnung
- Entwicklungsdauer in der VE

Prognosen:

- Entwicklungskosten in der VE
- Gewichtsauswirkung auf Fahrzeuge
- Kostenauswirkung auf Fahrzeuge

Bild 6-8: Eingabemaske zur Beschreibung und Kategorisierung eines Projektvorhabens
(eigene Darstellung; Bildmaterial: Audi AG)

Da die zugrunde liegende Software für ein Ideenmanagement konzipiert war, konnte die Abbildung der gewünschten Projektinformationen einfach konfiguriert werden. Durch die Eingaben zur Projekteinordnung konnten der weitere Prozessverlauf von Projektvorhaben und die organisatorischen Zuständigkeiten automatisch bestimmt werden.

Den zuständigen Themenfeldmanagern und den Innovationsmanagern wurden alle VE-Projektvorhaben und VE-Projekte zusätzlich in Form von Übersichtslisten angezeigt, welche nach unterschiedlichen Kriterien sortiert und gefiltert werden konnten. Dadurch wurde es erleichtert, spezielle Anfragen aus anderen Geschäftsbereichen schneller und ohne großen Aufwand zu beantworten. Eine methodische Unterstützung des eigentlichen Bewertungs- und Priorisierungsprozesses für ein Themenfeldportfolio wurde in der Softwarelösung zwar vorgehalten, jedoch aufgrund der Anwendungserfahrungen des Excel-Tools nur rudimentär abgebildet. Bevor Bewertungsmethoden in die Software integriert werden sollten, sollten zunächst bestimmte organisatorische Fragestellungen im Hinblick auf Doppelfunktionen gelöst und ausreichend Anreize für die Entscheidungsträger zur Durchführung eindeutiger Projektrankings geschaffen werden. Im Tool beschränkte man sich diesbezüglich daher auf eine einfache Vergabe von Prioritäten (von gering bis sehr hoch) sowie die Möglichkeit, Anpassungen an den Budgetforderungen der Projektleiter durchführen zu können.

Um den Bedenken der Toolnutzer entgegenzukommen, wurde zunächst von der Integration weiterer Geschäftsbereiche, wie Produktion, Vertrieb und Marketing, sowie Vertretern der einzelnen Modell- bzw. Baureihen abgesehen, um sich ausschließlich den Anforderungen der Themenfeldmanager widmen zu können.

Ähnlich wie beim „Multiple Convergent Processing Model“ (vgl. Bild 2-25), wurde die Einbindung dieser Bereiche für bestimmte Prozessschritte und relevante Projektkategorien systemtechnisch jedoch für eine spätere Umsetzung vorgehalten.

Um eine möglichst große Akzeptanz für das Softwareprojekt zu erzielen, erfolgten die Entwicklung und Erweiterung der Software iterativ unter Einbindung von Nutzern und Themenfeldmanagern. Der Entwicklungsfokus wurde dabei immer auf Umfänge gelegt, für die ein gemeinsames Verständnis existierte und von deren Notwendigkeit die Beteiligten überzeugt waren. Hierzu zählten insbesondere das Phasenmodell mit den vier Einzelschritten für VE-Projekte und die Verbesserung der Transparenz über das VE-Portfolio und den Reifegrad der einzelnen VE-Projekte (vgl. Kapitel 5.3).

In Bild 6-9 wird die entsprechende Eingabemaske des Softwaretools für Projektleiter dargestellt. Während die Festlegung der Endtermine für die einzelnen Prozessschritte durch einfache Eingabe eines Datums bzw. die Auswahl eines Datums in einem elektronischem Kalender möglich ist, erfolgt die Auswahl der vorgeschlagenen Tätigkeiten, welche hier im Hinblick auf die Checklistsensystematik und den Abschluss eines Prozessschrittes auch als Eckpunkte bezeichnet werden, über die Aktivierung einer sogenannten Checkbox, also eines Auswahlkästchens. Zusätzliche Eckpunkte werden durch Anklicken einer entsprechend gekennzeichneten Schaltfläche angelegt.

Projekt-Definition **Analyse** **Konzept-Entwicklung** **Absicherung** **Transfer** **Abschluss**

Legende: Aktueller Status ● Möglicher nächster Status ○

1 Die geplanten Meilensteintermine für die einzelnen Projektschritte eintragen!

2 Optionale Eckpunkte für die einzelnen Schritte auswählen (selektierte Eckpunkte werden für die späteren Statusrunden übernommen).

3 Weitere spezifische Eckpunkte hinzufügen.

4 Wenn die Termine und Eckpunkte bestimmt sind, auf „Projekt starten“ klicken.

KONZEPT ENTWICKLUNG

Muss-Eckpunkte

- ☒ Info an Serienentwickler
- ☒ Meilensteinplanung
- ☒ Projektplanung, Budget, Kapazitäten
- ☒ Projektziele definieren

Optionale Eckpunkte

- ☐ Auswahl Entwicklungspartner
- ☐ Info an VM
- ☐ Lobby-Arbeit
- ☐ Machbarkeitsstudien
- ☐ Marktanalyse
- ☐ Patentrecherche/Anmeldung
- ☐ Technologie-Screening
- ☐ Wettbewerbsanalyse

Benutzer Eckpunkte

- ☒ VE-Tag Mai 2009

Muss-Eckpunkte

- ☒ Einbindung Serienpartner
- ☒ Gewichtungsbewertung
- ☒ Klärung Schutzmöglichkeiten
- ☒ Kostenbewertung

Optionale Eckpunkte

- ☐ Abstimmung mit VM
- ☐ Energiebilanz
- ☐ Klärung Package
- ☐ Konstruktion
- ☐ Konzeptwettbewerb
- ☐ Simulation / Berechnung

Optionale Eckpunkte

- ☐ Kostenprognose
- ☐ Kundenlinie

Optionale Eckpunkte

- ☐ Abstimmung Einbaulösung mit FB

Projektleiter: Franke, Stephan

Projektbeteiligte:

Bild 6-9: Eingabemaske zur Ausplanung der VE-Schritte (eigene Darstellung; Bildmaterial: Audi AG)

Erst nach Ausplanung der Projekthinhalte in dieser Eingabemaske beginnt das eigentliche Projektmonitoring, und der reale Projektverlauf wird der Planung gegenübergestellt. Sollten sich die eigentlichen Projektziele nicht ändern, werden auf dieser Basis von den Projektverant-

wortlichen kontinuierlich oder spätestens zu fest definierten Projektreview-Sitzungen ein Soll/Ist-Vergleich und aktuelle Prognosen zum Projekt abgeben.

In Bild 6-10 wird der Aufbau der Eingabemaske zum Projektmonitoring als Übersicht dargestellt:

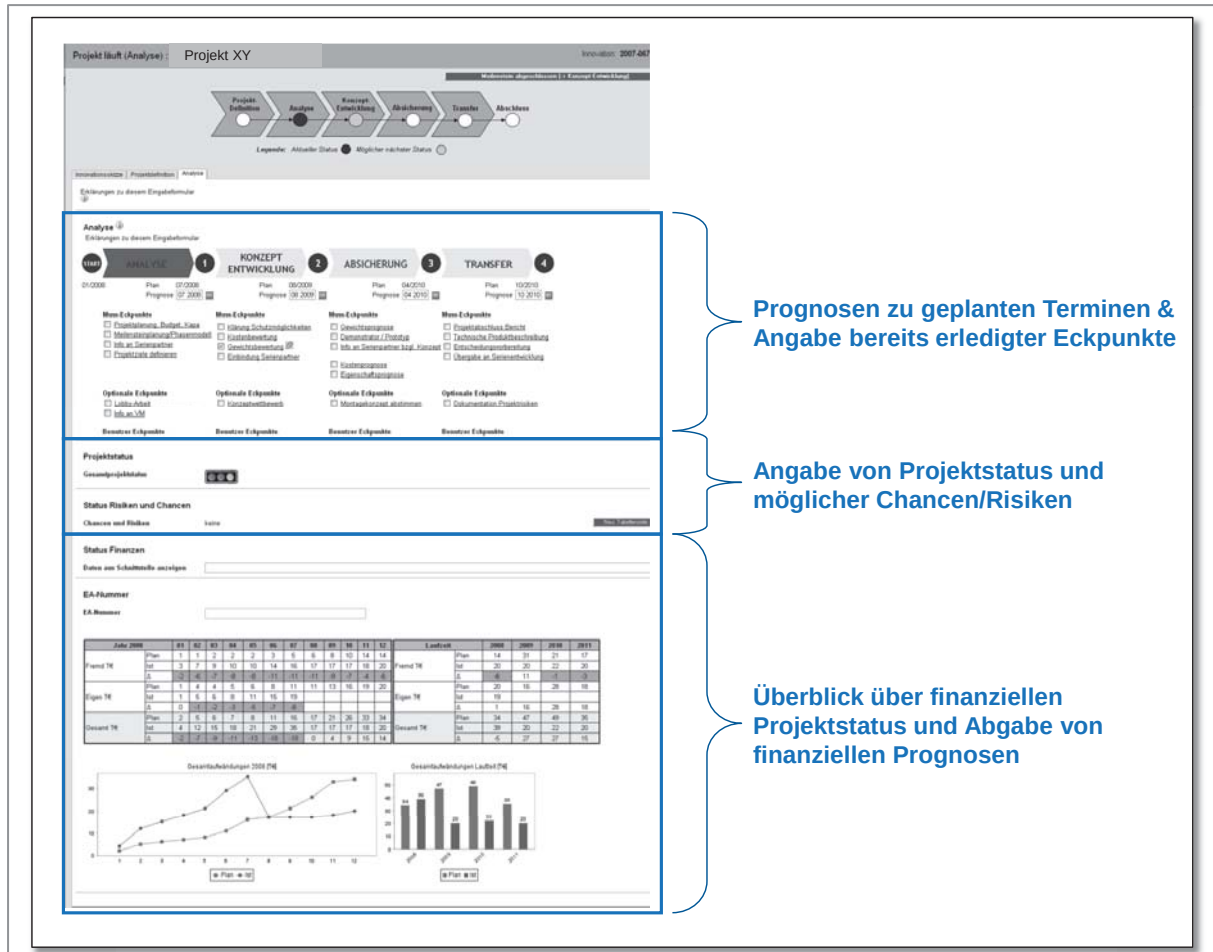


Bild 6-10: Darstellung des Projektmonitorings im Tool (eigene Darstellung)

Es sind drei verschiedene Eingabebereiche für Projekte vorgesehen. Im ersten Bereich können abgeschlossene Eckpunkte als „erledigt“ gekennzeichnet werden und bei Abweichungen aktuelle zeitliche Prognosen für den Abschluss der einzelnen Prozessschritte eingetragen werden. Außerdem besteht die Möglichkeit, für jeden Eckpunkt auch Dateien anzufügen, um z. B. Analyseergebnisse direkt im Tool zu dokumentieren.

Der zweite Abschnitt dient der Einschätzung des Projektstatus durch den Projektleiter. Über eine einfache Ampelschaltung kann der jeweilige Projektleiter dem Themenfeldmanagement Handlungsbedarf signalisieren. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, sowohl Risiken als auch Chancen für das jeweilige Projekt an dieser Stelle festzuhalten. Im Sinne einer kontinuierlichen Verbesserung der VE-Prozesse sollen dadurch auch prozessuale Hürden und Ideen zur Prozessverbesserung erfasst und an das Management kommuniziert werden.

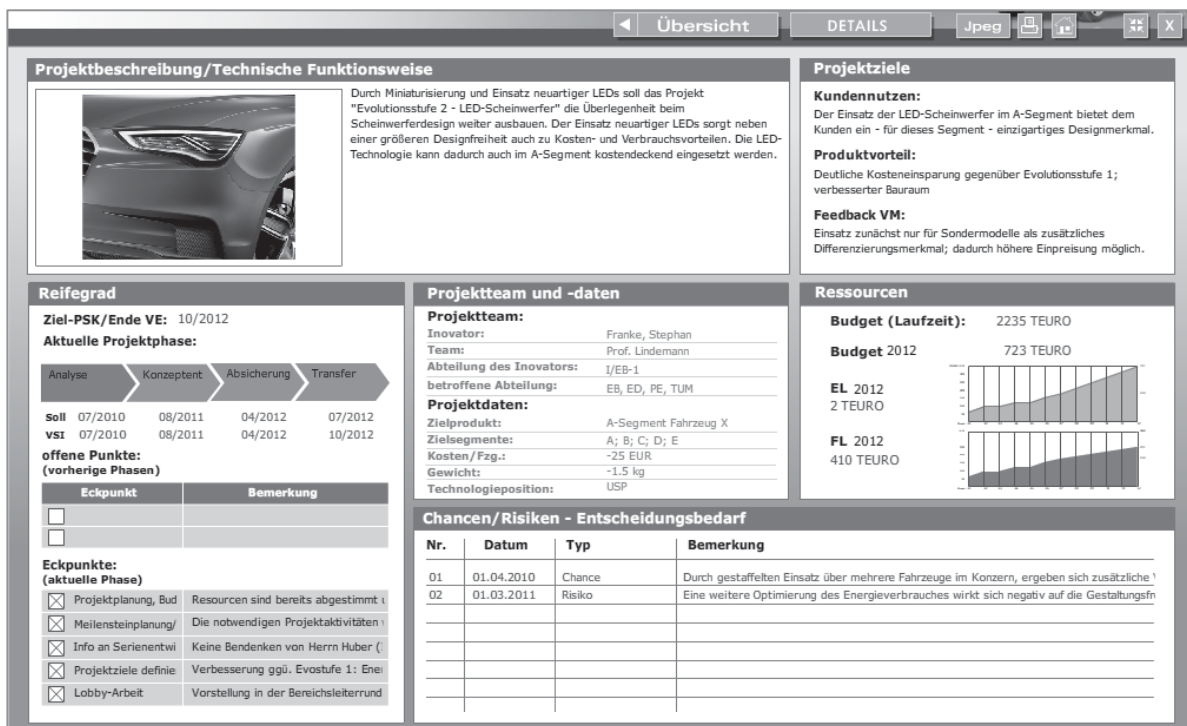


Bild 6-12: Exemplarische Darstellung der Informationsübersicht eines Einzelprojekts (Bildmaterial: Audi AG)

6.2 Fazit

6.2.1 Strategieorientiertes Vorgehensmodell

Das vorgestellte Vorgehensmodell einer strategieorientierten Vorentwicklung stellt einen umfassenden Ansatz dar, Vorentwicklungsaktivitäten zielorientiert durchzuführen. Insbesondere bei einem komplexen Produkt wie dem Automobil gibt es unzählige Innovationsfelder. Ziele können hier als Leitplanken verstanden werden, um die Kapazitäten der Vorentwicklung strategisch auszurichten und Unternehmens- und Markenwerte nachhaltig zu sichern. Die Verknüpfung von Strategieentwicklung, Entscheidungsprozessen, konkreter Umsetzung in der Vorentwicklung und fortlaufender Steuerung in einem Modell ist hilfreich, um die Bedeutung der Vorentwicklung im Unternehmenskontext begreifbar zu machen. Da in größeren Unternehmen die Zuständigkeiten für einzelne Prozessphasen häufig wechseln, ist es keine Selbstverständlichkeit, dass Entscheidungen zugunsten einzelner Projekte und die operative Umsetzung im Sinne übergeordneter Strategien erfolgen. Eine Konkretisierung von Innovationszielen und der Einsatz von „strategic buckets“ als dediziertes Budget für bestimmte VE-Projekttypen sorgen dafür, dass die Vorentwicklung zielorientiert erfolgt und nicht nur kompetenzabhängige evolutionäre Weiterentwicklungen vorangetrieben werden.

Im Hinblick auf den Konkretisierungsgrad des Modells muss allerdings angemerkt werden, dass es nicht als Handlungsanweisung für einzelne Projekte zu verstehen ist. Das Modell ist vielmehr so abstrakt gehalten, dass es sowohl Strategen in der Produktentwicklung, Entscheidungsträgern der Vorentwicklung und Projektleitern als Orientierungsrahmen dient und für ein einheitliches Prozessverständnis sorgt. Auch die vier definierten Schritte für VE-Projekte sind nicht konkret genug, um die Projektplanung für einzelne Projekte zu ersetzen. Es ist zwar

gelungen, beim Kooperationspartner einige Aktivitäten für die vier Schritte zu identifizieren, die für alle Projekte verbindlich durchzuführen sind. Ebenso konnte eine Auswahl häufig sinnvoller Tätigkeiten festgelegt werden. Aufgrund der Heterogenität und Einmaligkeit einzelner VE-Projekte musste aber dennoch die Möglichkeit offengehalten werden, weitere Aktivitäten individuell festzulegen.

Durch die Zuordnung von fest vorgegebenen und optionalen Aktivitäten für die einzelnen Schritte genehmigter VE-Projekte ist es für Prozessbeteiligte aufgrund des Status eines Projekts schnell möglich, den Reifegrad eines VE-Projekts zu erfassen.

Das Vorgehensmodell ist nicht für alle VE-Projekttypen geeignet. Für Projekttypen, die entweder den üblichen Ressourcenrahmen deutlich überschreiten oder die durch einen außergewöhnlichen Vernetzungsbedarf kaum in bestehenden Organisationsstrukturen bearbeitet und umgesetzt werden können, sind weiterhin individuelle Prozesse nötig. Diese werden im Modell nicht explizit abgebildet. Jedoch bietet der Schritt der Kategorisierung von Projektideen die Möglichkeit, solche Projekte rechtzeitig zu identifizieren und entsprechende Sonderprozesse individuell festzulegen.

6.2.2 Kategorisierung, Bewertung und Auswahl von Projektvorhaben

Als Fazit lässt sich festhalten, dass die eigentliche Punktevergabe durch die Vorgabe einzelner Kategorien deutlich effizienter durchgeführt werden konnte und das Bewertungsergebnis auch eher dem „Bauchgefühl“ des Managements entsprach. Dies stellt eine deutliche Verbesserung gegenüber der Bewertung ohne entsprechende Kategorisierung dar. Ebenso fanden keine Diskussionen mehr über die Eignung der gewählten Bewertungskriterien für die einzelnen Projektvorhaben statt. Interessanterweise wurden die Möglichkeiten der Visualisierung und zur Diskussion des Themenfeldportfolios nicht genutzt. Die Tatsache, dass keine Reflexion der Bewertungsergebnisse durchgeführt wurde, ist aus methodischer Sicht kritisch zu betrachten. Letztendlich zeigt sie aber auch, dass Rahmenbedingungen, wie Zeitdruck und fehlende Anreize, Hemmnisse für ein vermeintlich zeitaufwendiges, methodisches Vorgehen darstellen können. Ein Themenfeldmanager wies in diesem Zusammenhang explizit darauf hin, dass ihm nur maximal 30 Prozent seiner Arbeitszeit für die Vorentwicklung zur Verfügung stehen würden und dass er insbesondere an dem Erfolg seiner Serienentwicklungsprojekte gemessen werde.

Bei der Bewertung und Auswahl von VE-Projekten hat sich gezeigt, dass Bewertungsmethoden nicht ohne Weiteres in der Praxis eingesetzt werden können. Durch unklare Zielvorstellungen und ungünstige Rahmenbedingungen werden den Entscheidungsträgern Projektentscheidungen erschwert. Im Falle vieler heterogener VE-Projekte hilft eine typologische Aufteilung der gesamten Projektanträge, um den Bewertungsprozess besser handhaben zu können. In der Praxis kann die Entscheidungsqualität dadurch verbessert werden. Eine geeignete Kategorisierung kann dafür sorgen, dass der Kreis kompetenter Entscheidungsträger klein gehalten wird und Grundsatzdiskussionen reduziert werden. Die verringerte Anzahl an zu bewertenden Projekten ermöglicht durch den relativ geringeren Zeitaufwand eine intensivere Auseinandersetzung mit einzelnen Projekten. Ebenso besteht die Möglichkeit, Bewertungskriterien spezifisch auszuwählen, wodurch die Bewertungsergebnisse die Präferenzen der Entscheidungsträger besser widerspiegeln können. Für den Anwendungsfall der Vorent-

wicklung von Automobilherstellern hat sich des Weiteren der Einsatz von Bewertungsverfahren als geeignet erwiesen, die auf Punktwertverfahren basieren (vgl. auch VENTER 2006 und JAHN 2009). Neben den Vorteilen der einfachen Anpassungsmöglichkeiten und der schnellen Nachvollziehbarkeit zeichnen sich diese Verfahren dadurch aus, dass sie leicht mit anderen Methoden kombiniert können. Zudem existiert in der Vorentwicklung von OEMs ein mehrdimensionales Zielsystem, da quantitative Aussagen zum finanziellen Erfolg eines Projekts beim Start von VE-Projekten nur schwer möglich sind. Die Konzentration auf den Projektnutzen und die Vorteile gegenüber Vergleichsprodukten sollten daher bei der Projektauswahl berücksichtigt werden. Scoringmodelle bieten in der Vorentwicklung daher ausreichend Vorteile, um auch in der Praxis Anwendung zu finden.

Im vorgestellten Ansatz der Kategorisierung von Projekten, Bewertung nach Themenfeld und Projektart und anschließender Portfoliooptimierung und Budgetverteilung sind weitere Punkte kritisch anzumerken. Das Vorgehen sorgt beim eigentlichen Bewertungsvorgang der einzelnen Projekte für eine bessere Anwendbarkeit von Bewertungsverfahren und zur Reduktion des Zeitaufwands, aber es entsteht an anderen Stellen ein Zusatzaufwand. Zunächst müssen bestimmte Bewertungskategorien identifiziert und die Erwartungshaltung durch monetäre Richtwerte zum Ausdruck gebracht werden.¹¹² Die Ableitung von Innovationszielen und die Verknüpfung mit Budgettöpfen können sehr zeitaufwendig sein und bedürfen außerdem der Abstimmung mit dem Topmanagement. Die Auseinandersetzung des Topmanagements mit Innovationszielen bietet jedoch wiederum den Vorteil, dass die Erwartungshaltung des Topmanagements an die Vorentwicklung insgesamt und an das Projektportfolio durch klar definierte Ziele deutlich wird. Dies kann die Umsetzung von Projekten und den Transfer in die Serienentwicklung später erleichtern.

Durch Anpassung des Bewertungssystems kann die Effektivität der Projektauswahl verbessert werden. Ein zusätzlicher Aufwand existiert bei der Zuordnung einzelner Projekte zu den Bewertungskategorien. In der Praxis können die meisten Projekte zwar schnell zugeordnet werden, aber dennoch stellt dies zunächst einen Mehraufwand dar. Darüber hinaus führt die getrennte Bewertung von Projekten nicht immer zu optimalen Ergebnissen. Es werden Rangfolgen von Projekten erstellt, die in sich stimmig sind, aber nicht zwangsweise zum besten Gesamtportfolio führen. So kann es theoretisch vorkommen, dass die vermeintlich schlechtesten Projekte eines Themenfelds aus unternehmerischer Sicht immer noch besser sind als die besten Projekte eines anderen Themenfelds. Die vorgestellte Optimierung des Gesamtportfolios im Zuge der Projektbudgetierung führt in einem solchen Extremfall zu einem nicht zu vernachlässigenden zeitlichen Mehraufwand.

Es bleibt aufgrund der Erfahrungen aus der industriellen Praxis festzuhalten, dass durch die große Anzahl und durch die Heterogenität der Projekte eine Bewertung aller Projektvorhaben in einem größeren Gremium nicht mehr fundiert zu bewältigen ist. Der vermeintlich zusätzliche Aufwand im Vorfeld der Bewertung, also die Klärung, in welche Felder man verfügbare Ressourcen investieren möchte, relativiert sich bei einem komplexen Gesamtprodukt schnell. Werden bestimmte Fragestellungen nicht vor der eigentlichen Projektbewertung geklärt und gewisse Rahmenbedingungen und Leitplanken definiert, werden die Entscheidungsträger bei

¹¹² Soll z. B. mehr Geld in die Entwicklung neuer Antriebstechnologien oder in neue Fahrerassistenzfunktionen investiert werden?

der Durchführung von Bewertungsverfahren immer wieder mit grundsätzlichen Diskussionen konfrontiert. Dies führt schnell zur Frustration und ggf. auch zur Ablehnung von Bewertungsergebnissen. Durch die Abstimmung und Bestätigung von Innovationszielen und abgeleiteten Innovationsfeldern mit dem Topmanagement können Bewertungsmethoden und -kriterien der Erwartungshaltung des Topmanagements angepasst werden. Leider konnte die Portfoliooptimierung beim Kooperationspartner im Nachgang der Bewertung innerhalb einzelner Bewertungskategorien nicht, wie ursprünglich angedacht, in einem unternehmensübergreifenden hochrangigen Gremium durchgeführt und validiert werden. Die Delegation dieser themenfeldübergreifenden Optimierung an die Themenfeldmanager und Innovationsmanager hat aber noch einmal verdeutlicht, dass Interessenkonflikte einen Einfluss auf die Projektgenehmigung haben können. Größere Budgetverschiebungen zwischen einzelnen Themenfeldern waren aufgrund fehlender Anreize und der Vermeidung von Konflikten kaum möglich.

Methodisches Vorgehen und der Versuch einer systematischen und objektiven Verteilung von Ressourcen gelangen dann an ihre Grenzen, wenn die Durchführung von Methoden zu stark durch Einzel- oder Bereichsinteressen überlagert wird.

Geeignete organisatorische und kulturelle Rahmenbedingungen in einem Unternehmen sind die Voraussetzung für einen erfolgreichen Methodeneinsatz. Besonders die Klärung von Rollen, Verantwortlichkeiten, Aufgaben und Kompetenzen im Prozessverlauf sollte daher vor einem Einsatz von Methoden zur Entscheidungsfindung stattfinden.

Eine Abstimmung des Gesamtportfolios ist aus methodischer Sicht notwendig, um dem Anspruch der Auswahl der geeignetsten Projekte gerecht werden zu können. Die Erfahrungen aus der Praxis zeigen allerdings, dass hier die Wahl des geeigneten Bewertungsgremiums von großer Bedeutung ist. Interessenkonflikte, z. B. aufgrund von Doppelfunktionen in Matrixorganisationen, treten bei der Verteilung von verfügbaren Ressourcen verstärkt in den Vordergrund. Die Motivation der beteiligten Personen ist für den Erfolg jedoch entscheidend. Im Fallbeispiel wurde ersichtlich, dass den Themenfeldmanagern Anreize fehlten, bestimmte Projektvorhaben konsequent zu streichen bzw. vorerst nicht durchzuführen. Vielmehr sollten vermeintlich unnötige Konflikte mit anderen Themenfeldleitern und enttäuschten Fachbereichsleitern dadurch vermieden werden, dass Projektvorhaben eben nicht abgelehnt werden sollten. Dies wurde auch dadurch deutlich, dass die Themenfeldleiter mit Verweis auf die jeweiligen Fachkompetenzen eine themenfeldübergreifende Priorisierung ablehnten, da die Kompetenz zur Beurteilung von Projektvorhaben nur dem jeweiligen Themenfeld zugestanden wurde. Dies ist insofern bemerkenswert, da eine technisch-inhaltliche Diskussion gar nicht nötig war, sondern vielmehr der strategische Nutzen der einzelnen Projektvorhaben im Vordergrund stehen sollte.

6.2.3 Projektsteuerung in der Vorentwicklung

In der Vorentwicklung eines OEMs wird eine Vielzahl von Projekten gleichzeitig durchgeführt. Diese Projekte haben einen unterschiedlichen Reifegrad, andersgeartete Wahrnehmbarkeit für Kunden und verfolgen ungleiche strategische und taktische Ziele. Es existieren somit verschiedene Stakeholder-Gruppen im Unternehmen, für die bestimmte Projektinformationen relevant sind. Manche Projekte oder bestimmte Detailinformationen sind jedoch auch für einzelne Gruppen irrelevant. Eine effiziente Verarbeitung und Nutzung von Informa-

tionen, um die richtigen Entscheidungen zu treffen, stellt aufgrund der vorhandenen Komplexität eine große Herausforderung dar. Einzelne Mitarbeiter und der Projektleiter müssen eigenverantwortlich steuerungsrelevante Informationen zur Verfügung stellen und zielorientiert handeln (vgl. hierzu auch WILDEMANN 2009, S. 956). Durch Einsatz von visuellen Mitteln wie Roadmap-Darstellungen oder Diagrammen und Integration dieser Mittel in die Arbeitsprozesse können das herkömmliche Controlling ergänzt und die innerbetriebliche Transparenz erhöht werden (vgl. WILDEMANN 2009, S. 956).

In der Praxis zeigt sich, dass bei der Schaffung eines Controlling-Systems große Vorbehalte seitens einzelner Entwickler existieren. Die Befürchtung ist, dass durch zu straffes Projektmanagement und Bestrafung von zeitlichen oder budgetmäßigen Abweichungen ein zusätzliches Hemmnis für radikale Innovationsideen geschaffen wird. Ebenso wird die Erfassung von Projektdaten prinzipiell skeptisch gesehen, da sie für die Entwickler und Projektleiter in der Vorentwicklung mit Aufwand verbunden ist.

Da die Menge der Projekte und Informationen sowie die Datenaktualität jedoch nur durch Einbindung der einzelnen Projektleiter sichergestellt werden können, sind deren Bedenken für die Akzeptanz eines Innovationscontrollings unbedingt zu berücksichtigen.

Im Rahmen der Workshops konnten trotz der Unterschiede der einzelnen VE-Projekte vier gemeinsame Prozessschritte identifiziert werden, die von allen VE-Projekten durchlaufen werden. Zunächst einmal sind für VE-Projekte Detailanalysen durchzuführen, um die Projektziele zu schärfen, die Projektplanung zu detaillieren und entsprechenden Input für die Entwicklung einzuholen bzw. aufzubereiten. Dies ist Grundlage dafür, dass zielgerichtet technische Lösungskonzepte entwickelt werden können. Im zweiten Schritt, der Konzeptentwicklung, werden eine oder mehrere Lösungsvarianten erarbeitet und Prototypen und Demonstratoren aufgebaut. Dies dient sowohl dazu, den Nutzen besser „erlebbar“ zu machen und damit entsprechende Promotoren aus dem Topmanagement und aus anderen Funktionsbereichen von einem Innovationsprojekt zu begeistern, als auch als Grundlage für Kosten-, Eigenschafts- und Gewichtsprognosen sowie für spätere Erprobungs- und Absicherungsversuche. Letztere werden im nächsten Schritt durchgeführt und sind zur Reduktion des Serienentwicklungsrisikos unumgänglich. Der letzte Abschnitt eines Vorentwicklungsprojekts wird als „Transfer“ bezeichnet. Er dient zur reibungslosen Übergabe von Projekten aus der Vorentwicklung an die Serienentwicklung. Auch wenn es sich beim vorgestellten Prozessmodell im Idealfall um einen linearen Prozess handelt, so ist aufgrund der Unsicherheit bei VE-Projekten durchaus mit Iterationen zu rechnen (vgl. hierzu auch SANDMEIER 2007, S. 193). Ob ein Prozessschritt erfolgreich beendet worden ist, wird durch das Themenfeldmanagement beurteilt, welches auch die Budgethoheit über die ihm zugeordneten VE-Projekte besitzt. Sollten die Zwischenergebnisse nicht den Erwartungen entsprechen, kann das Themenfeldmanagement sowohl die Wiederholung eines bestimmten Prozessschritts als auch den Projektabbruch anordnen.

Hinsichtlich der Implementierung einer Einzel- und Multiprojektsteuerung hat sich gezeigt, dass die Einbindung von ausgewählten Projektleitern und Themenfeldmanagern in Workshops sich gut eignet, um sowohl die Belange der Projektleiter als auch von Entscheidungsträgern angemessen zu berücksichtigen. Alle Eingabedaten für das Tool und die weitere Nutzung der generierten Informationen wurden stets kritisch hinterfragt. Dieses Vorgehen sorgt

einerseits dafür, dass der Eingabeaufwand überschaubar bleibt. Andererseits führen die Diskussionen mit den Projektleitern zu einem Verständnis, weshalb bestimmte Eingaben überhaupt benötigt werden. Für ein gutes Innovationsklima ist klarzustellen, dass das Projektmanagement in erster Linie zur Unterstützung der Projektleiter bei budgetären, zeitlichen oder organisatorischen Hindernissen genutzt werden sollte, um rechtzeitig geeignete Steuerungsmaßnahmen einleiten zu können.

Die Erkenntnis, dass unterschiedliche Interessengruppen immer wieder Informationen über einzelne oder mehrere VE-Projekte anfordern, hat sich für die Akzeptanz einer Softwarelösung als hilfreich erwiesen. Durch die Funktion, per „Mausklick“ häufig benötigte Vorlagen automatisch mit den gespeicherten Projektdaten befüllen zu können, lässt sich der Aufwand der Dateneingabe und -pflege für die Projektleiter schnell rechtfertigen. Dies wiederum erleichtert die Nutzung eines solchen Tools.

Aufgrund des Spannungsverhältnisses zwischen Kreativität und striktem Projektmanagement- und Controlling-Verfahren stellt die Einführung eines Kontrollsystems für Innovations- und Vorentwicklungsprojekte für die betroffenen Entwickler ein sehr emotionales Thema dar. Die Erfahrung aus dem Kooperationsprojekt hat gezeigt, dass durch eine intensive Einbindung von betroffenen Prozessbeteiligten sowohl seitens der Konstrukteure und Projektleiter aber auch seitens der Entscheidungsträger die Akzeptanz eines solchen Systems erhöht werden kann. Die Transparenz einzelner VE-Projekte sowie des VE-Portfolios kann positiv genutzt werden, um den Entwicklungsingenieuren bei der Auslegung ihrer Projekte zu helfen, Hindernisse rechtzeitig kommunizieren und Maßnahmen einleiten zu können. Allerdings besteht auch die Gefahr, dass solche Systeme missbraucht werden. Insbesondere die Diskussionen beim Kooperationspartner über die zusätzliche Einführung von Kennzahlen zur Verbesserung des Innovationsprozesses haben dies verdeutlicht. So kann die Einführung einer Transferquoten von der Vorentwicklung in die Serienentwicklung u. U. dazu führen, dass Projekte in der Vorentwicklung bevorzugt werden, die ein geringes Risiko und damit eine hohe Chance auf den Transfer in der Serienentwicklung hätten. Die Einführung einer entsprechenden Kennzahl und die Verknüpfung mit einem passenden Bonussystem für die Themenfeldleiter hätten also eher negative Auswirkungen auf die Innovationsfähigkeit des Unternehmens gehabt, statt diese zu fördern.¹¹³

Kritisch anzumerken ist die starke Fokussierung im Vorgehen auf die Belange der Themenfeldmanager und der Projektleiter. Im Sinne einer weiteren Verbesserung der Innovationskultur sind auch die Anforderungen aus anderen Geschäftsbereichen wie Marketing und Vertrieb oder Produktion verstärkt zu berücksichtigen. Bisher sind nur wesentliche Anforderungen anderer Bereiche (wie Eigenschaftsauswirkungen auf das Gesamtfahrzeug, geeignetes Fahrzeugprojekt für Ersteinsatz, mögliche Zielsegmente und Derivate, Gewichts- und Kostenauswirkungen auf ein Fahrzeug) berücksichtigt.¹¹⁴ Diese Anforderungen sind in ersten Gesprächen mit Fachexperten ermittelt worden, erheben allerdings keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

¹¹³ Wie bei MÖLLER allerdings verdeutlicht wird, kann der richtige Einsatz von Kennzahlen dennoch zu einer Verbesserung des Innovationserfolgs führen (vgl. MÖLLER et al. 2011, S. 57 ff.). Zum Zweck der Verständniserweiterung wird der Einsatz sogar empfohlen (MÖLLER et al. 2011, S. 59), weshalb es letztlich auf den richtigen Umgang mit solchen Zahlen ankommt.

¹¹⁴ Siehe hierzu auch den Aufbau der sogenannten Projektskizze in Kapitel 6.1.1.

Auch wenn systemseitig eine Integration weiterer Prozessbeteiligter aus anderen Geschäftsbereichen vorgesehen ist, so konnte diese Integration bisher aus mehreren Gründen noch nicht umgesetzt werden. Einerseits soll das Tool zunächst einmal im Praxiseinsatz in den Themenfeldern getestet und weiter für die Themenfeld- und Innovationsmanager optimiert werden. Hierzu ist der Kreis der beteiligten Personen zur Weiterentwicklung des Tools zunächst möglichst klein zu halten, um eine effiziente Weiterentwicklung gewährleisten zu können. Außerdem muss das entwickelte Tool vollständig in die vorhandenen IT-Strukturen des Kooperationspartners integriert werden. Andererseits sind auch die konkreten Rollen, Aufgaben und Kompetenzen der anderen Geschäftsbereiche noch zu klären. Hierzu und zur Vervollständigung der Anforderungen ist noch eine systematische und ausführliche Analyse durchzuführen.

7 Zusammenfassung und Ausblick

7.1 Zusammenfassung der Arbeit

Nach der Beschreibung der Ausgangssituation in der Automobilindustrie und der Ableitung der Zielsetzung dieser Arbeit wurde zunächst auf die Grundlagen des Technologie- und Innovationsmanagements eingegangen. Der Zielsetzung der Arbeit entsprechend, wurden relevante Vorgehensmodelle der Produktentwicklung und des Innovationsmanagements vorgestellt, um einen theoretischen Bezugsrahmen für das Vorgehensmodell einer strategieorientierten Vorentwicklung zu schaffen. Wichtige Strategien in Unternehmen, die strategische Produktplanung und strategische Ziele wurden in Kapitel 2.3 zusammengefasst und erläutert, um einerseits ein einheitliches Verständnis des Strategiebegriffs zu erzielen und andererseits die Bedeutung der Vorentwicklung für die Erreichung strategischer Ziele zu verdeutlichen. Da sich diese Arbeit auf die Entscheidung für oder gegen neue VE-Projekte und die Steuerung von VE-Projekten und Projektportfolios konzentriert, wurden etablierte Methoden und Verfahren vorgestellt, die den Entwicklungsprozess hierbei unterstützen können. Um das eigene Vorgehensmodell und die eigenen methodischen Ansätze situationsgerecht entwickeln bzw. anpassen zu können, wurde anschließend auf die Besonderheiten in der Vorentwicklung von OEMs eingegangen.

Das entwickelte Vorgehensmodell zeichnet sich durch folgende neue Aspekte aus:

- Darstellung eines strategieorientierten Innovationsprozesses für Komponenteninnovationen
- Betrachtung der Vorentwicklung als Mittel zur Erreichung strategischer Ziele
- Betonung und detaillierte Betrachtung strategischer Aktivitäten
- Schrittweise Konkretisierung von strategischen Rahmenbedingungen hin zu konkreten Innovationszielen, inkl. ggf. notwendiger organisatorischer Anpassungen
- Typologischer Ansatz zur Kategorisierung von Projektvorhaben
- Berücksichtigung von Transferaktivitäten für den Übergang von der Vorentwicklung zur Serienentwicklung

Darüber hinaus wurden im Rahmen dieser Arbeit unterschiedliche Tools zur Unterstützung des Vorgehensmodells entwickelt und deren Anwendung in der Praxis evaluiert.

Das eine Tool dient der Unterstützung bei der Kategorisierung, Bewertung und Auswahl von Projekten. Hierbei wird davon ausgegangen, dass die Anzahl und die Heterogenität der Projektvorhaben in der Vorentwicklung eine solche Komplexität mit sich bringen, dass zunächst eine Differenzierung in unterschiedliche Kategorien stattfinden sollte. Eine Bewertung und Vorauswahl ist innerhalb einer Kategorie durchzuführen, bevor anschließend eine Integration zu einem Gesamtportfolio möglich ist.

Das andere Tool dient zur Steuerung einzelner VE-Projekte, aber auch VE-Portfolios. Durch weitere Detaillierung der einzelnen Schritte der Produktkonkretisierung sowie Integration wesentlicher Informationen für einen erfolgreichen Transfer werden sowohl einzelne Projektmanager als auch Multiprojektmanager unterstützt. Außerdem können die im Tool doku-

mentierten Projekte und identifizierten Risiken dazu genutzt werden, um eine effiziente Kommunikation mit anderen relevanten Geschäftsbereichen zu beginnen.

Die Praxiserfahrungen aus dem Kooperationsprojekt verdeutlichen, dass die Rolle der Prozessbeteiligten einen großen Einfluss auf das methodische Vorgehen hat. Auch der Ansatz, VE-Projekte durch Transparenz und ein einheitliches Verständnis von Prozessphasen zu steuern, hat sich in der Praxis bestätigt. Damit die unterschiedlichen Rollen von Strategen, Entscheidungsträgern und Projektleitern und deren Anforderungen an Entscheidungs- und Steuerungsprozesse in Einklang gebracht und methodisch unterstützt werden können, sind zahlreiche Abstimmungen notwendig. Dabei hat sich die Workshop-Form, bei der die wichtigsten Prozesspartner eingebunden sind und bei der gemeinsam die Anforderungen an eine elektronische Unterstützung erarbeitet werden, in der Praxis etabliert. Insbesondere für die Akzeptanz des Tools zur Steuerung von VE-Projekten zeigte sich dieses Vorgehen erfolgreich, da sich die Beteiligten aus den Fachbereichen auch als Fürsprecher für eine Toollösung gegenüber skeptischen Kollegen erwiesen. Die identifizierten Inhalte der einzelnen VE-Projektphasen helfen neuen Projektleitern bei der Erstellung von individuellen Projektplänen.

Die ersten Evaluierungsergebnisse aus der praktischen Anwendung zeigen sich hinsichtlich der Bewertung und Steuerung von VE-Projekten vielversprechend, offenbaren jedoch gleichzeitig noch weiteren Handlungsbedarf, welcher anschließend erläutert wird.

7.2 Ausblick und weiterer Forschungsbedarf

Die Gestaltung von Innovationsprozessen für komplexe Produkte wie das Automobil stellt in der industriellen Praxis noch immer eine große Herausforderung dar. Insbesondere der Umgang mit der Komplexität aufgrund der Projektielfalt und zunehmender Vernetzung sorgt in vielen Fällen für Schwierigkeiten bei reibungslosen Prozess- und Entscheidungsabläufen. Nachfolgend werden Handlungsfelder genannt, die sowohl für das industrielle als auch wissenschaftliche Umfeld relevant sind.

IT-Einsatz

Die konzeptionellen Ansätze zur Projektbewertung und zur Steuerung von Projekten in der Vorentwicklung konnten im Praxiseinsatz bei einem OEM erfolgreich getestet werden und teilweise bereits in einem IT-basierten System umgesetzt werden. Es besteht allerdings noch Handlungsbedarf im Hinblick auf die Durchgängigkeit und die Integration weiterer Prozesspartner aus nicht technischen Geschäftsbereichen. Die IT-Umsetzung ist entsprechend weiter zu optimieren und schrittweise zu erweitern. Insbesondere die Ableitung der strategischen Ziele und Anforderungen wurden bisher hinsichtlich einer IT-Unterstützung nicht näher analysiert, was jedoch für eine durchgängige IT-Unterstützung notwendig wäre.

Rahmenbedingungen

Damit die konzeptionellen Ansätze zur Verbesserung der Innovationsfähigkeit beitragen können, müssen die Rahmenbedingungen in einigen Unternehmen verbessert werden. Dringliche Probleme, die sich aufgrund von Produktoffensiven, kurzfristiger finanzieller Erwartungen der Aktionäre, der Aktivitäten des Wettbewerbs und von Gesetzgebern ergeben, binden in der

Praxis sowohl einen Großteil der Entwicklungskapazitäten als auch der verfügbaren Managementzeit. Die Gestaltung und Sicherung einer innovationsfördernden Unternehmenskultur stellt ein Feld dar, in welchem weitere Untersuchungen sinnvoll erscheinen. Dies trifft auch auf die eingesetzten Organisationsformen in der Entwicklung zu. Durch die zunehmende Vernetzung von Komponenten im Fahrzeug werden etablierte Organisationsstrukturen verstärkt infrage gestellt werden müssen.

Gestaltung von Kooperation und Open Innovation

In Anbetracht der zunehmenden Vernetzung und Kooperation mit weiteren Unternehmen stellt sich die Frage nach dem Verhältnis zwischen Eigen- und Fremdleistung in der Vorentwicklung. Viele Projekte können aufgrund fehlenden Know-hows nur durch Kooperationen erfolgreich durchgeführt werden. Je höher allerdings der Fremdleistungsanteil in einem Projekt ist, desto weniger nachhaltig können eigene Kompetenzen aufgebaut werden. Es geht also nicht nur darum, welche Projekte in der Vorentwicklung verfolgt werden sollen, sondern auch, durch welche Projekte eigener Know-how-Aufbau betrieben werden soll, um auch längerfristig auf bestimmten Technologiegebieten Wettbewerbsvorteile generieren zu können. Der typologische Ansatz zur Kategorisierung von Projekttypen könnte als Grundlage für weitere Untersuchungen einer strategischen Ressourcen- und Kooperationsplanung genutzt werden.

Anzahl eigener VE-Projekte

Problematisch ist auch die Frage nach der Anzahl an VE-Projekten, die im Rahmen einer Organisation und der limitierten Anzahl an Ressourcen effizient gehandhabt werden kann. Da Pkws in erster Linie als Gesamtsysteme von Kunden wahrgenommen werden, können sich OEMs zwar stark auf bestimmte Technologiefelder fokussieren, um sich dort vom Wettbewerb zu differenzieren. Allerdings sind die Hersteller auch dazu gezwungen, den Abstand der Konkurrenten auf anderen Technologiefeldern so gering wie möglich zu halten, um möglichst keine kundenrelevanten Produktnachteile zuzulassen. Dies führt tendenziell zu einer Zunahme an Projekten in der Vorentwicklung. Nur durch ein geschicktes Fremdleistungs- und Kooperationsmanagement sowie eine flexible und situationsgerechte Anpassung der organisatorischen und kapazitiven Rahmenbedingungen wird die Vorentwicklung eines OEMs in der Lage sein, diesen Anforderungen gerecht zu werden.



8 Literaturverzeichnis

3M 2002

3M: A century of innovation. The 3M story. (2002).

<<http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=66666UuZjcFSLXTtlxMt4xT6EVuQEcuZgVs6EVs6E666666-->> – 01.12.2012.

ACCENTURE 2005

Accenture (Hrsg.): Was macht Innovationen erfolgreich? Wie die richtige Innovationsstrategie den Unternehmenswert steigert. (2005).

<http://www.accenture.com/SiteCollectionDocuments/Local_Germany/PDF/innovationen_erfolgreich.pdf> – 01.12.2012.

ADUNKA 2003

Adunka, R.: Rechnerunterstützter Bewertungsprozess im Umfeld methodischer Produktentwicklung. Düsseldorf: VDI-Verlag 2003. Zugl. Erlangen: Univ., Diss. 2002.

AKAO 1992

Akao, Y.: QFD – Quality Function Deployment. Landsberg/Lech: Moderne Industrie 1992.

ALBRECHT 1999

Albrecht, R.: Szenariogesteuertes Innovationsmanagement: Marketingorientierte Entwicklung eines konzeptionellen Rahmens für die Planung und Implementierung zukunftsrobuster Innovationsprozesse. Hamburg: Univ., Diss. 1999.

AMBROSY 1997

Ambrosy, S.: Methoden und Werkzeuge für die integrierte Produktentwicklung.. Aachen: Shaker 1997. Zugl. München: TU, Diss. 1996.

ANBARI 2003

Anbari, F. T.: Earned value project management method and extensions. In: Project Management Journal 34 (2003) 4, pp. 12-23.

ANDREASEN & HEIN 1987

Andreasen, M.; Hein, L.: Integrated product development. Bedford: IFS 1987.

ANDREW et al. 2007

Andrew, J. P.; Sirkin, H. L.; Haanaes, K.; Michael, D. C. (Hrsg.): Innovation 2007: A BCG Senior Management Survey. BCG Report (2007).

ANSOFF 1957

Ansoff, H. I.: Strategies for diversification. In: Harvard Business Review 35 (1957) 5, pp. 113-124.

ANSOFF & STEWART 1968

Ansoff, H. I.; Stewart, J. M.: Strategies for a technology-based business. In: McKinsey Quarterly 4 (1968) 3, pp. 26-42.

ANTHONY et al. 2006

Anthony, S. D.; Eyring, M.; Gibson, L.: Mapping your innovation strategy. In: Harvard Business Review 84 (2006) 5, pp. 104-113.

ANTONIOU & ANSOFF 2004

Antoniou, P. H.; Ansoff, H. I.: Strategic management of technology. In: Technology Analysis & Strategic Management 16 (2004) 2, pp. 275-291.

ARCHER & GHASEMZADEH 1999

Archer, N. P.; Ghasemzadeh, F.: An integrated framework for project portfolio selection. In: International Journal of Project Management 17 (1999) 4, pp. 207.

AURICH et al. 2006

Aurich, J. C.; Fuchs, C.; Wagenknecht, C.: Life cycle oriented design of technical product-service systems. In: Journal of Cleaner Production 14 (2006), pp. 1480-1494.

BADKE-SCHAUB 2004

Badke-Schaub, P.: Management kritischer Situationen: Produktentwicklung erfolgreich gestalten. Berlin: Springer 2004.

BAKER & SINKULA 2007

Baker, W. E.; Sinkula, J. M.: Does market orientation facilitate balanced innovation programs? An organizational learning perspective. In: Journal of Product Innovation Management 24 (2007) 4, pp. 316-334.

BANKS & WHEELWRIGHT 1979

Banks, R. L.; Wheelwright, S. C.: Operation vs. strategy: trading tomorrow for today. In: Harvard Business Review 57 (1979) 3, pp. 112-120.

BARNEY 1991

Barney, J.: Firm resources and sustained competitive advantage. In: Journal of Management 17 (1991) 1, pp. 99.

BARSKE 2001

Barske, H.: Innovations-Vorsprung: Strategische Erneuerung – Produktinnovation – Patentwesen. Düsseldorf: Symposium Publishing 2001.

BAUMBERGER 2007

Baumberger, G. C.: Methoden zur kundenspezifischen Produktdefinition bei individualisierten Produkten. München: Dr. Hut 2007. Zugl. München: TU, Diss. 2007.

BECKER 2007

Becker, H.: Auf Crashkurs Automobilindustrie im globalen Verdrängungswettbewerb (2. Auflage) Berlin: Springer 2007.

BECKER 2010

Becker, H.: Darwins Gesetz in der Automobilindustrie – Warum deutsche Hersteller zu den Gewinnern zählen. Heidelberg: Springer 2010.

BECKER et al. 2005

Becker, J.; Kugeler, M.; Rosemann, M. (Hrsg.): Prozessmanagement – Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung (5. Auflage). Berlin: Springer 2005.

BENDER 2004

Bender, B.: Erfolgreiche individuelle Vorgehensstrategien in frühen Phasen der Produktentwicklung. Düsseldorf: VDI-Verlag 2004. Zugl. Berlin: TU, Diss. 2004.

BERGER et al. 2007

Berger, H.; Willner, R.-G.; Einhorn, M.: Kundenorientierte Produktentwicklung am Beispiel des Audi Q7. In: Albers et al. (Hrsg.): Handbuch Produktmanagement: Strategieentwicklung – Produktplanung – Organisation – Kontrolle (3. Auflage). Wiesbaden: Gabler 2007, S. 967-979.

BESEL 2008

Besel, A.: Modellierung eines Prozesses zur unternehmensweiten Definition und Abstimmung von Innovations-Roadmaps. Ingolstadt: FH, Diplomarbeit 2008.

BIRCHER 2005

Bircher, M.: Die integrale Produktinnovation: Ein Ansatz zur Unterstützung von Innovationsprojekten. Zürich: ETH, Diss. 2005.

BMW AG 2002

BMW AG: Passion for innovation, OCI Award 2002. Orlando, USA, 2002. <www.pdma.org> – 14.11.2012

BMW AG 2010

BMW AG: BMW Group startet Pilotprojekt "BMW on Demand"
<<http://www.bmwarchiv.de/artikel/2010-10-22-bmw-group-startet-bmw-on-demand.html>> – 01.12.2012.

BOERSCH & ELSCHEN 2007

Boersch, C.; Elschen, R. (Hrsg.): Das Summa Summarum des Management – Die 25 wichtigsten Werke für Strategie, Führung und Veränderung. Wiesbaden: Gabler 2007.

BOUTELLIER et al. 1999

Boutellier, R.; Völker, R.; Voit, E.: Innovationscontrolling - Forschungs- und Entwicklungsprozesse gezielt planen und steuern. München: Hanser 1999.

BRANDENBURG 2002

Brandenburg, F.: Methodik zur Planung technologischer Produktinnovationen.. Aachen: Shaker 2002. Zugl. Aachen: RWTH, Diss. 2001.

BRAUN 2005

Braun, T. E.: Methodische Unterstützung der strategischen Produktplanung in einem mittelständisch geprägten Umfeld. München: Dr. Hut 2005. Zugl. München: TU, Diss. 2005.

BROCKHOFF 1999

Brockhoff, K.: Forschung und Entwicklung – Planung und Kontrolle (5. Auflage). München: Oldenbourg 1999.

BROCKHOFF 2007

Brockhoff, K.: Produktinnovation. In: Albers et al. (Hrsg.): Handbuch Produktmanagement: Strategieentwicklung – Produktplanung – Organisation – Kontrolle (3. Auflage). Wiesbaden: Gabler 2007, S. 20-48.

BROSE 1982

Brose, P.: Planung, Bewertung und Kontrolle technologischer Innovationen. Berlin: Erich Schmidt 1982.

BUCK et al. 1998

Buck, A.; Herrmann, C.; Lubkowitz, D.: Handbuch Trendmanagement: Innovation und Ästhetik als Grundlage unternehmerischer Erfolge. Frankfurt a. M.: Frankfurter Allg. Buch 1998.

BULLINGER 1994

Bullinger, H.-J.: Einführung in das Technologiemanagement: Modelle, Methoden, Praxisbeispiele. Stuttgart: Teubner 1994.

BULLINGER & WARSCHAT 1997

Bullinger, H.-J.; Warschat, J. (Hrsg.): Forschungs- und Entwicklungsmanagement – Simultaneous Engineering, Projektmanagement, Produktplanung, Rapid Product Development. Stuttgart: Teubner 1997.

BÜRCEL et al. 1996

Bürgel, H. D.; Haller, C.; Binder, M.: F-&-E-Management. München: Vahlen 1996.

CHESBROUGH & APPLEYARD 2007

Chesbrough, H. W.; Appleyard, M. M.: Open innovation and strategy. In: California Management Review 50 (2007) 1, pp. 57-76.

CHRISTENSEN & CHESBROUGH 2004

Christensen, C. M.; Chesbrough, H. W.: Technology markets, technology organization and appropriating the returns from research. In: Burgelman et al. (eds.): Strategic Management of Technology and Innovation. New York: McGraw-Hill/Irwin 2004, pp. 690-708.

CLARK & FUJIMOTO 1992

Clark, K. B.; Fujimoto, T.: Automobilentwicklung mit System. Frankfurt/Main: Campus-Verlag 1992.

COOPER 1988

Cooper, R. G.: Predevelopment activities determine new product success. In: Industrial Marketing Management 17 (1988) 3, pp. 237-247.

COOPER 2002

Cooper, R. G.: Top oder Flop in der Produktentwicklung – Erfolgsstrategien: von der Idee zum Launch. Weinheim: Wiley-VCH 2002.

COOPER 2005

Cooper, R. G.: Your NPD portfolio may be harmful to your business's health. In: PDMA Visions 29 (2005) 2, pp. 3-7.

COOPER 2006a

Cooper, R. G. (ed.): Formula for success in new product development: the seven principles of the latest Stage-Gate method add up to a streamlined, new-product idea-to-launch process. In: Working Paper No. 23, Product Development Institute (2006). <www.stage-gate.com/downloads/Formula_for_Success_in_New_Product_Development.pdf> – 01.12.2012.

COOPER 2006b

Cooper, R. G.: Managing technology development projects. In: Research Technology Management 49 (2006) 6, pp. 23-31.

COOPER et al. 1999

Cooper, R. G.; Edgett, S. J.; Kleinschmidt, E. J.: New product portfolio management: practices and performance. In: Journal of Product Innovation Management 16 (1999) 4, pp. 333-350.

COOPER et al. 2001a

Cooper, R. G.; Edgett, S. J.; Kleinschmidt, E. J.: Portfolio management for new product development: results of an industry practices study. In: R&D Management 31 (2001) 4, pp. 361-380.

COOPER et al. 2001b

Cooper, R. G.; Edgett, S. J.; Kleinschmidt, E. J.: Portfolio management for new products (2nd edition). Cambridge: Perseus 2001.

COOPER et al. 2002a

Cooper, R. G.; Edgett, S. J.; Kleinschmidt, E. J.: Optimizing the Stage-Gate process: what best-practice companies do – I. In: Research Technology Management 45 (2002) 5, pp. 21.

COOPER et al. 2002b

Cooper, R. G.; Edgett, S. J.; Kleinschmidt, E. J.: Optimizing the Stage-Gate process: what best-practice companies do – II. In: Research Technology Management 45 (2002) 6, pp. 43-49.

COOPER et al. 2004a

Cooper, R. G.; Edgett, S. J.; Kleinschmidt, E. J.: Benchmarking best NPD practices – I. In: Research Technology Management 47 (2004) 1, pp. 31-43.

COOPER et al. 2004b

Cooper, R. G.; Edgett, S. J.; Kleinschmidt, E. J.: Benchmarking best NPD practices – II. In: Research Technology Management 47 (2004) 3, pp. 50-59.

COOPER & KLEINSCHMIDT 1995

Cooper, R. G.; Kleinschmidt, E. J.: Benchmarking the firms critical success factors in new product development. In: Journal of Product Innovation Management 12 (1995) 5, pp. 374-391.

CRAMME & LINDSTÄDT 2005

Cramme, C.; Lindstädt, H.: Innovationsbereitschaft: Die Bedeutung von Vergütung und Arbeitsumfeld. In: Weissenberger-Eibl, M. A. (Hrsg.): Gestaltung von Innovationssystemen. Kassel: Cactus Group 2005, S. 137-159.

DAENZER & HUBER 2002

Daenzer, W. F.; Huber, F. (Hrsg.): Systems Engineering – Methodik und Praxis. Zürich: Industrielle Organisation 2002.

DAIMLER AG 2010

Daimler AG: Business Innovation: Kreative Keimzelle für neue Geschäftsideen
<<http://www.daimler.com>> – 21.01.2011.

DEMERS 2000

Demers, M. T.: Methoden zur dynamischen Planung und Steuerung von Produktentwicklungsprozessen. München: Dr. Hut 2000. Zugl. München: TU, Diss. 2000.

DIN 2009

DIN: DIN 69 901:2009-01. Berlin (2009).

DISSELKAMP 2005

Disselkamp, M.: Innovationsmanagement: Instrumente und Methoden zur Umsetzung im Unternehmen. Wiesbaden: Gabler 2005.

DÖRNER 1987

Dörner, D.: Problemlösen als Informationsverarbeitung (3. Auflage). Stuttgart: W. Kohlhammer 1987.

DÖRNER 2000

Dörner, D.: Die Logik des Misslingens. Hamburg: Rowohlt Verlag 2000.

DREWS & HILLEBRAND 2010

Drews, G.; Hillebrand, N.: Lexikon der Projektmanagement-Methoden. (2. Auflage) Freiburg: Haufe-Lexware 2010.

DYER & SINGH 1998

Dyer, J. H.; Singh, H.: The relational view: cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage. In: Academy of Management Review 23 (1998) 4, pp. 660-679.

EDMONDSON 2008

Edmondson, A. C.: The competitive imperative of learning. In: Harvard Business Review 86 (2008) 7/8, pp. 60-67.

EGGERT 2008

Eggert, M.: Vorentwicklungssteuerung mit Eisenhower-Portfolios – Eine Methode zur zielgerichteten Priorisierung von Innovationsvorhaben unter Ressourcenknappheit. Paderborn: Univ., Diss. 2008.

EHRENSPIEL 2003

Ehrlenspiel, K.: Integrierte Produktentwicklung – Denkabläufe Methodeneinsatz Zusammenarbeit (2. Auflage). München: Hanser 2003.

EHRENSPIEL 2007

Ehrlenspiel, K.: Integrierte Produktentwicklung – Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit (3. Auflage). München: Hanser 2007.

EHRENSPIEL 2009

Ehrlenspiel, K.: Integrierte Produktentwicklung – Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit (4. Auflage). München: Hanser 2009.

EHRENSPIEL ET AL. 2007

Ehrlenspiel, K.; Kiewert, A.; Lindemann, U.: Kostengünstig entwickeln und konstruieren: Kostenmanagement bei der integrierten Produktentwicklung (6. Auflage). Berlin: Springer 2007.

ERNST 2007

Ernst, H.: Management der Neuproduktentwicklung. In: Albers et al. (Hrsg.): Handbuch Produktmanagement: Strategieentwicklung – Produktplanung – Organisation – Kontrolle (3. Auflage). Wiesbaden: Gabler 2007, S. 423-444.

ERTL 2007

Ertl, M.: Das Innovationsmanagement der BMW Group – Strategie, Ziele und Prozesse. In: Engel et al. (Hrsg.): Innovationsmanagement – Von der Idee zum erfolgreichen Produkt. Heidelberg: Physica 2007, S. 61-74.

EVERSHEIM 2003

Eversheim, W. (Hrsg.): Innovationsmanagement für technische Produkte – Mit Fallbeispielen. Berlin: Springer 2003.

EVERSHEIM 2008

Eversheim, W. (ed.): Innovation management for technical products – systematic and integrated product development and production planning. Berlin: Springer 2008.

EVERSHEIM & SCHUH 2005

Eversheim, W.; Schuh, G. (Hrsg.): Integrierte Produkt- und Prozessgestaltung. Berlin: Springer 2005.

FARRUKH et al. 2004

Farrukh, C.; Fraser, P.; Hadjidakis, D.; Phaal, R.; Probert, D.; Tainsh, D.: Developing an integrated technology management process. In: Research Technology Management 47 (2004) 4, pp. 39-46.

FARSON & KEYES 2002

Farson, R.; Keyes, R.: The failure-tolerant leader. In: Harvard Business Review 80 (2002) 8, pp. 64-71.

FELDMANN 2007

Feldmann, C.: Strategisches Technologiemanagement – Eine empirische Untersuchung am Beispiel des deutschen Pharma-Marktes 1990–2010. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. 2007.
Zugl. Chemnitz: TU, Diss. 2005.

FELGEN 2007

Felgen, L.: Systemorientierte Qualitätssicherung für mechatronische Produkte. München: Dr. Hut 2007. Zugl. München: TU, Diss. 2007.

FINE 1998

Fine, C.: Clockspeed: winning industry control in the age of temporary advantage. New York: Basic Books (reprint) 1998.

FINE et al. 2002

Fine, C.; Vardan, R.; Pethick, R.; El-Hout, J.: Rapid-response capability in value-chain design. IN: MIT Sloan Management Review (Winter 2002) , pp.69-74.

FISCHER 2006

Fischer, B.: Vertikale Innovationsnetzwerke – Eine theoretische und empirische Analyse. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. 2006. Zugl. Mainz: Univ., Diss. 2005.

FLAIG 2005

Flaig, J. J.: Improving project selection using expected net present value analysis. In: Quality Engineering 17 (2005) 4, pp. 535-538.

FLEMING & KOPPELMAN 1999

Fleming, Q. W.; Koppelman, J. M.: Earned value project management ... an introduction. In: CROSSTALK – The Journal of Defense Software Engineering (1999) 7, pp. 10-14.

FRANKE et al. 2006

Franke, N.; von Hippel, E.; Schreier, M.: Finding commercially attractive user innovations: a test of lead-user theory. In: Journal of Product Innovation Management 23 (2006) 4, pp. 301-315.

FRANKE et al. 2009

Franke, S.; Kirschner, R.; Kain, A.; Becker, I.; Lindemann, U.: Managing early phases of innovation processes and the use of methods within – empirical results from an industry survey. In: Norell Bergendahl et al. (eds.): Proceedings of the 17th International Conference on Engineering Design (ICED'09), Stanford, Design Society, pp. 193-204.

FRANKE & LINDEMANN 2009

Franke, S.; Lindemann, U.: Systematisches Vorgehen in der Vorentwicklung. In: BerlinerKreis Wissenschaftliches Forum für Produktentwicklung e.V. (Hrsg.): NEWS – Mitteilungen des Berliner Kreises. 2009 (1).

FREITAG & STUDENT 2009

Freitag, M.; Student, D.: Der grosse Crash. In: *managemagazin* (2009) 3, S. 26-37.

FUHL 2006

Fuhl, F.: The influence factors of dynamic capabilities: the case of innovation speed at Korean electronics companies. St. Gallen: Uni., Diss. 2006.

<<http://www.unisg.ch/www/edis.nsf/SysLkpByIdentifier/3211>> – 14.05.2012.

GAHR 2006

Gahr, A.: *Pfadkostenrechnung individualisierter Produkte*. München: Dr. Hut 2006. Zugl. München: TU, Diss. 2006.

GÄLWEILER 2005

Gälweiler, A.: *Strategische Unternehmensführung* (3. Auflage). Frankfurt/Main: Campus 2005.

GASSMANN & KAUSCH 2005

Gassmann, O.; Kausch, C.: Den Technologietrend nicht verschlafen – Strategische Unternehmensführung mit Suchfeldanalyse. In: *Wissenschaftsmanagement* 2 (2005) März/April, S. 25-30.

GASSMANN & REEPMAYER 2003

Gassmann, O.; Reepmeyer, G.: Wertorientiertes Innovationsmanagement. In: Wiedmann et al. (Hrsg.): *Ganzheitliches Corporate Finance Management – Konzept, Anwendungsfelder, Praxisbeispiele*. Wiesbaden: Gabler 2003, S. 677-697.

GAUL 2000

Gaul, W.: *Analytic Hierarchy Process (AHP)*. Universität Karlsruhe (2000).
<<http://marketing.wiwi.uni-karlsruhe.de/institut/viror/kaiman/kaiman/print/ahp.pdf>> – 29.05.2010.

GAUSEMEIER & FINK 1999

Gausemeier, J.; Fink, A.: *Führung im Wandel: Ein ganzheitliches Modell zur zukunftsorientierten Unternehmensgestaltung*. München: Hanser 1999.

GAUSEMEIER et al. 2001

Gausemeier, J.; Ebbesmeyer, P.; Kallmeyer, F.: *Produktinnovation – Strategische Planung und Entwicklung der Produkte von morgen*. München: Hanser 2001.

GAUSEMEIER et al. 2004

Gausemeier, J.; Lindemann, U.; Schuh, G. (Hrsg.): *Planung der Produkte und Fertigungssysteme für die Märkte von morgen – Ein praktischer Leitfaden für mittelständische Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus*. Frankfurt/Main: VDMA-Verlag 2004.

GERPOTT 2005

Gerpott, T. J.: *Strategisches Technologie- und Innovationsmanagement* (2. Auflage). Stuttgart: Schäffer-Poeschel 2005.

GERST 2002

Gerst, M.: Strategische Produktentscheidungen in der integrierten Produktentwicklung. München: Dr. Hut 2002. Zugl. München: TU, Diss. 2002.

GERYBADZE 2004

Gerybadze, A.: Technologie- und Innovationsmanagement: Strategie, Organisation und Implementierung. Vahlen 2004.

GESCHKA & LENK 1999

Geschka, H.; Lenk, T.: Von der Strategischen Orientierung zum FuE-Programm. In: Möhrle, M. G. (Hrsg.): Der richtige Projekt-Mix: erfolgsorientiertes Innovations- und FuE-Management. Berlin: Springer 1999, S. 27-45.

GIAPOULIS 1998

Giapoulis, A.: Modelle für effektive Konstruktionsprozesse. Aachen: Shaker 1998. Zugl. München: TU, Diss. 1996.

GOMERINGER 2007

Gomeringer, A.: Eine integrative, prognosebasierte Vorgehensweise zur strategischen Technologieplanung für Produkte. Heimsheim: Jost-Jetter. 2007. Zugl. Stuttgart: Univ., Diss. 2007.

GÖPFERT 1998a

Göpfert, J.: Modulare Produktentwicklung: Komplexitätsbeherrschung durch gemeinsame Modularisierung von Produkt und Entwicklungsorganisation. In: Franke et al. (Hrsg.): Innovationsforschung und Technologiemanagement. Berlin: Springer 1998a, S. 139-151.

GÖPFERT 1998b

Göpfert, J.: Modulare Produktentwicklung: Zur gemeinsamen Gestaltung von Technik und Organisation. Wiesbaden: Gabler 1998.

GRABOWSKI & GEIGER 1997

Grabowski, H.; Geiger, K. (Hrsg.): Neue Wege zur Produktentwicklung. Stuttgart: Raabe 1997.

GRANIG 2007

Granig, P.: Innovationsbewertung: Potentialprognose und -steuerung durch Ertrags- und Risikosimulation. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. 2007. Zugl. Klagensfurt: Univ., Diss. 2005.

GULATI et al. 2006

Gulati, R.; Nohria, N.; Zaheer, A.: Strategic networks. In: Hahn et al. (Hrsg.): Strategische Unternehmensplanung – Strategische Unternehmensführung: Stand und Entwicklungstendenzen (9. Auflage). Berlin: Springer 2006, S. 293-309.

HAB & WAGNER 2006

Hab, G.; Wagner, R.: Projektmanagement in der Automobilindustrie: Effizientes Management von Fahrzeugprojekten entlang der Wertschöpfungskette (2. Auflage). Wiesbaden: Gabler 2006.

HAHN & TAYLOR 2006

Hahn, D.; Taylor, B.: Strategische Unternehmungsplanung – Strategische Unternehmungsführung: Stand und Entwicklungstendenzen (9. Auflage) Berlin: Springer 2006.

HAHNER 2000

Hahner, C. A.: Bewertung von Innovationsideen mit Hilfe von Lebenszyklusaufwand: Ausgleich technischer, ökonomischer und marktlicher Interessen bei der Auswahl von Produktinnovationen in der deutschen Automobilindustrie. Stuttgart: Uni., Diss. 2000. <<http://elib.uni-stuttgart.de/opus/volltexte/2000/619/>> – 25.11.2012.

HALES & SHAYNE 2004

Hales, C.; Shayne, G.: Managing engineering design. London: Springer 2004.

HALMAN et al. 2003

Halman, J. I.; Hofer, A. P.; van Vuuren, W.: Platform-driven development of product families: linking theory with practice. Journal of Product Innovation Management 20 (2003) 2, pp. 149-162.

HART & BAKER 1994

Hart, S. J.; Baker, M. J.: The multiple convergent processing model of new product development. International Marketing Review 11 (1994) 1, pp. 77-92.

HASSA 2006

Hassa, A.: Erfolgreiche Markenführung bei BMW. ‚Kontakte‘ (Marketing-Club Nürnberg e.V.) (2006) 33. Ausgabe, S. 3.

HAUSCHILDT 2004

Hauschildt, J.: Innovationsmanagement (3. Auflage). München: Vahlen 2004.

HAUSCHILDT & SALOMO 2007

Hauschildt, J.; Salomo, S.: Innovationsmanagement (4. Auflage). München: Vahlen 2007.

HEFTRICH 2001

Heftrich, F.: Moderne F&E-Zusammenarbeiten in der Automobilindustrie : Organisation und Instrumente. Siegen: Univ., Diss. 2001.
< <http://dokumentix.ub.uni-siegen.de/opus/volltexte/2006/129/pdf/heftrich.pdf> > – 02.12.2012.

HEIDENBERGER & STUMMER 1999

Heidenberger, K.; Stummer, C.: Research and development project selection and resource allocation: a review of quantitative modelling approaches. In: International Journal of Management Reviews 1 (1999) 2, pp. 197-224.

HEIßING 2007

Heißing, B.: Skriptum zur Vorlesung WS 2007/ 2008: Straßenfahrzeuge: Entwurf und Simulation, TU München, 2007.

HEIßING 2008

Heißing, B.: Skriptum zur Vorlesung WS 2008/ 2009: Straßenfahrzeuge: Entwurf und Simulation, TU München, 2008.

HERFELD 2007

Herfeld, U.: Matrix-basierte Verknüpfung von Komponenten und Funktionen zur Integration von Konstruktion und numerischer Simulation. München: Verl. Dr. Hut 2007. Zugl. München: TU, Diss. 2007.

HERSTATT & VERWORN 2007

Herstatt, C.; Verworn, B. (Hrsg.): Management der frühen Innovationsphasen: Grundlagen – Methoden – Neue Ansätze (2. Auflage). Wiesbaden: Gabler 2007.

HINTERHUBER & MATZLER 2006

Hinterhuber, H. H.; Matzler, K. (Hrsg.): Kundenorientierte Unternehmensführung: Kundenorientierung – Kundenzufriedenheit – Kundenbindung. Wiesbaden: Gabler 2006.

HIPPEL 1988

Hippel, E. v.: The sources of innovation. New York: Oxford Univ. Press 1988.

HIPPEL 2005

Hippel, E. v.: Democratizing innovation. Cambridge: MIT Press 2005.

HORVÁTH 2009

Horváth, P.: Erneuerung des Controllings. In: Bullinger et al. (Hrsg.): Handbuch Unternehmensorganisation – Strategien, Planung, Umsetzung. Berlin: Springer 2009, S. 949-956.

HUNGENBERG & WULF 2007

Hungenberg, H.; Wulf, T.: Grundlagen der Unternehmensführung (3. Auflage). Berlin: Springer 2007.

HÜTTENRAUCH & BAUM 2008

Hüttenrauch, M.; Baum, M.: Effiziente Vielfalt die dritte Revolution in der Automobilindustrie. Berlin: Springer 2008.

JAHN 2009

Jahn, T.: Portfolio- und Reifegradmanagement für Innovationsprojekte zur Multiprojektsteuerung in der frühen Phase der Produktentwicklung. Stuttgart: Univ., Diss. 2009. < <http://elib.uni-stuttgart.de/opus/volltexte/2010/5195/> > – 01.12.2012.

JARUZELSKI et al. 2005

Jaruzelski, B.; Dehoff, K.; Bordia, R.: The Booz Allen Hamilton Global Innovation 1000: Money isn't everything. In: Strategy and Business 41 (2005)

JOCHUM 1999

Jochum, E. (Hrsg.): Arbeitspapier Nr. 14: Hoshin Kanri / Management by Policy (MbP). Hochschule für Bankwirtschaft, Frankfurt/Main (1999). < <http://d-nb.info/989465195/34> > – 01.12.2012.

JOHNE & SALOMO 2007

Johne, A.; Salomo, S.: Organisation der Produktinnovation. In: Albers et al. (Hrsg.): Handbuch Produktmanagement: Strategieentwicklung – Produktplanung – Organisation – Kontrolle (3. Auflage). Wiesbaden: Gabler 2007, S. 717-740.

KAISIG 2008

Kaisig, N.: Analyse der Schnittstellen im Innovationsprozess – über die Möglichkeiten der frühen Integration der Fachbereiche Marketing und Produktion). Ingolstadt: FH, Diplomarbeit 2008.

KALUZA & WINKLER 2008

Kaluza, B.; Winkler, H.: Umsetzung multilokaler-hybrider Wettbewerbsstrategien mit Internationalen Wertschöpfungsnetzwerken. In: Himpel et al. (Hrsg.): Spektrum des Produktions- und Innovationsmanagements: Komplexität und Dynamik im Kontext von Interdependenz und Kooperation; Festgabe für Klaus Bellmann zum 65. Geburtstag. Wiesbaden: Gabler 2008, S. 33-53.

KEIJZER 2007

Keijzer, W. C.: Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken – ein Modell am Beispiel der Automobilindustrie. München: TU, Diss. 2007.

KERKA et al. 2007

Kerka, F.; Kriegesmann, B.; Schwering, M. G.; Happich, J.: ‚Big Ideas‘ erkennen und Flops vermeiden – System zur Beurteilung der Erfolgsaussichten von Investments in Kompetenzentwicklung und Innovation. In: Kriegesmann et al. (Hrsg.): Innovationskulturen für den Aufbruch zu Neuem: Missverständnisse – praktische Erfahrungen – Handlungsfelder des Innovationsmanagements. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. 2007, S. 272-320.

KERSSENS-VAN DRONGELEN & BILDERBEEK 1999

Kerssens-van Drongelen, I.; Bilderbeek, J.: R&D performance measurement: More than choosing a set of metrics. In: R&D Management 29 (1999) 1, p. 35.

KERSSENS-VAN DRONGELEN & COOK 1997

Kerssens-van Drongelen, I.; Cook, A.: Design principles for the development of measurement systems for research and development processes. In: R&D Management 27 (1997) 4, pp. 345-357.

KILIAN 2009

Kilian, K.: So bringen Sie Ihre Marke auf Kurs. In: Absatzwirtschaft (2009) 4, S. 42-43.

KIRSCHBAUM 2005

Kirschbaum, R.: Open innovation in practice. In: Research Technology Management 48 (2005) 4, pp. 24-28.

KLEINSCHMIDT et al. 1996

Kleinschmidt, E. J.; Geschka, H.; Cooper, R. G.: Erfolgsfaktor Markt – Kundenorientierte Produktinnovation. Berlin: Springer 1996.

KLEINSCHMIDT et al. 2007

Kleinschmidt, E. J.; de Brentani, U.; Salomo, S.: Performance of global new product development programs: a resource-based view. In: Journal of Product Innovation Management 24 (2007) 5, pp. 419-441.

KOBE 2001

Kobe, C.: Integration der Technologiebeobachtung in die Frühphase von Innovationsprojekten. St. Gallen: Univ., Diss. 2001.

KOHN et al. 2007

Kohn, S.; Ernst, H.; Hüsigg, S.: Die Rolle der Organisationskultur in den frühen Phasen des Innovationsprozesses. In: Herstatt, et al. (Hrsg.): Management der frühen Innovationsphasen: Grundlagen – Methoden – Neue Ansätze (2. Auflage). Wiesbaden: Gabler 2007, S. 165-181.

KONTOS 2004

Kontos, G.: Bewertung des Erfolgs von Unternehmensnetzwerken in der F&E. Aachen: RWTH, Diss. 2004. < <http://darwin.bth.rwth-aachen.de/opus3/volltexte/2004/903/> > – 25.11.2012.

KORTE & KUNSCH 2007

Korte, M.; Kunsch, P.: Such- und Entwicklungsfelder bestimmen – Der Blick in die Zukunft für neue Technologien auf der Straße. IQPC Konferenz. Frankfurt/Main. 26.03.2007.

KRIEGESMANN & KERKA 2007

Kriegesmann, B.; Kerka, F. (Hrsg.): Innovationskulturen für den Aufbruch zu Neuem: Missverständnisse – praktische Erfahrungen – Handlungsfelder des Innovationsmanagements. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. 2007.

KRUBASIK 1982

Krubasik, E. G.: Technologie – Strategische Waffe. In: Wirtschaftswoche 36 (1982) 25, S. 28-33.

KUHLENKÖTTER 2002

Kuhlenkötter, B.: Beitrag zur Produktentwicklung – Systematik zur unternehmensspezifischen Methodenauswahl. Aachen: Shaker 2002. Zugl. Dortmund: Univ., Diss 2001.

KUSTER et al. 2008

Kuster, J.; Huber, E.; Lippmann, R.; Schmid, A.; Schneider, E.; Witschi, U.; Wüst, R.: Handbuch Projektmanagement (2. Auflage). Berlin: Springer 2008.

LAUX 2006

Laux, H.: Unternehmensrechnung, Anreiz und Kontrolle: Die Messung, Zurechnung und Steuerung des Erfolges als Grundprobleme der Betriebswirtschaftslehre (3. Auflage). Berlin: Springer 2006.

LAUX & LIERMANN 2005

Laux, H.; Liermann, F.: Grundlagen der Organisation: Die Steuerung von Entscheidungen als Grundproblem der Betriebswirtschaftslehre (6. Auflage). Berlin: Springer 2005.

LENK 1994

Lenk, E.: Zur Problematik der technischen Bewertung. München: Hanser 1994.
Zugl. München: TU, Diss. 1993.

LEONARD & RAYPORT 1997

Leonard, D.; Rayport, J. F.: Spark innovation through empathic design. In: Harvard Business Review 75 (1997) 6, pp. 102-113.

LICHTENTHALER 2005

Lichtenthaler, E.: Methoden der Technologiefrüherkennung und Kriterien zu ihrer Auswahl. In: Möhrle et al. (Hrsg.): Technologie-Roadmapping: Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen (2. Auflage). Berlin: Springer 2005, S. 54-80.

LINDEMANN 2007

Lindemann, U.: Methodische Entwicklung technischer Produkte – Methoden flexibel und situationsgerecht anwenden (2. Auflage). Berlin: Springer 2007.

LINDEMANN 2009

Lindemann, U.: Methodische Entwicklung technischer Produkte – Methoden flexibel und situationsgerecht anwenden (3. Auflage). Dordrecht: Springer 2009.

LINDEMANN 2010

Lindemann, U.: Herausforderungen wahrnehmen – Zyklen in Innovationsprozessen, SFB 768 – Ergebniskolloquium am 12. und 13. Oktober 2010. TU München, 2010.

LINDEMANN et al. 2006

Lindemann, U.; Reichwald, R.; Zäh, M. (Hrsg.): Individualisierte Produkte: Komplexität beherrschen in Entwicklung und Produktion. Berlin: Springer 2006.

LINDEMANN et al. 2009

Lindemann, U.; Maurer, M.; Braun, T.: Structural complexity management: an approach for the field of product design. Berlin: Springer 2009.

LINDEMANN & BAUMBERGER 2006

Lindemann, U.; Baumberger, G. C.: Individualisierte Produkte. In: Lindemann et al. (Hrsg.): Individualisierte Produkte: Komplexität beherrschen in Entwicklung und Produktion. Berlin: Springer 2006, S. 7-16.

LINDEMANN & STETTER 1997

Lindemann, U.; Stetter, R.: Restrukturierungsprozesse in Entwicklung und Konstruktion – Beteiligte und Betroffene. In: VDI (Hrsg.): Unternehmenserfolg durch Restrukturierung von Entwicklungs- und Konstruktionsprozessen: Tagung Fellbach, 5./6. Juni 1997. Düsseldorf: VDI Verlag 1997, S. 175-193. (VDI-Berichte 1338).

LITTLE 1988

Little, A. D.: Innovation als Führungsaufgabe. Frankfurt/Main: Campus 1988.

LORENZ 2008

Lorenz, M.: Handling of strategic uncertainties in integrated product development. München: TU, Diss. 2008. <<http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn:nbn:de:bvb:91-diss-20080424-649949-1-4>> – 01.12.2012.

LÜHRING 2007

Lühring, N.: Innovationsfördernde Organisationsstrukturen unter Berücksichtigung früher Innovationsphasen. In: Herstatt et al. (Hrsg.): Management der frühen Innovationsphasen: Grundlagen – Methoden – Neue Ansätze (2. Auflage). Wiesbaden: Gabler 2007, S. 135-164.

LÜTHJE 2007

Lüthje, C.: Methoden zur Sicherstellung von Kundenorientierung in den frühen Phasen des Innovationsprozesse. In: Herstatt et al. (Hrsg.): Management der frühen Innovationsphasen: Grundlagen – Methoden – Neue Ansätze (2. Auflage). Wiesbaden: Gabler 2007, S. 39-60.

MACHARZINA 2003

Macharzina, K.: Unternehmensführung (4. Auflage). Wiesbaden: Gabler 2003.

MACHARZINA & WOLF 2005

Macharzina, K.; Wolf, J.: Unternehmensführung: Das internationale Managementwissen (5. Auflage). Wiesbaden: Gabler 2005.

MACHATE 2006

Machate, A.: Zukunftsgestaltung durch Roadmapping – Vorgehensweise und Methodeneinsatz für eine zielorientierte Erstellung und Visualisierung von Roadmaps. München: TU, Diss. 2006.

MARTIN 1994

Martin, M. J. C.: Managing innovation and entrepreneurship in technology-based firms. New York: John Wiley & sons 1994. (Wiley series in engineering & technology management).

MAY-PLUMLEE & LITTLE 1998

May-Plumlee, T.; Little, T. J.: No-interval coherently phased product development model for apparel. In: International Journal of Clothing Science and Technology 10 (1998) 5, pp. 342-364.

MCLEAN 2007

McLean, J.: The art of thinking outside the box. In: Manager: British Journal of Administrative Management (2007) 60, p. 16.

MEFFERT et al. 2008

Meffert, H.; Burmann, C.; Kirchgeorg, M.: Marketing – Grundlagen marktorientierter Unternehmensführung (10. Auflage). Wiesbaden: 2008.

MEIER 2003

Meier, M. (Hrsg.): Der Innovations-Prozess. Zentrum für Produkt Entwicklung (Vorlesungsskript WS 2003/04), ETH Zürich (2003). <<http://dx.doi.org/10.3929/ethz-a-004631681>> – 01.12.2012.

MERCER MANAGEMENT CONSULTING 2004

Mercer Management Consulting (Hrsg.): Future Automotive Industry Structure (FAST) 2015 – die neue Arbeitsteilung in der Automobilindustrie. Frankfurt/Main: VDA 2004.

METZE 2008

Metze, G.: Technologie-Portfolio als Methodik der Inventions- und Innovationsbewertung – Prolegomena zu Metriken für Inventionen und Innovationen. In: Schmeisser et al. (Hrsg.): Innovationserfolgsrechnung – Innovationsmanagement und Schutzrechtsbewertung, Technologieportfolio, Target-Costing, Investitionskalküle und Bilanzierung von FuE-Aktivitäten. Berlin: Springer 2008, S. 325-346.

MIKKOLA 2001

Mikkola, J. H.: Portfolio management of R&D projects: implications for innovation management. In: Technovation 21 (2001) 7, S. 423-435.

MILD 2002

Mild, T.: Bewertung technologischer Ressourcen – Erarbeitung einer systematischen methodengestützten Vorgehensweise zur Beschleunigung von Managemententscheidungen im Rahmen von Entwicklungsvorhaben. Aachen: Shaker 2002. Zugl. Erlangen: Univ., Diss. 2002.

MILLER et al. 1971

Miller, G. A.; Galanter, E.; Pribram, K. H.: Plans and the structure of behavior. London: Holt 1971.

MILLER & DESS 1993

Miller, A.; Dess, G. G.: Assessing Porter's (1980) model in terms of generalization, accuracy and simplicity. In: Journal of Management Studies 30 (1993) 4, pp. 553-585.

MINTZBERG 1987a

Mintzberg, H.: Crafting strategy. In: Harvard Business Review 65 (1987) 4, pp. 66-75.

MINTZBERG 1987b

Mintzberg, H.: The strategy concept I: five Ps for strategy. In: California Management Review 30 (1987) 1, pp. 11-24.

MINTZBERG 1987c

Mintzberg, H.: The strategy concept II: another look at why organizations need strategies. In: California Management Review 30 (1987) 1, pp. 25-32.

MINTZBERG 1994

Mintzberg, H.: The fall and rise of strategic planning. In: Harvard Business Review 72 (1994) 1, pp. 107-114.

MINTZBERG & LAMPEL 1999

Mintzberg, H.; Lampel, J.: Reflecting on the strategy process. In: Sloan Management Review 40 (1999) 3, pp. 21-30.

MÖHRLE 1994

Möhrle, M. G.: Instrumentelles FuE-Programm-Management – Das Zusammenspiel von FuE-Programm-Portfolio und FuE-Projektverflechtungsgraph. In: Zahn, E. (Hrsg.): Technologie-management und Technologien für das Management. Stuttgart: Schäffer-Poeschel 1994.

MÖHRLE & ISENMANN 2005

Möhrle, M. G.; Isenmann, R.: Technologie-Roadmapping: Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen (2. Auflage). Berlin Springer 2005.

MÖHRLE & VOIGT 1993

Möhrle, M. G.; Voigt, I.: Das FuE-Programm-Portfolio in praktischer Erprobung. In: ZfB – Zeitschrift für Betriebswirtschaft 63 (1993) 10, S. 973-992.

MÖLLER et al. 2011

Möller, K.; Menninger, J.; Robers, D.: Innovationscontrolling – Erfolgreiche Steuerung und Bewertung von Innovationen. Stuttgart: Schäffer-Poeschel 2011.

MORGAN & LIKER 2006

Morgan, J. M.; Liker, J. K.: The Toyota product development system: integrating people, process, and technology. New York: Productivity Press 2006.

MÜLLER 2007

Müller, B.: Porters Konzept generischer Wettbewerbsstrategien: Präzisierung und empirische Überprüfung. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. 2007. Zugl. Bern: Univ., Diss. 2005.

NONAKA 2007

Nonaka, I.: The knowledge-creating company. In: Harvard Business Review 85 (2007) 7/8, pp. 162-171.

NONAKA & TAKEUCHI 1995

Nonaka, I.; Takeuchi, H.: The knowledge-creating company. New York: Oxford University Press 1995.

O'REILLY & RAO 1997

O'Reilly, B.; Rao, R. M.: The secrets of America's most admired corporations: new ideas new products. In: Fortune 135 (1997) 4, pp. 60-64.

OECD 1997

OECD (Hrsg.): Oslo Manual: Proposed guidelines for collecting and interpreting innovation data (2. Auflage). Paris: OECD/Eurostat 1997.

OECD 2002

OECD: Frascati Manual: Proposed standard practice for surveys on research and experimental development. Paris: OECD 2002.

ORTH 2008

Orth, L.: Multiprojektmanagement zur strategischen Steuerung des Vorentwicklungsportfolios in der Automobilindustrie. Darmstadt: TU, Diplomarbeit 2008.

PAHL et al. 2005

Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J.; Grote, K.-H.: Konstruktionslehre – Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung; Methoden und Anwendung (6. Auflage). Berlin: Springer 2005.

PAHL et al. 2007

Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J.; Grote, K.-H.: Konstruktionslehre – Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung. Methoden und Anwendung (7. Auflage). Berlin: Springer 2007.

PATZAK 1982

Patzak, G.: Systemtechnik – Planung komplexer innovativer Systeme: Grundlagen, Methoden, Techniken. Berlin: Springer 1982.

PEARSON 2002

Pearson, A. E.: Tough-minded ways to get innovative. In: Harvard Business Review 80 (2002) 8, pp. 117-125.

PERDUE et al. 1999

Perdue, R. K.; McAllister, W. J.; King, P. V.; Berkey, B. G.: Valuation of R and D projects using options pricing and decision analysis models. In: Interfaces 29 (1999) 6, pp. 57-74.

PERLITZ & PESKE 1999

Perlitz, M.; Peske, T.: Real options valuation: The new frontier in R&D project evaluation? In: R&D Management 29 (1999) 3, pp. 255.

PFEIFFER et al. 1991

Pfeiffer, W.; Metze, G.; Schneider, W.; Amler, R.: Technologie-Portfolio zum Management strategischer Zukunftsgeschäftsfelder (6. Auflage). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht 1991.

PFEIFFER & WEISS 1995

Pfeiffer, W.; Weiss, E.: Methoden zur Analyse und Bewertung technologischer Alternativen. In: Zahn (Hrsg.): Handbuch Technologiemanagement. Stuttgart: Schaefer-Poeschel 1995, S. 661-679.

PHAAL et al. 2003

Phaal, R.; Farrukh, C.; Mitchell, R.; Probert, D.: Starting-up roadmapping fast. In: Research Technology Management 46 (2003) 2, p. 52.

PHAAL et al. 2004

Phaal, R.; Farrukh, C.; Probert, D.: Customizing roadmapping. In: Research Technology Management 47 (2004) 2, pp. 26-37.

PICOT et al. 2007

Picot, A.; Reichwald, R.; Wigand, R. T.: Die grenzenlose Unternehmung. Information, Organisation und Management. In: Boersch et al. (Hrsg.): Das Summa Summarum des Management – Die 25 wichtigsten Werke für Strategie, Führung und Veränderung. Wiesbaden: Gabler 2007, pp. 35-48.

PILLER 2006

Piller, F. T.: Mass Customization: Ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter (4. Auflage). Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. 2006.

PLESCHAK & SABISCH 1996

Pleschak, F.; Sabisch, H.: Innovationsmanagement. Stuttgart: Schäffer-Poeschel 1996.

POH et al. 2001

Poh, K. L.; Ang, B. W.; Bai, F.: A comparative analysis of R&D project evaluation methods. In: R&D Management 31 (2001) 1, pp. 63-75.

PONN 2007

Ponn, J. C.: Situative Unterstützung der methodischen Konzeptentwicklung technischer Produkte. München: Dr. Hut 2007. Zugl. München: TU, Diss. 2007.

PONN 2008

Ponn, J. C.: Konzeptentwicklung und Gestaltung technischer Produkte: Optimierte Produkte – systematisch von Anforderungen zu Konzepten. Berlin: Springer 2008.

POPP & SCHMITT 1999

Popp, W.; Schmitt, M.: Informationsgewinn beim Risikomanagement von Innovationsvorhaben. In: Tintelnot et al. (Hrsg.): Innovationsmanagement. Berlin: Springer 1999, S. 99-107.

PORTER 1979

Porter, M. E.: How competitive forces shape strategy. In: Harvard Business Review 57 (1979) 2, pp. 137-145.

PORTER 1980

Porter, M. E.: Competitive strategy: techniques for analyzing industries and competitors. New York: Free Press 1980.

PORTER 1985

Porter, M. E.: Competitive advantage. New York: Free Press 1985.

PORTER 1996

Porter, M. E.: What is strategy? In: Harvard Business Review 74 (1996) 6, pp. 61-78.

PORTER 2006

Porter, M. E.: Creating tomorrow's advantages. In: Hahn et al. (Hrsg.): Strategische Unternehmensplanung – Strategische Unternehmensführung: Stand und Entwicklungstendenzen (9. Auflage). Berlin: Springer 2006, S. 267-274.

PORTER 2008

Porter, M. E.: The five competitive forces that shape strategy. In: Harvard Business Review 86 (2008) 1, pp. 78-93.

**PRAHALAD & HAMEL 1990**

Prahalad, C. K.; Hamel, G.: The core competence of the corporation. In: Harvard Business Review 68 (1990) 3, pp. 79-91.

PRATHER 2005

Prather, C. W.: The dumb thing about smart goals for innovation. In: Research Technology Management 48 (2005) 5, pp. 14-15.

PRATHER 2008

Prather, C. W.: Use mistakes to foster innovation. In: Research Technology Management 51 (2008) 2, pp. 14-16.

PROBERT et al. 2003

Probert, D. R.; Farrukh, C. J. P.; Phaal, R.: Technology roadmapping: developing a practical approach for linking resources to strategic goals. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers – Part B – Engineering Manufacture 217 (2003) 9, pp. 1183.

PROFF 2008

Proff, H.: Dynamisches Automobilmanagement: Strategien für Hersteller und Zulieferer im internationalen Wettbewerb. Wiesbaden: Gabler 2008.

PULLMAN et al. 2002

Pullman, M. E.; Moore, W. L.; Wardell, D. G.: A comparison of quality function deployment and conjoint analysis in new product design. In: Journal of Product Innovation Management 19 (2002) 5, pp. 354-364.

PULM 2004

Pulm, U.: Eine systemtheoretische Betrachtung der Produktentwicklung. München: TU, Diss. 2004.

RADTKE et al. 2004

Radtke, P.; Abele, E.; Zielke, A. E.: Die smarte Revolution in der Automobilindustrie. Redline Wirtschaft bei Ueberreuter 2004.

RAYNOR & LEROUX 2004

Raynor, M. E.; Leroux, X.: Strategic flexibility in R&D. In: Research Technology Management 47 (2004) 3, pp. 27-32.

REICHLE 2006

Reichle, M.: Bewertungsverfahren zur Bestimmung des Erfolgspotenzials und des Innovationsgrades von Produktideen und Produkten. Stuttgart: Univ., Diss. 2006.

REICHWALD & SCHMELZER 1990

Reichwald, R.; Schmelzer, H. J. (Hrsg.): Durchlaufzeiten in der Entwicklung: Praxis des industriellen F&E-Managements. München: Oldenbourg 1990.

RENNER 2007

Renner, I.: Methodische Unterstützung funktionsorientierter Baukastenentwicklung am Beispiel Automobil. München: TU, Diss. 2007.

RENZ 2006

Renz, M.-J.: Audi – brand management driven success, Präsentation am Tegernsee 2006.
<http://www.volkswagenag.com/vwag/vwcorp/info_center/de/talks_and_presentations/2006/08/audi_-_brand_management.-bin.acq/qual-BinaryStorageItem.Single.File/20060830_Audi_TT_Event.pdf> – 01.12.2012

RENZ 2007

Renz, M.-J.: Die Marke als Plattform zur Nutzung von Preispotenzialen – Markenstärke als fester Bestandteil eines profitablen Wachstums, 17. GfM Marketing-Trend-Tagung. Zürich, 2007. <<http://www.gfm.ch/mtt/2007/Renz.pdf>> – 01.12.2012

RESKE 2002

Reske, M.: Systematische Planung von F&E-Prozessverbesserungsprojekten: Ein QFD-Planungsansatz am Beispiel von Entwicklungsprozessen in der Automobilindustrie. Aachen: Shaker 2002. Zugl. Kaiserslautern: Univ., Diss. 2001.

RIGBY & BILODEAU 2007

Rigby, D.; Bilodeau, B. (Hrsg.): Management tools and trends 2007. Boston: Bain & Company 2007.

ROGERS 2003

Rogers, E. M.: Diffusion of innovations (5th edition). New York: Free Press 2003.

SAATY 1980

Saaty, T. L.: The analytical hierarchy process. New York: McGraw-Hill 1980.

SALOMO et al. 2007

Salomo, S.; Gemünden, H. G.; Billing, F.: Dynamisches Schnittstellenmanagement radikaler Innovationsvorhaben. In: Herstatt et al. (Hrsg.): Management der frühen Innovationsphasen: Grundlagen – Methoden – Neue Ansätze (2. Auflage). Wiesbaden: Gabler 2007, S. 214-248.

SANDMEIER 2007

Sandmeier, P.: Extreme Innovation: Lektionen für die industrielle Kundenintegration aus der Software-Industrie. In: Herstatt et al. (Hrsg.): Management der frühen Innovationsphasen: Grundlagen – Methoden – Neue Ansätze (2. Auflage). Wiesbaden: Gabler 2007, S. 182-198.

SANZ et al. 2007

Sanz, F. J. G.; Semmler, K.; Walther, J. (Hrsg.): Die Automobilindustrie auf dem Weg zur globalen Netzwerkkompetenz: Effiziente und flexible Supply Chains erfolgreich gestalten Berlin: Springer 2007.

SCHLICKSUPP 2004

Schlicksupp, H.: Innovation, Kreativität und Ideenfindung (6. Auflage). Würzburg: Vogel 2004.

SCHMELZER 1999

Schmelzer, H. J.: Organisation und Bewertung von Produktentwicklungsprozessen. In: Tintelnot et al. (Hrsg.): Innovationsmanagement. Berlin: Springer 1999, S. 205-234.

SCHMIDT & VEST 2010

Schmidt, D.; Vest, P.: Die Energie der Marke – Ein konsequentes und pragmatisches Markenführungskonzept. Wiesbaden: Gabler 2010.

SCHMITT 2008

Schmitt, M.: Tagungsvortrag am 26. Februar 2008: Innovationsbewertung mittels Discounted Cash Flow und Realen Optionen in technologieintensiven Unternehmen, Tagung Innovationsbewertung – Methoden, Kriterien, Prozesse. München, 2008.

SCHÖNING 2006

Schöning, S.: Potenzialbasierte Bewertung neuer Technologien. Aachen: Shaker 2006. Zugl. Aachen: RWTH, Diss. 2006. (Berichte aus der Produktionstechnik Bd. 7/2006).

SCHÖPFEL et al. 2007

Schöpfel, A.; Stingl, H.; Schwarz, R.; Dick, W.; Biesalski, A.: Der neue A4 - Audi drive select. In: ATZ MTZ extra Sonderausgabe September (2007) S. 124-138.

SCHOTT & CAMPANA 2005

Schott, E.; Campana, C. (Hrsg.): Strategisches Projektmanagement. Berlin: Springer 2005.

SCHRÖDER 2009

Schröder, C.: Audi startet Förderprojekt „e-performance“ im Oktober. (2009).
<<http://www.atzonline.de/Aktuell/Nachrichten/1/10495/Audi-startet-Foerderprojekt-e-performance-im-Oktober.html>> – 01.12.2012.

SCHUH et al. 2008

Schuh, G.; Eversheim, W.; Jung, M.; Lenders, M.; Schöning, S.: Lean Innovation – ein Widerspruch in sich? In: Marxt et al. (Hrsg.): Business Excellence in technologieorientierten Unternehmen. Berlin: Springer 2008, S. 12-20.

SCHUMPETER 1931

Schumpeter, J. A.: Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung – Eine Untersuchung über Unternehmergewinn, Kapital, Zins und Konjunkturzyklus (3. Auflage). Leipzig: 1931.

SCOTT 1999

Scott, G. M.: Top priority management concerns about new product development. In: Academy of Management Executive 13 (1999) 3, pp. 77-84.

SCOTT 2001

Scott, G. M.: Strategic planning for technology products. In: R&D Management 31 (2001) 1.

SEIBERT 1998

Seibert, S.: Technisches Management. Stuttgart: Teubner 1998.

SHRIEVES & WACHOWICZ JR 2001

Shrieves, R. E.; Wachowicz Jr. J. M.: Free cash flow (FCF), economic value added (EVA), and net present value (NPV): a reconciliation of variations of discounted-cash-flow (DCF) valuation. In: Engineering Economist 46 (2001) 1, p. 33.

SIEMENS AG 2011

Siemens AG: Pictures of the Future – die strategische Zukunftsplanung bei Siemens.
<http://www.siemens.com/innovation/de/ueber_funde/strategie/methode.htm> – 21.01.2011.

SIMON & GATHEN 2002

Simon, H.; Gathen, A.: Das große Handbuch der Strategieinstrumente: Werkzeuge für eine erfolgreiche Unternehmensführung. Frankfurt/New York: Campus 2002.

SOMMER et al. 2008

Sommer, T.; Wendtlandt, B.; Trost, U.; Zirkel, M.: Business Intelligence-Strategie bei der Volkswagen AG. In: Dinter et al. (Hrsg.): Integrierte Informationslogistik. Berlin: Springer 2008.

SOUDER 1988

Souder, W. E.: Managing relations between R&D and marketing in new product development projects. In: Journal of Product Innovation Management 5 (1988) 1, pp. 6-19.

SPATH 2003

Spath, D. (Hrsg.): Integriertes Innovationsmanagement – Erfolgsfaktoren, Methoden, Praxisbeispiele. Stuttgart: Fraunhofer-IRB 2003.

SPATH 2009

Spath, D.: Grundlagen der Organisationsgestaltung. In: Bullinger et al. (Hrsg.): Handbuch Unternehmensorganisation – Strategien, Planung, Umsetzung (3. Auflage). Berlin: Springer 2009, S. 3-24.

SPECHT 1997

Specht, G.: Managementkonzepte für die Restrukturierung von Produkt- und Prozessinnovationen. In: VDI (Hrsg.): Unternehmenserfolg durch Restrukturierung von Entwicklungs- und Konstruktionsprozessen: Tagung Fellbach, 5./6. Juni 1997. Düsseldorf: VDI Verlag 1997, S. 19-42. (VDI-Berichte 1338).

SPECHT et al. 2002

Specht, G.; Beckmann, C.; Amelingmeyer, J.: F&E-Management – Kompetenz im Innovationsmanagement (2. Auflage). Stuttgart: Schäffer-Poeschel 2002.

SPECHT & BEHRENS 2005

Specht, D.; Behrens, S.: Strategische Planung mit Roadmaps – Möglichkeiten für das Innovationsmanagement und die Personalbedarfsplanung. In: Möhrle et al. (Hrsg.): Technologie-Roadmapping: Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen (2. Auflage). Berlin Springer 2005, S. 139-160.

SPECHT & MICHEL 1988

Specht, G.; Michel, K.: Integrierte Technologie- und Marktplanung mit Innovationsportfolios. In: ZfB – Zeitschrift für Betriebswirtschaft 58 (1988) 4, S. 502-519.

SPIEGEL ONLINE 2007

Spiegel Online: Audi plant 15 neue Modelle
<<http://www.spiegel.de/auto/aktuell/0,1518,525479,00.html>> – 13.02.2011.

STERN & JABERG 2007

Stern, T.; Jaberg, H.: Erfolgreiches Innovationsmanagement – Erfolgsfaktoren, Grundmuster, Fallbeispiele. 3. Aufl. Wiesbaden: Gabler 2007.

STOCK 2007

Stock, C.: Strategisches Entwicklungsmanagement in der Automobilindustrie – Ansätze zur effizienten Gestaltung des strategischen Führungsprozesses: Bamberg: Univ., Diss. 2007.
<<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bvb:473-opus-1112>> – 01.12.2012.

STOFFELS 2001

Stoffels, A.: Wissensorientiertes Management der Produkt- und Prozessentwicklung – Ein systemischer Modellentwurf für produzierende Unternehmen. Aachen: Shaker 2001. Zugl. Darmstadt: TU, Diss. 2001.

STOLPER 2007

Stolper, M.: Market Driving-Konzept: Modellierung und empirische Prüfung von Erfolg und Erfolgsfaktoren. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. 2007: Zugl. Dortmund: Univ., Diss. 2007.

STROTBEEK 2009

Strotbek, A.: Crisis as a chance – Taking the lead via „Vorsprung durch Technik“, Investoren-Präsentation am 14. Mai 2009. Ingolstadt, 2009.
<http://www.audi.com/etc/medialib/ngw/company/investor_relations/pdf/fuer_investoren.Par.0043.File.pdf/handout_strotbek_bhf.pdf> – 01.12.2012

SUEDDEUTSCHE.DE 2009

sueddeutsche.de: Shareholder-Value-Lehre: Die blödeste Idee der Welt.
<<http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/68/461692/text/>> – 01.12.2012.

SYDOW 2006

Sydow, J. (Hrsg.): Management von Netzwerkorganisationen – Beiträge aus der „Managementforschung“. Wiesbaden: Gabler 2006.

TAN & MCALOONE 2006

Tan, A. R.; McAloone, T. C.: Characteristics of strategies in product/service-system development. In: Marjanovic (Hrsg.): Proceedings of the 9th International Design Conference (DESIGN 2006, Dubrovnik). Glasgow: Design Society 2006, pp. 1435-1442.

THOM 1980

Thom, N.: Grundlagen des betrieblichen Innovationsmanagements (2. Auflage). Königstein: Hanstein 1980.

THOMA & HORVÁRTH 1989

Thoma, W.; Horváth, P.: Erfolgsorientierte Beurteilung von F-&E-Projekten. Darmstadt: Toeche-Mittler 1989. (Controlling-Praxis).

THOMKE & VON HIPPEL 2002

Thomke, S.; von Hippel, E.: Customers as innovators: a new way to create value. In: Harvard Business Review 80 (2002) 4, pp. 74-81.

TROMMSDORFF 2007

Trommsdorff, V.: Produktpositionierung. In: Albers et al. (Hrsg.): Handbuch Produktmanagement: Strategieentwicklung – Produktplanung – Organisation – Kontrolle (3. Auflage). Wiesbaden: Gabler 2007, S. 342-362.

TUSHMAN & NADLER 1986

Tushman, M.; Nadler, D.: Organizing for innovation. In: California Management Review 28 (1986) 3, pp. 74-92.

ULLMAN 2003

Ullman, D. G.: The mechanical design process (3rd edition). New York: McGraw-Hill 2003.

ULRICH & HILL 1976

Ulrich, P.; Hill, W.: Wissenschaftstheoretische Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre. In: Dichtl et al. (Hrsg.): WiSt – Zeitschrift für Ausbildung und Hochschulkontakt. München: Verlagsbuchhandlung C. H. Beck 1976. (Heft 7, S. 304-309 und Heft 8, S. 345-350).

UTTERBACK 1996

Utterback, J. M.: Mastering the dynamics of innovation (3rd edition) Boston: Harvard Business School Press 1996.

VAHS & BURMESTER 2005

Vahs, D.; Burmester, R.: Innovationsmanagement: Von der Produktidee zur erfolgreichen Vermarktung. Stuttgart: Schäffer-Poeschel 2005.

VDA 2001

VDA (Hrsg.): Erfolgsstrategien in der mittelständischen Automobilzulieferindustrie. Frankfurt/Main: VDA 2001. (Materialien zur Automobilindustrie Heft 26).

VDI 1987

VDI: Systematic approach to the design of technical systems and products. Düsseldorf: VDI 1987.

VDI 1993

VDI: VDI-Richtlinie 2221: Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte. Düsseldorf: VDI 1993.

VDI 2004

VDI: VDI-Richtlinie 2206: Entwicklungsmethodik für mechatronische Produkte. Düsseldorf: VDI 2004.

VENTER 2006

Venter, C.: Besonderheiten bei der Bewertung von Komponenteninnovationen in der Automobilindustrie: Berücksichtigung spezifischer Aspekte im Bereich Technik, Markt und Wirtschaftlichkeit. Aachen: Shaker 2006. Zugl. Erlangen: Univ., Diss. 2006.

VENZIN et al. 2003

Venzin, M.; Rasner, C.; Mahnke, V.: Der Strategieprozess. Frankfurt/New York: Campus 2003.

VERWORN 2007

Verworn, B.: Die Rolle und Bedeutung von Planungsaktivitäten während der frühen Phasen. In: Herstatt et al. (Hrsg.): Management der frühen Innovationsphasen: Grundlagen – Methoden – Neue Ansätze (2. Auflage). Wiesbaden: Gabler 2007, S. 249-261.

VERWORN & HERSTATT 2000

Verworn, B.; Herstatt, C.: Modelle des Innovationsprozesses: Eine Einführung. Arbeitspapier Nr. 6. TU Hamburg-Harburg (2000).
<http://doku.b.tu-harburg.de/volltexte/2006/160/pdf/Arbeitspapier_6.pdf> – 01.12.2012.

WALLENTOWITZ et al. 2008

Wallentowitz, H.; Freialdenhoven, A.; Olschewski, I.: Strategien in der Automobilindustrie: Technologietrends und Marktentwicklungen. Wiesbaden: Vieweg + Teubner 2008.

WEINZIERL 2006

Weinzierl, J.: Produktreifegrad-Management in unternehmensübergreifenden Entwicklungsnetzwerken – Ein ganzheitlicher Ansatz zur Entscheidungsunterstützung im strategischen Anlaufmanagement. Dortmund: Praxiswissen Service 2006. Zugl. Dortmund: TU, Diss. 2006.

WEISE 2007

Weise, J.: Planung und Steuerung von Innovationsprojekten. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. 2007. Zugl. Berlin: TU, Diss. 2007.

WENTZ 2008

Wentz, R.-C.: Die Innovationsmaschine – Wie die weltbesten Unternehmen Innovationen managen. Berlin: Springer 2008.

WEULE 2002

Weule, H.: Integriertes Forschungs- und Entwicklungsmanagement: Grundlagen – Strategien – Umsetzung. München: Hanser 2002.

WHEELWRIGHT & CLARK 1992a

Wheelwright, S. C.; Clark, K. B.: Creating project plans to focus product development. In: Harvard Business Review 70 (1992) 2, pp. 67-83.

WHEELWRIGHT & CLARK 1992b

Wheelwright, S. C.; Clark, K. B.: Revolutionizing product development: quantum leaps in speed, efficiency, and quality. New York: Free Press 1992.

WHEELWRIGHT & 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.

WIEDMANN 2007

Wiedmann, K.-P.: Kernpunkte der Wissenschaftstheorie – Vorlesungsmanuskript. Hannover: Institut für Marketing und Management; SS 2007.

WILDEMANN 2006

Wildemann, H.: Innovationen – Strategien für ein profitables Wachstum. München: TCW Transfer-Centrum 2006. (TCW-Report Nr. 56).

WILDEMANN 2009

Wildemann, H.: Visualisierung als Controlling-Instrument. In: Bullinger et al. (Hrsg.): Handbuch Unternehmensorganisation – Strategien, Planung, Umsetzung. Berlin: Springer 2009, S. 956-964.

WINTERKORN 2005

Winterkorn, M.: Audi – Innovation, Technik und Design. In: Gottschalk et al. (Hrsg.): Markenmanagement in der Automobilindustrie – Die Erfolgsstrategien internationaler Top-Manager (2. Auflage). Wiesbaden: Gabler 2005, S. 145-162.

WITT 1996

Witt, J. (Hrsg.): Produktinnovation: Entwicklung und Vermarktung neuer Produkte. München: Vahlen 1996.

WÖHE 2000

Wöhe, G.: Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre (20. Auflage). München: Vahlen 2000.

WOMACK et al. 1991

Womack, J. P.; Jones, D. T.; Roos, D.: Die zweite Revolution in der Autoindustrie – Konsequenzen aus der weltweiten Studie aus dem Massachusetts Institute of Technology (2. Auflage). Frankfurt/Main: Campus 1991.

WÖRDENWEBER & WICKORD 2008

Wördenweber, B.; Wickord, W.: Technologie- und Innovationsmanagement im Unternehmen – Lean Innovation (3. Auflage). Berlin: Springer 2008.

WULF 2002

Wulf, J. E.: Elementarmethoden zur Lösungssuche. München: Verl. Dr. Hut 2002. Zugl. München:TU, Diss. 2002.

WYMAN 2007

Wyman, O.: Am Kunden vorbei entwickelt. In: Automobil-Produktion Juni (2007)

WYMAN 2008

Wyman, O. (Hrsg.): 2015 Car Innovation – Innovationsmanagement in der Automobilindustrie. (2008). <http://www.oliverwyman.de/deu-insights/Car_Innovation_2015_deutsch.pdf > – 01.12.2012.

YAP & SOUDER 1993

Yap, C. M.; Souder, W. E.: A filter system for technology evaluation and selection. In: Technovation 13 (1993) 7, pp. 449-469.

ZANGEMEISTER 1976

Zangemeister, C.: Nutzwertanalyse in der Systemtechnik – Eine Methodik zur multidimensionalen Bewertung und Auswahl von Projektalternativen (4. Auflage). München: Wittemann 1976. Zugl. Berlin: TU, Diss. 1970.

ZAYER 2007

Zayer, E.: Verspätete Projektabbrüche in F&E – Eine verhaltensorientierte Analyse. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. 2007. Zugl. Vallendar: WHU, Diss. 2006.

ZERNIAL 2007

Zernial, P.: Technology Roadmap Deployment – Eine Methodik zur Unterstützung der integrierten strategischen Planung technologischer Innovationen. Aachen: RWTH, Diss. 2007. <http://darwin.bth.rwth-aachen.de/opus3/volltexte/2008/2523/pdf/Zernial_Philip.pdf> – 01.12.2012.

ZIMMERMANN et al. 2006

Zimmermann, J.; Stark, C.; Rieck, J.: Projektplanung – Modelle, Methoden, Management. Berlin: Springer 2006.

9 Anhang

9.1 Ergänzungen zu kulturellen Aspekten

Innovationskultur

Bei KRIEGESMANN & KERKA 2007, S. 254 f., finden sich folgende Auswertungsergebnisse einer Studie zur Innovationskultur, welche häufige Bedenken und Einwände aus der industriellen Praxis und die Herkunft dieser anschaulich zusammenfasst:

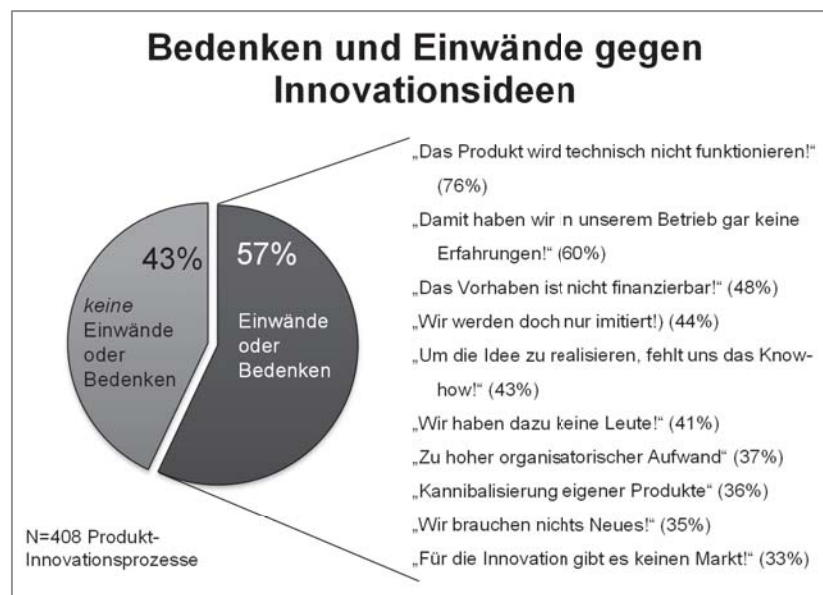


Bild 9-1: Bedenken und Einwände gegen Innovationsideen (KRIEGESMANN & KERKA 2007, S. 253)



Bild 9-2: Akteure des Widerstandes gegen Innovationsideen (KRIEGESMANN & KERKA 2007, S. 254)



Kennzahlen im Innovationsprozess

Zur ganzheitlichen Steuerung, zum besseren Verständnis und als Basis für Analysen von Innovationsaktivitäten im Unternehmen bieten sich Kennzahlensysteme an. Nachfolgend werden mögliche Kennzahlen unterteilt nach Input, Process, Output oder Outcome vorgestellt, wie sie bei Möller diskutiert werden (vgl. MÖLLER et al. 2011, S. 39 ff.).

Input	Process	Output	Outcome
Input-Messgrößen	Absolute Größen	Relative Größen	
Personal	- Anzahl Mitarbeiter in F&E - Anzahl Mann-Jahre - Höhe der Personalkosten in F&E	- Anzahl F&E-Mitarbeiter an der Gesamtmitarbeiterzahl - Anteil Personalausgaben an Total F&E-Ausgaben - Ausgaben pro Mann-Jahr - Durchschnittliche Anzahl F&E-Mitarbeiter pro F&E-Projekt	
Sachmittel	- Zahl von Forschungsgeräten - Ausgaben für Material und Ausrüstung - Investitionen in Equipment - F&E-Räumlichkeiten	Anteil an Materialkosten an F&E-Gesamtkosten	
Informationen & Know-how	- Anzahl von Ideen - Know-how, Qualität und Erfahrung der Mitarbeiter - Kosten für Informationsbeschaffung - Zahl der von der F&E-Einheit abonnierten wissenschaftlichen Zeitschriften - Zahl der Teilnahmen an Konferenzen und Messen - Kosten für Messe- und Konferenzbesuche - Weiterbildungskosten	Ausgaben für Weiterbildung pro F&E-Mitarbeiter	
Total F&E	Total F&E-Ausgaben	- Anteil F&E-Ausgaben an Unternehmensgesamtausgaben - F&E-Intensität: F&E-Ausgaben/Unternehmensgesamtumsatz - F&E-Ausgaben pro Mitarbeiter	

Bild 9-3: Input-Kennzahlen für Innovationsprozesse (in Anlehnung an MÖLLER et al. 2011, S. 40)

Input		Process	Output		Outcome
Process-Messgrößen		Projektfortschritt	Kosten	Zeit	Qualität
Projekt-bezogen	Ein-dimensional	▪ Anzahl erreichter Meilensteine ▪ Anzahl abgeschlossener Arbeitspakete ▪ Anteil erreichter Meilensteine	▪ Kostentreue ▪ Kostenabweichung ▪ Häufigkeit von Kostenüberschreitungen ▪ Anteil der Arbeitspakete mit Kostenüberschreitung ▪ Gesamte Entwicklungskosten des Projekts	▪ Termintreue ▪ Prozentuale Terminabweichung ▪ Durchschnittliche Terminüberschreitung ▪ Durchschnittliche Innovationsdauer ▪ Gesamte Produktentwicklungszeit ▪ Time-to-mMarket	▪ Anzahl der Änderungen vor Serienlauf ▪ Durchschnittliche Anpassungskosten ▪ Fehlerquote ▪ Fehlerkosten ▪ First Pass Yield ▪ Anzahl der Änderungen nach Serienlauf
	Multi-dimensional	▪ Kostentrendanalyse ▪ Meilensteintrendanalyse ▪ Earned Value Method			
Projektübergreifend		▪ Planungsqualität: Anteil der Änderungskosten an den Innovationsgesamtkosten ▪ Projektzuverlässigkeit: Anteil der Projekte innerhalb Zeitplan, Budget und Kostenzielen ▪ Projektabweichungen: Zahl der Planabweichungen ▪ Projektabbrüche: - Zahl der Projektabbrüche - Projektabbruchrate - Kosten bis zum Projektabbruch			

Bild 9-4: Process-Kennzahlen für Innovationsprozesse (in Anlehnung an MÖLLER et al. 2011, S. 43)

Input	Process	Output	Outcome
Outputebene	Absolute Größen	Relative Größen	
Wissens- generierung	- Anzahl neuer Ideen/Anzahl an Forschungsvorschlägen - Zahl der Entdeckungen - Anzahl (unveröffentlichter) Berichte - Anzahl an Publikationen - Anzahl an Zitationen - Anzahl erhaltener wissenschaftlicher Preise und Ehrungen - Zahl der Erfindungsmeldungen - Anzahl der Patente/Anzahl der Copyrights - Wissenszuwachs	- Durchschnittliche Kosten pro Publikation - Durchschnittliche Kosten pro Patent - Anzahl der Patente pro Mio. Euro F&E-Aufwendungen - Anzahl der Patente pro Mitarbeiter	
Produkt- & Prozess- Entwicklung	- Anzahl an Konstruktionszeichnungen - Anzahl Lines of Code (loc) - Anzahl von durchgeführten Tests - Anzahl der Prototypen - Anzahl neuer Produkte - Anzahl an Innovationen - Kundenzufriedenheit - Anzahl der Beschwerden - Produktqualität - Anzahl der von Kunden aufgedeckten Fehler - Einschätzung des technischen Erfolgs - Produktkosten - Verringerung der Umweltbelastung - Anzahl der Teilevereinfachungen - Anzahl der Teilereduktionen	- Anteil neuer Produkte am gesamten Produktprogramm - Anzahl neuer Produkte pro Euro F&E-Aufwand - Anteil der Produkte, die first to market waren - Anteil der erfolgreichen Projekte - Anteil der erfolglosen Projekte - Anteil der Standardteileverwendung	

Bild 9-5: Output-Kennzahlen für Innovationsprozesse (in Anlehnung an MÖLLER et al. 2011, S. 48)

Input	Process	Output	Outcome
Form des Beitrags	Absolute Größen	Relative Größen	
Direkt	- Umsatz & Ertrag (Erreichen der Umsatzziele; Umsatzwirkung) - Umsatzwachstum - Gewinn (Erreichen der Gewinnziele; Gewinnwirkung) - Deckungsbeiträge - Marge (Erreichen der Margen-Ziele) - Economic Value Added - Cashflow - Barwert (NPV) - Return on Investment (ROI) - Internal Rate of Return (IRR) - Lizenzgebühren - Externe Entwicklungserlöse - Subventionen - Kosteneinsparungen - Break-Even-Time - Break-Even-After-Release - Marktanteil (Erreichen von Marktanteilszielen) - Marktanteilswachstum - Akzeptanz der Kunden	- Anteil des Umsatz neuer Produkte am Gesamtumsatz - Jahresumsatz/F&E-Budget - Umsatz pro F&E-Mitarbeiter - Anteil des Umsatzes von gesicherten Patenten im Besitz der Unternehmung - Verhältnis zwischen den Erträgen neu eingeführter Produkte zu den F&E-Kosten - Anteil der Gewinne neuer Produkte am Gesamtgewinn - Verhältnis zwischen den Gewinnen von Neuprodukten zu den F&E-Kosten - Profitability relative to Competitors - Verhältnis von Marktanteilswachstum zu F&E-Aufwand im Vergleich zu den Wettbewerbern	
Indirekt	- Umsatzeinbußen bei Wettbewerbern - Kosten erhöhungen für die Wettbewerber		

Bild 9-6: Outcome-Kennzahlen für Innovationsprozesse (in Anlehnung an MÖLLER et al. 2011, S. 52)

Um ein ausgeglichenes Performance Measurement für Innovationen zu erzielen, wurde auch der von Norton und Kaplan entwickelte Balanced Scorecard Ansatz für Innovationen adaptiert (vgl. KERSSSENS-VAN DRONGELEN & COOK 1997). Durch Berücksichtigung von vier verschiedenen Perspektiven soll eine einseitige Steuerung vermieden werden (vgl. Bild 9-7).

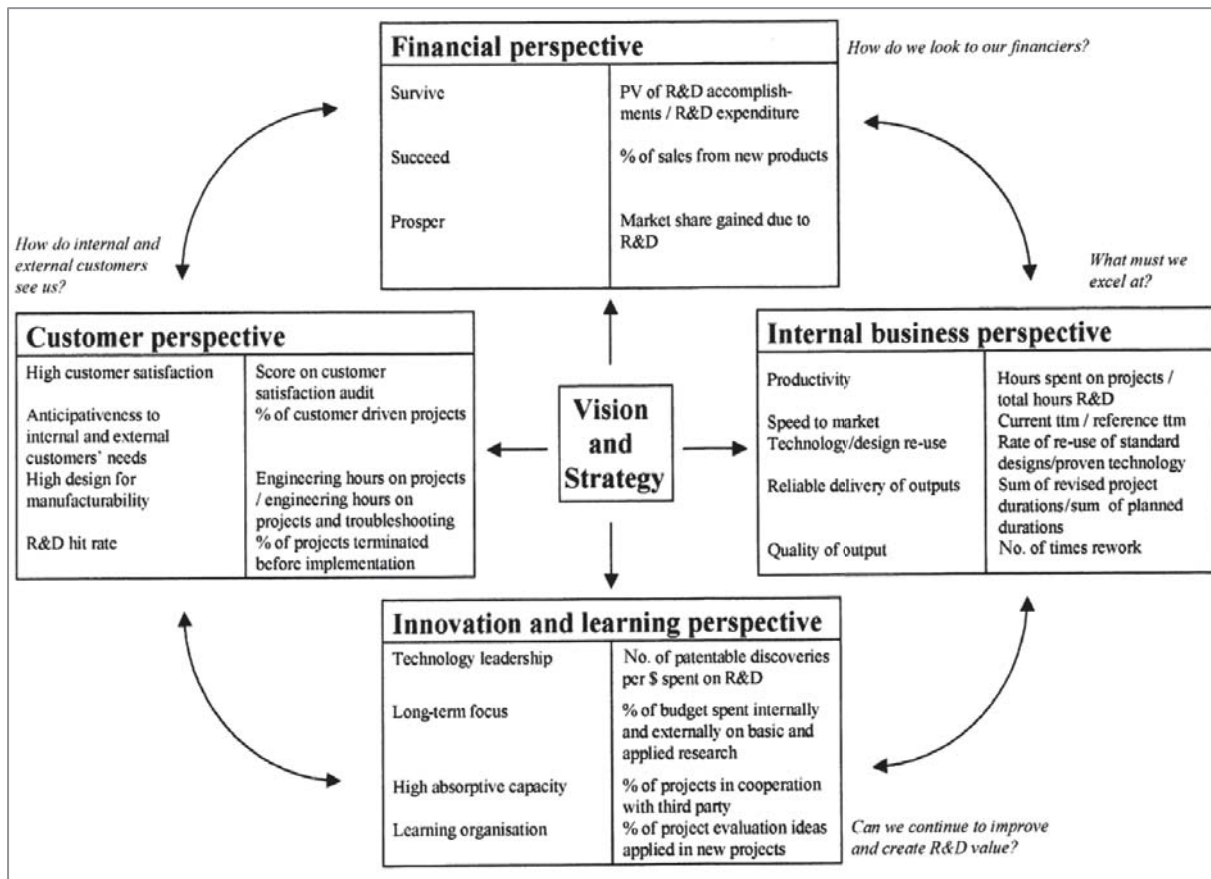


Bild 9-7: Innovation Scorecard

(Darstellung entnommen aus KERSSENS-VAN DRONGELEN & BILDERBEEK 1999, S: 38)

9.2 Ergänzungen zu strategischen Aspekten

Denkschulen des strategischen Managements

„In effect, when we are talking of strategy ..., we are entering the realm of the collective mind - individuals united by common thinking and/or behavior.“ (MINTZBERG 1987b, S. 17)

Da der Begriff „Strategie“ in der Praxis häufig anstelle von Verhaltens- und Vorgehensweisen, sowie Ab-, und Ansicht und auch Meinung verwendet wird (vgl. GÄLWEILER 2005, S. 55), bedarf es zunächst einer Schärfung des Strategiebegriffes.

Unter Strategie versteht LINDEMANN langfristig angelegte Pläne, die der Erreichung grundlegender Ziele dienen (vgl. LINDEMANN 2007, S. 14).

In der Literatur des strategischen Managements wird eine Vielzahl unterschiedlicher Ansätze und Sichtweisen beschrieben. Im Rahmen dieser Arbeit können nicht alle Ansätze ausführlich diskutiert und bewertet werden. An dieser Stelle möchte der Autor dennoch einen kurzen Überblick über die wichtigsten Ansätze und deren Kernaussagen geben und an einigen Stellen auch auf weiterführende Literatur verweisen.

MINTZBERG unterscheidet insgesamt **zehn Schulen des strategischen Managements**, von denen die meisten entweder präskriptiver oder deskriptiver Natur sind (vgl. Bild 9-8).

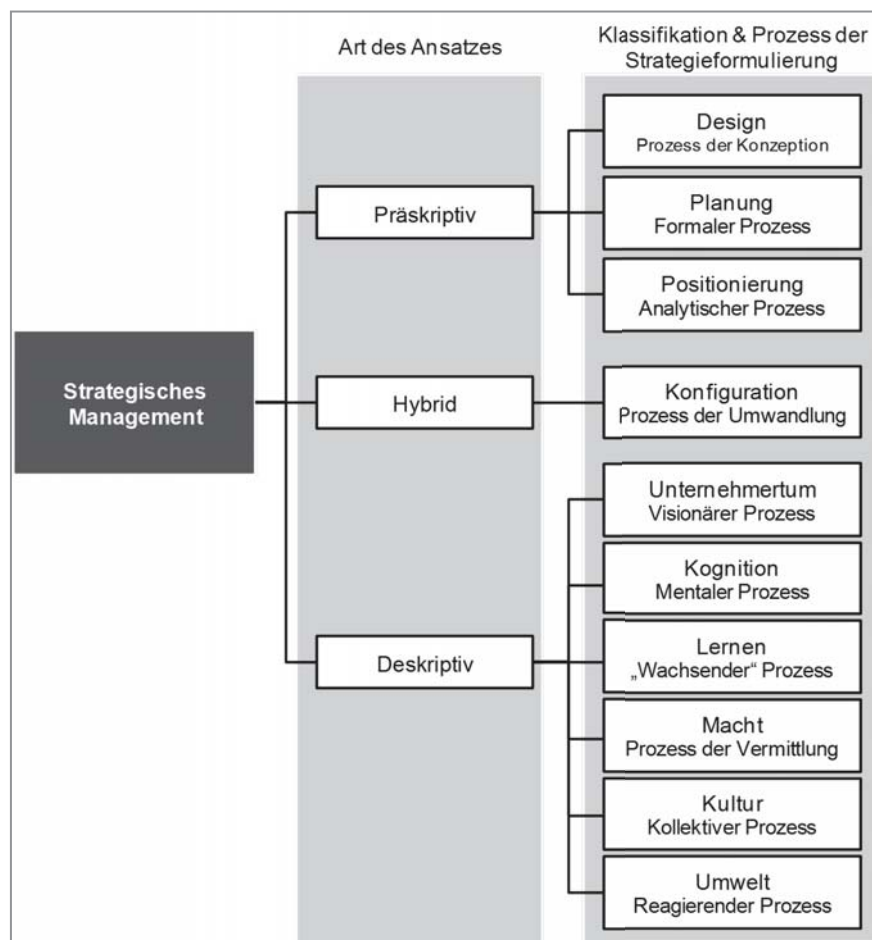


Bild 9-8: Die 10 Schulen des strategischen Managements nach MINTZBERG
(eigene Darstellung basierend auf MINTZBERG & LAMPEL 1999)



Neben dem Verständnis einer Strategie als langfristiger Plan mit präskriptivem Charakter hat sich auch noch eine weitere Perspektive etabliert. MINTZBERG erläutert, dass sich eine geplante Strategie durchaus von einer realisierten Strategie unterscheiden kann, da sowohl bestimmte Veränderungen des Unternehmensumfeldes als auch bisherige Verhaltensmuster die Umsetzung von Strategien beeinflussen und verändern können (vgl. z. B. MINTZBERG 1987a; MINTZBERG 1987b; MINTZBERG 1987c). Er warnt zudem vor einer zu detaillierten strategischen Planung, die sich auf Veränderungen nicht schnell genug anpassen lässt (vgl. MINTZBERG 1994),¹¹⁵ und betont damit die Notwendigkeit von deskriptiven Elementen bei der Strategieformulierung.

Neben der von MINTZBERG geprägten Klassifikation anhand des Prozesses der Strategieformulierung existieren noch weitere Möglichkeiten. Eine häufig verwendete Einteilung der strategischen Ansätze ist die Unterscheidung nach Markt- oder Ressourcenorientierung („Market-based View“ vs. „Resource-based View“). Grundsätzlich wird bei dieser Klassifikation unterschieden, wie sich langfristig Wettbewerbsvorteile generieren lassen.

PORTER, der zu den bekanntesten Vertretern der **marktorientierten Sichtweise** gehört, geht davon aus, dass sich Wettbewerbsvorteile erzielen lassen, wenn es den Unternehmen gelingt, Barrieren auf den Absatzmärkten aufzubauen, die potenzielle Konkurrenten abhalten können. Er identifiziert fünf Wettbewerbskräfte, die die Strategieentwicklung eines Unternehmens beeinflussen (vgl. z. B. PORTER 1979; PORTER 2008), und leitet davon vier generische Wettbewerbsstrategien ab, die einen überdurchschnittlichen Erfolg versprechen sollen (vgl. Bild 9-9).

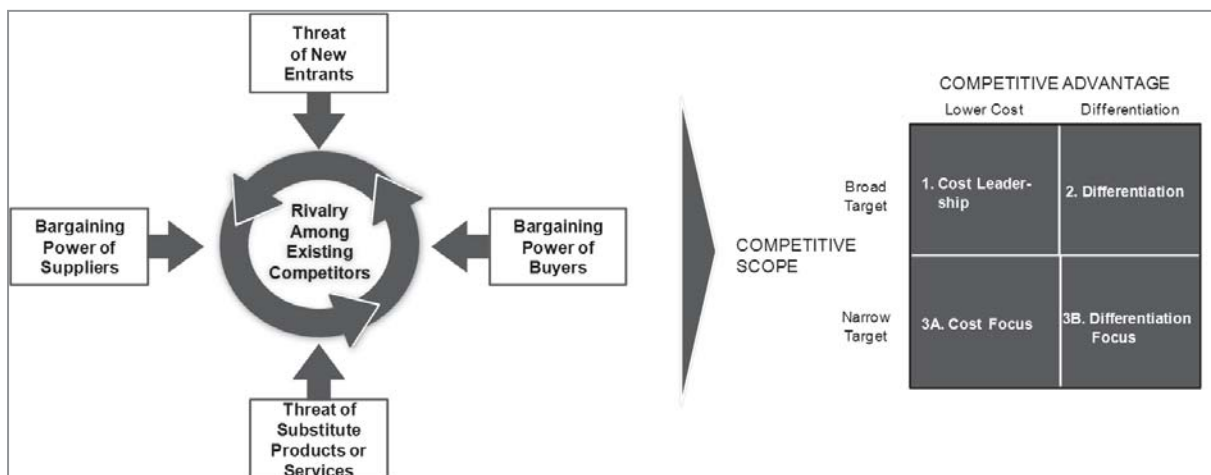


Bild 9-9: 5-Kräfte-Modell und generische Wettbewerbsstrategien nach Porter (vgl. PORTER 1979, S. 141; PORTER 1980, S. 4; PORTER 1985, S. 12; PORTER 2008, S. 80)

Das 5-Kräfte-Modell beschreibt, wie die Gewinnverteilung auf verschiedene Interessengruppen einer Branche funktioniert (vgl. PORTER 1979; PORTER 2008). Ein Unternehmen muss sich nicht nur gegenüber den bisherigen Wettbewerbern behaupten, sondern sieht sich auch Gefahren durch neue Wettbewerber und durch alternative Produkte oder Dienstleistungen

¹¹⁵ Ein Überblick über weitere bedeutende Schulen des strategischen Managements findet sich z. B. bei MINTZBERG & LAMPEL 1999.

ausgesetzt, die die eigenen angebotenen Leistungen substituieren können. Darüber hinaus besitzen sowohl die Kunden als auch die Lieferanten einer Branche durch ihre Verhandlungsmacht einen großen Einfluss auf die Gewinnverteilung.

Ein Unternehmen kann nach PORTER durch Kostenführerschaft, Differenzierung und Nischenstrategien (entweder mit Kosten- oder Differenzierungsfokus)¹¹⁶ für sich Wettbewerbsvorteile erzielen.

Zusätzlich zu den dargestellten Strategien führt PORTER noch zwei weitere idealtypische Strategien auf, die einen hybriden Charakter aufweisen. Diese versuchen, sowohl eine Kostenführerschaft als auch eine Differenzierung über andere Produktmerkmale zu erreichen. Allerdings handelt es sich seiner Meinung nach nicht um generische Strategien, da sie nur in Ausnahmefällen überdurchschnittlichen Erfolg versprechen (vgl. MÜLLER 2007, S. 11)¹¹⁷. Neuere empirische Studien haben allerdings gezeigt, dass es Unternehmen durchaus gelingt, mit Hybridstrategien Wettbewerbsvorteile zu erzielen.¹¹⁸ Die Analyse von MILLER und DESS, welche auf der Untersuchung von 715 strategischen Geschäftseinheiten aus unterschiedlichen Unternehmen basiert, zeigt auf, dass zumindest für diversifizierte Firmen das simultane Verfolgen von Kostenführerschaft und Differenzierung eine überlegene Strategie darstellt (vgl. MILLER & DESS 1993).

Der zentrale Unterschied zwischen markt- und ressourcenorientierter Sichtweise besteht darin, dass bei der marktorientierten Sichtweise die Ressourcen des Unternehmens als homogen und mobil betrachtet werden und damit nicht für die Schaffung strategischer Wettbewerbsvorteile geeignet sind (STOLPER 2007, S. 65).

Zu den wichtigsten Vertretern des **Ressourcenansatzes** zählt BARNEY (vgl. STOLPER 2007, S. 66 ff.). Er betont die Heterogenität und Immobilität von Ressourcen als Grundlage für Wettbewerbsvorteile. Ressourcen sorgen dann für einen nachhaltigen Wettbewerbsvorsprung, wenn sie wertvoll, selten, nicht vollständig imitierbar und nicht substituierbar sind (vgl. BARNEY 1991, S. 106 ff.). Auch die Überlegungen von NONAKA und TAKEUCHI sowie von PRAHALAD und HAMEL können dem Ressourcenansatz zugeordnet werden. Diese Überlegungen konzentrieren sich auf die Aspekte des Wissens¹¹⁹ (vgl. z. B. NONAKA & TAKEUCHI 1995 oder NONAKA 2007) bzw. auf die Kernkompetenzen (PRAHALAD & HAMEL 1990) zur Sicherung von Wettbewerbsvorteilen.

¹¹⁶ Ursprünglich sprach PORTER in seinem Buch „Competitive Strategy“ noch von drei generischen Strategien, bevor er eine weitere Unterteilung der Nischenstrategie vornahm (vgl. PORTER 1980, S. 35 ff.; PORTER 1985, S. 11 ff.).

¹¹⁷ Es gibt nur drei Fälle, in denen hybride Strategien nach PORTER'S ursprünglicher Sichtweise für einen gewissen Zeitraum Erfolgversprechend sind (vgl. MÜLLER 2007, S. 20 f.): 1. Die Wettbewerber verfolgen keine klaren Strategien („stuck-in-the-middle“). 2. Es treten starke Skalen- und Verbundeffekte auf. 3. Das Unternehmen verfügt über eine bedeutende Innovation.

¹¹⁸ PILLER gibt einen Kurzüberblick über sieben Studien, die den Erfolg von Hybridstrategien belegen (PILLER 2006, S. 186).

¹¹⁹ Ein guter Überblick über bestehende Ansätze des Wissensmanagements findet sich z. B. bei STOFFELS 2001.



Ein neuerer Ansatz, der sich neben der markt- und ressourcenbasierten Sichtweise aufzählen lässt, ist der **relationale Ansatz** von DYER. Er erweitert die Betrachtungsgrenze des strategischen Managements von einem einzigen Unternehmen auf Unternehmenspaare, -netzwerke und -allianzen (DYER & SINGH 1998). So lassen sich nach Ansicht von DYER auch Wettbewerbsvorteile für kooperierende Firmen durch die Teilung von Wissen und Nutzung komplementäre Ressourcen erzielen (DYER & SINGH 1998, S. 674; GULATI et al. 2006)¹²⁰.

Im Gegensatz zu den bisherig genannten Ansätzen stellen MATZLER, STAHL und HINTERHUBER den Kunden in das Zentrum der Betrachtung der Strategieentwicklung und formulieren den sogenannten **kundenorientierten Ansatz** („Customer-based View“). Folgende Grundannahmen stehen dabei im Mittelpunkt (vgl. HINTERHUBER & MATZLER 2006, S. 6):

1. Der Unternehmenswert ist eine Funktion der Kundenzufriedenheit.
2. Die Kundenzufriedenheit wiederum ist eine Funktion des wahrgenommenen Wertes der angebotenen Produkte und Leistungen.
3. Die Fähigkeit, Wertangebote zu schaffen, wird bestimmt durch die Ressourcenausstattung und durch die Effizienz und Effektivität, mit der Ressourcen in für den Kunden wertvolle Outputs umgesetzt werden (Kernkompetenzen).

In Bild 9-10 werden die Kausalzusammenhänge der „Customer-based View“ dargestellt.



Bild 9-10: Kausalzusammenhänge des „Customer-based View“
(in Anlehnung an HINTERHUBER & MATZLER 2006, S. 7)

Vor- und Nachteile von Markteintrittsstrategien

Bei MEFFERT et al. findet sich eine Zusammenfassung der Vor- und Nachteile bzw. der Chancen und Risiken bestimmter Markteintrittsstrategien:

¹²⁰ Besonders in Anbetracht der Verschiebung von Wertschöpfungsanteilen (vgl. z. B. MERCER MANAGEMENT CONSULTING 2004, S. 19) gewinnen die Netzwerküberlegungen von DYER daher an Bedeutung.

	Pionier	Früher Folger	Später Folger „Mee-too“	Später Folger Nischenanbieter
Ziel	Entwicklung technologischer Innovationen zur Ausnutzung der Vorteile eines temporären Quasimonopols	Frühzeitiger Aufbau einer starken Wettbewerbsposition unter Ausnutzung der Fehler des Pioniers	Aufbau einer rentablen Wettbewerbsposition durch Niedrigpreisangebot über realisierte Kostenvorteile	Ausnutzung der Vorteile einer nahezu konkurrenzfreien Marktnische durch Besetzen bisher unbearbeiteter Marktbereiche
Chancen	■ Frühzeitiges Entwickeln von Markt-Know-how ■ Preispolitische Spielräume ■ Imagevorteile als Innovator ■ Setzen von Industriestandards ■ Maximaler Handlungsspielraum beim Instrumentaleinsatz ■ Aufbau von Markteintrittsbarrieren (Standorte, Lieferanten, Absatzmittler, Patente/ Know-how, Mitarbeiter etc.) ■ Frühes Ausnutzen von Erfahrungskurven- und Skaleneffekten	■ Geringeres Risiko als beim Pionier, da Fehler des Pioniers vermieden werden können („billiges Lernen“) ■ Erhöhte Transparenz der Marktstrukturen/ Bedürfnisse ■ Höheres Problemlösungspotenzial (Value-Added-Services) ■ Marktpositionen sind noch nicht verteilt	■ Kostenvorteile durch geringeren F&E- und Markterschließungsaufwand ■ Geringe Produkt- und Prozessrisiken durch Anlehnung an dominante Gebrauchsstandards und Fertigungstechnologien ■ Ausnutzung von Standardisierungspotenzialen	■ Kostenvorteile durch geringeren F&E-Aufwand ■ Aufbau einer eigenen Nischenkompetenz ■ Bei Liebhabermärkten tendenziell höhere Profitabilität und Lebensdauer der Nische
Risiken	■ Hoher F&E-Aufwand ■ Hohe Kosten der Markterschließung (Überzeugungsaufwand) ■ Hohe Ungewissheit über Nachfrageentwicklung ■ Gefahr von Technologiesprüngen und unausgereiften Produkten	■ Wettbewerbsreaktionen der Pioniere ■ Verzicht auf Pioniergewinne (Preisspielräume sinken) ■ Marken- und Firmentreue gegenüber Pionierunternehmungen ■ Markteintrittsbarrieren der Pioniere (Ressourcenzugang) ■ Baldiger Markteintritt weiterer Konkurrenten	■ Imagenachteile gegenüber etablierten Anbietern ■ Höhere Markteintrittsbarrieren durch bestehendes Marktgefüge ■ Bedrohte Wettbewerbsposition bei Preissenkung der Konkurrenz	■ Besondere Kompetenz nicht glaubwürdig darstellbar ■ Auswahl eines falschen Segmentes (zu klein, keine Preiserhöhungsmöglichkeit) ■ Etablierte Anbieter treten in die Nische ein

Bild 9-11: Risiken und Chancen verschiedener Markteintrittsstrategien (MEFFERT et al. 2008, S. 447)

In Anbetracht der Komplexität des Produkts Pkw und der unterschiedlichen Technologien, die in das Gesamtsystem integriert werden können, können auch unterschiedliche Markteintrittsstrategien für einzelne Technologiefelder sinnvoll sein. Insbesondere bei Technologiefeldern, die der Markenpositionierung dienen, muss jedoch eine Pionierstrategie das Ziel sein, um positive Differenzierungsmöglichkeiten der Marke zu ermöglichen.



9.3 Ergänzungen zu Vorgehensmodellen der Produktentwicklung

Vorgehenszyklus zur allgemeinen Problemlösung

Die Auffassung, dass das Bewerten von alternativen Lösungen und das Treffen von Entscheidungen für die Problemlösung bzw. die erfolgreiche Bewältigung von Entwicklungsaufgaben explizit im Vorgehensmodell berücksichtigt werden sollen, teilt auch EHRENSPIEL. Während er bei den Themen der Aufgabenklärung und Lösungssuche sowie einer ggf. iterativen Wiederholung einzelner Abschnitte in seinem Vorgehenszyklus zur Problemlösung mit dem Vorgehen nach VDI weitgehend übereinstimmt (vgl. EHRENSPIEL et al. 2007, S. 46 ff.), stellt die abschließende Phase „Lösung auswählen“ eine Ergänzung dar (vgl. Bild 9-12).

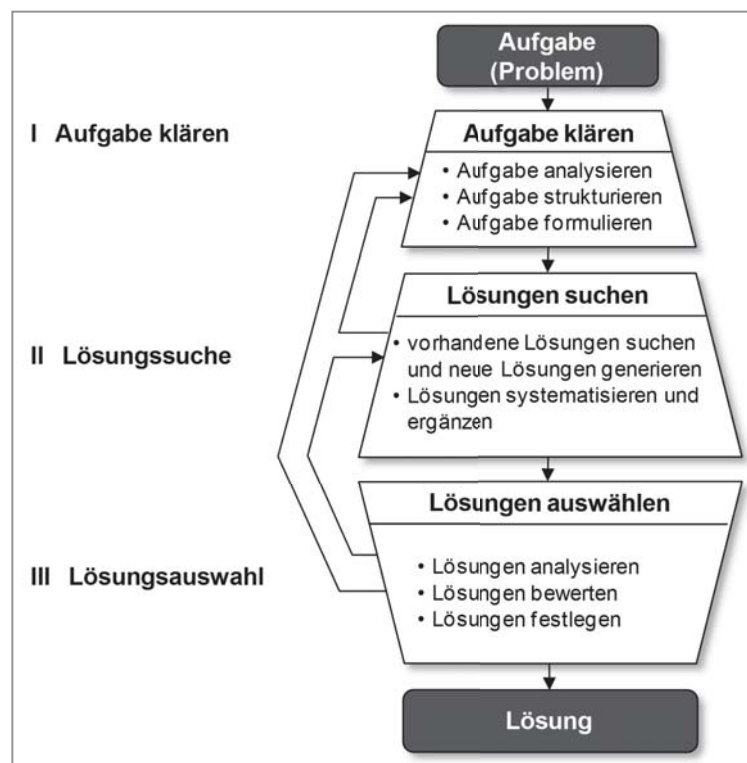


Bild 9-12: Vorgehenszyklus zur allgemeinen Problemlösung (vgl. EHRENSPIEL et al. 2007, S. 47)

In der Praxis können durchaus mehrere mögliche Lösungen zu einer Aufgabenstellung gefunden werden.¹²¹ Die Frage, die sich letztendlich stellt, ist, welche Lösung die gewünschten Anforderungen am besten erfüllt. Aus diesem Grund stellt die Lösungsauswahl eine entscheidende Phase dar, bevor sich durch aufwendiges Feingestalten und teuren Prototypenbau die Entwicklungsausgaben stark erhöhen.

Da das Bewerten und Auswählen einen Schwerpunkt dieser Arbeit darstellt, wurden in Kapitel 3 Methoden vorgestellt, die diese Phase unterstützen.

Neben allgemeinen und branchenspezifisch angepassten Vorgehensmodellen, die eine Unterstützung für Entwicklungsaufgaben bieten, gibt es auch produktspezifische Vorgehensmodelle.

¹²¹ EHRENSPIEL spricht in diesem Zusammenhang von der „Schaffung eines Lösungsfeldes“ (vgl. EHRENSPIEL et al. 2007, S. 48).

V-Modell für den Entwurf mechatronischer Systeme nach VDI 2206

Beim Vorgehen nach VDI 2221 ist bereits erwähnt worden, dass eine Anpassung der Vorgehensmodelle nach Branchen und damit auch produktspezifisch sinnvoll sein kann. Da die Elektronik zunehmend im klassischen Maschinenbau an Bedeutung gewinnt, soll an dieser Stelle das sogenannte **V-Modell** für den Entwurf mechatronischer Systeme nach VDI 2206 vorgestellt werden, welches ursprünglich aus der Softwareentwicklung stammt (vgl. PONN 2008, S. 16).

Ähnlich wie beim Vorgehen nach VDI 2221, findet zunächst eine Spezifikation des Gesamtsystems statt. Bei mechatronischen Systemen wird auf Basis konkreter Anforderungen in der Phase des Systementwurfs zunächst domänenübergreifend ein Lösungskonzept erarbeitet. Wenn die wesentlichen Funktionen des zu entwickelnden Gesamtsystems beschrieben worden sind, beginnt die weitere Konkretisierung des Produkts. Dies geschieht meist getrennt in den einzelnen beteiligten Domänen, wie Maschinenbau, Elektrotechnik und Informationstechnik. Anschließend wird die Integration der einzelnen Ergebnisse durchgeführt. Die Gestaltung des Vorgehensmodells in einer V-Form (siehe Bild 9-13) soll zudem verdeutlichen, dass gerade bei komplexen Systemen, wie sie mechatronische Systeme in der Regel darstellen, die Eigenschaftsabsicherung eine zentrale Rolle spielt. Die Prüfaktivitäten während der Systemintegration sind hierbei den jeweiligen Spezifikationen gegenüberzustellen (vgl. PONN 2007, S. 78).

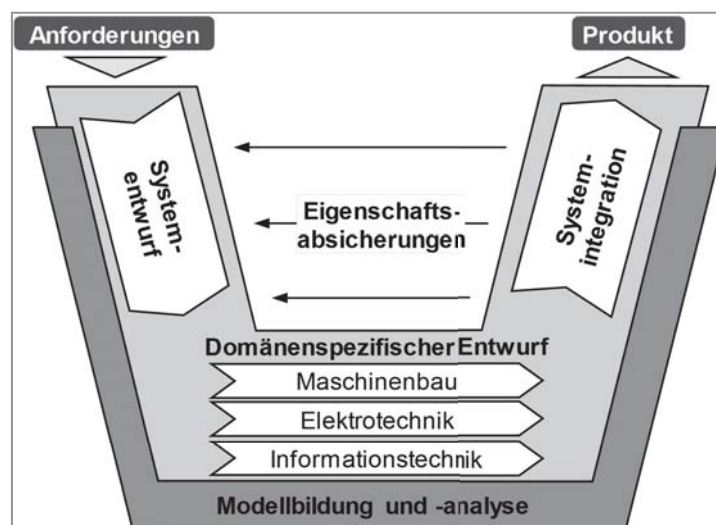


Bild 9-13: V-Modell für den Entwurf mechatronischer Systeme nach VDI 2206 (vgl. VDI 2004, S. 29)

Münchener Vorgehensmodell (MVM)

Im Gegensatz zu den bereits vorgestellten Vorgehensmodellen wird beim MVM die Tatsache berücksichtigt, dass Übergänge zwischen einzelnen Vorgehensschritten nicht immer klar voneinander abgrenzbar und eine fest vorgegebene, lineare Reihenfolge innerhalb von Entwicklungsprozessen nicht immer sinnvoll ist. Beim MVM, welches sowohl „in der strategischen Planung von Entwicklungsprozessen als auch in der operativen Planung und Durchführung von Einzelschritten“ (LINDEMANN 2007, S. 49) eingesetzt werden kann, steht vielmehr ein



situationsspezifischer Ansatz im Vordergrund. Ausgehend von konkreten Situationen im Entwicklungsprozess und der Erfahrung des Entwicklers, lassen sich geeignete Schritte im Vorgehensmodell planen. Sogar der Startpunkt im MVM kann abhängig von der Entwicklungssituation variieren, es können manche Schritte übergangen und andere Schritte dafür iterativ durchlaufen werden (vgl. LINDEMANN 2007, S. 50 ff.). Damit bietet dieses Vorgehensmodell ein hohes Maß an Flexibilität. Um dennoch auch für ungeübte Anwender und situationsunabhängig eine Unterstützung zu bieten, definiert LINDEMANN ein Standardvorgehen, welches für die meisten Anwendungsfälle geeignet ist und ein strukturiertes Vorgehen sicherstellt (vgl. LINDEMANN 2007, S. 49 f.). Dieser Standardweg ist in Bild 9-14 dargestellt und durchläuft die Schritte „Ziel planen“, „Ziel analysieren“, „Problem strukturieren“, „Lösungsideen ermitteln“, „Eigenschaften ermitteln“, „Entscheidungen herbeiführen“ und „Zielerreichung absichern“.

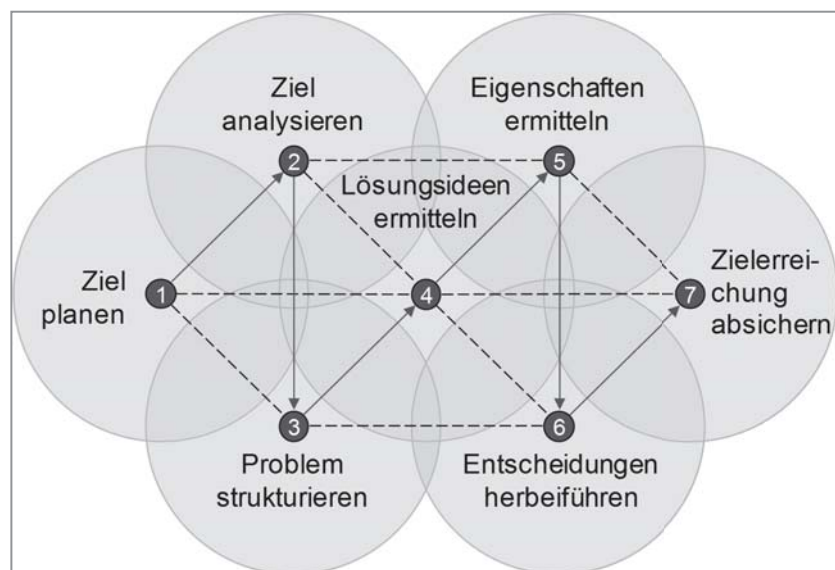


Bild 9-14: Münchener Vorgehensmodell – Standardvorgehen (LINDEMANN 2007, S. 46)

9.4 Ergänzungen zu Modellen des Innovationsprozesses

Nachfolgend werden ergänzend einige Modelle und deren Besonderheiten dargestellt, die ihm Rahmen dieser Arbeit nicht näher beleuchtet werden konnten¹²².

Prozessmodell nach Thom

Ein bekanntes Prozessmodell stellt das Phasenmodell des Innovationsprozesses nach THOM dar. Dieses Modell, welches in Bild 9-15 dargestellt ist, besteht aus den drei grundlegenden Phasen Ideengenerierung, Ideenakzeptierung und Ideenumsetzung.



Bild 9-15: Dreiphasenmodell für innerbetriebliche Innovationsprozesse
(in Anlehnung an THOM 1980, S. 53; VAHS & BURMESTER 2005, S. 87)

Die einzelnen Phasen werden wiederum durch zugeordnete Tätigkeiten näher spezifiziert, weshalb dieses Modell als Handlungsanweisung und damit als ein Modell dritter Ordnung verstanden werden kann (vgl. BIRCHER 2005, S. 38).

Innovationsprozess nach Herstatt

Ebenfalls aus fünf Phasen besteht das Prozessmodell nach Herstatt, welches in Bild 9-16 gezeigt wird.

Aufgrund der großen Bedeutung für den Innovationserfolg widmen VERWORN und HERSTATT der sogenannten „frühen Phase“¹²³ des Innovationsprozesses besonders hohe Aufmerksamkeit (vgl. VERWORN 2007).

¹²² Ein guter Überblick über verschiedene Prozessmodelle findet sich auch bei LORENZ 2008, S.33-68, und bei BIRCHER 2005, S. 27-58.

¹²³ Als Synonyme zur „frühen Phase“ können folgende deutsche Begriffe in der Literatur genannt werden: Vorphase, Frühphase, Produktplanungsphase, Produktkonzeption, Vorentwicklungs- und Produktplanungsprozess oder Projektvorbereitung und -planung.

Im Englischen wird diese Phase auch als fuzzy front end, phase zero, initiation stage, early stages, early phases, pre-project phases, up-front homework, predevelopment oder up-front activities bezeichnet (vgl. VERWORN 2007, S. 8).

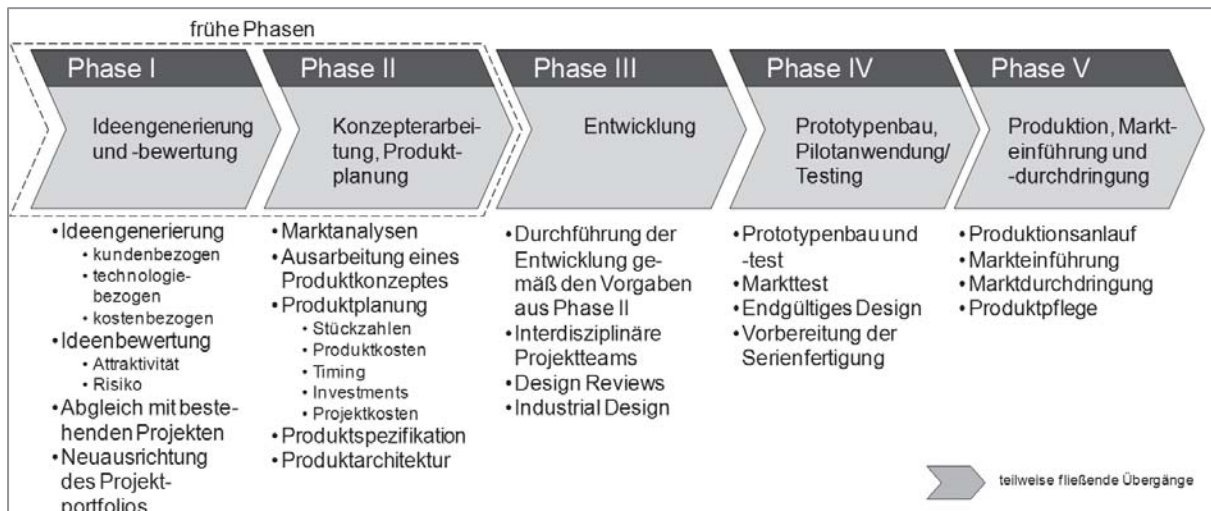


Bild 9-16: Innovationsprozess nach Herstatt (vgl. HERSTATT & VERWORN 2007, S. 9)

Die Wichtigkeit der frühen Phase liegt u. a. darin, dass bereits während der Konzepterarbeitung die wesentlichen Parameter des Produktes definiert werden und somit ein Großteil der Kosten und Produkteigenschaften im späteren Entwicklungsverlauf nur noch mit großem Änderungsaufwand beeinflusst werden können. Da allerdings bis zum Ende dieser Phase nur verhältnismäßig wenig Entwicklungsaufwand (sowohl in finanzieller als auch in personeller Hinsicht) anfällt, wird der Übergang zur nächsten Phase auch als „Money Gate“ bezeichnet (vgl. VERWORN 2007, S. 8). Der Aufwand zur Produktentstehung steigt mit der eigentlichen Entwicklungs- und Konstruktionsphase steil an. Bei komplexen Produktionsgütern sind teure Investitionen in Werkzeuge und Anlagen zur Produktion nötig. Spätestens in dieser Phase sind größere konstruktive Änderungen am Produkt nicht mehr möglich, ohne drastische Auswirkungen auf den Produktionsbeginn und das finanzielle Ergebnis zu besitzen.

Chain-Link Modell des Innovationsprozesses

Das Chain-Link-Modell wurde von Nathan Rosenberg und Stephen Kline auf Basis langjähriger Untersuchungen über Verlaufsmuster von Innovationen entwickelt (vgl. GERYBADZE 2004, S. 26). Im Modell wird der Innovationsprozess in mehrere Ebenen unterteilt:

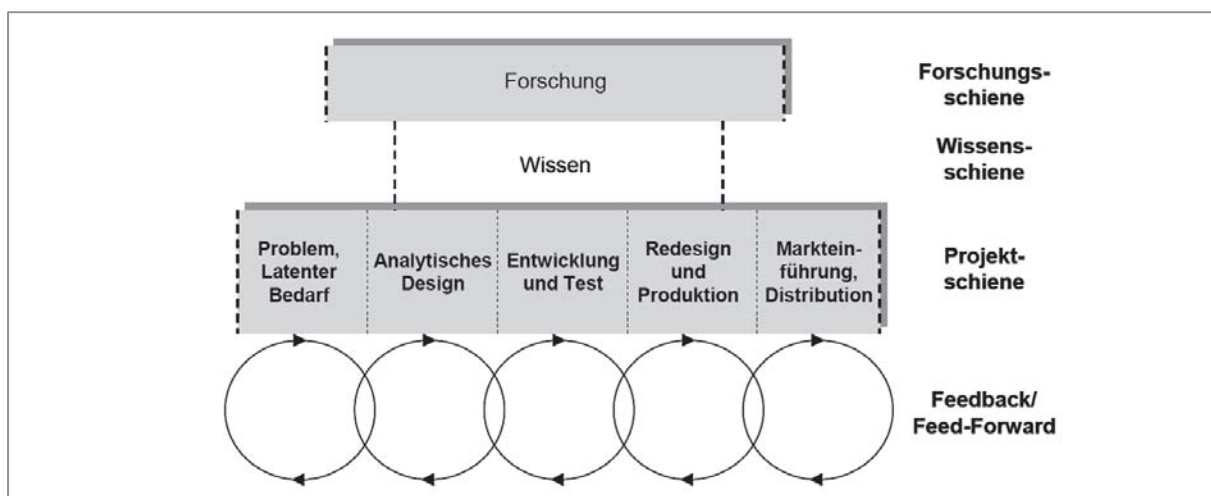


Bild 9-17: Chain-Link Modell nach Kline und Rosenberg (GOMERINGER 2007, S. 170)

Die Entkoppelung der Ebenen Forschung und Wissen vom projektorientierten innerbetrieblichen Innovationsprozess stellt eine wichtige Besonderheit dieses Modells dar. Die Begründung dieses Modells basiert auf folgenden Beobachtungen (GOMERINGER 2007, S. 170, in Anlehnung an GERYBADZE 2004):

- „Bei der Suche nach Lösungen für identifizierte Probleme kann auf die Forschung zurückgegangen werden – ist im Innovationsprozess aber nicht immer erforderlich.“
- Es besteht keine einseitige Koppelung in der Form, dass die Forschung etwas anbietet, aus dem mit zeitlichem Verzug eine Innovation abgeleitet wird.
- Das analytische Design im Rahmen des Innovationsprozesses greift auf Wissenpools innerhalb und außerhalb des Unternehmens zurück.
- Durch Forschung können zu einem früheren Zeitpunkt Ergebnisse in diese Wissenpools eingespeist worden sein.
- Forschung steht nicht immer am Anfang des Prozesses, sondern wird auch häufig von Anwendungsproblemen getrieben.“

Produktentstehung als Folge von Zyklen

Ein Modell zweiter Ordnung stellt das Modell von GAUSEMEIER dar, wie es in Bild 9-18 erläutert wird.

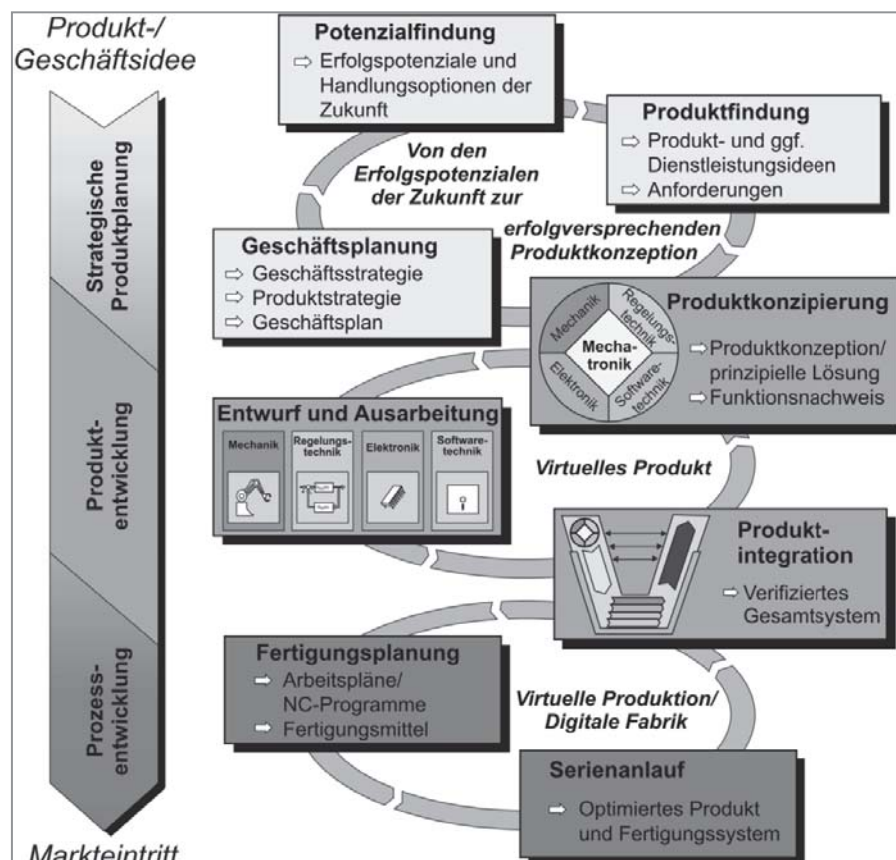


Bild 9-18: Produktentstehung als Folge von Zyklen nach GAUSEMEIER (BRAUN 2005, S. 18)

Nach GAUSEMEIER lässt sich der Produktentstehungsprozess, wie er in der Praxis zu beobachten ist, als eine Abfolge von verschiedenen Zyklen verstehen (vgl. GAUSEMEIER et al. 2001, S. 43 ff.).



Der erste Zyklus der strategischen Produktplanung reicht von der Identifikation zukünftiger Erfolgspotenziale bis zu einer Erfolgversprechenden Produktkonzeption, also einer prinzipiellen Lösung. Zu den Aufgabengebieten des ersten Zyklus gehören neben der Potenzialfindung und der Produktkonzipierung auch die Aufgaben der Geschäftsplanung (vgl. GAUSEMEIER et al. 2004, S. 7). In Kapitel 2.3 wird noch näher auf diese Phase im Produktentstehungsprozess eingegangen.

Im zweiten Zyklus wird die eigentliche Produktentwicklung und Konstruktion durchgeführt. Das Vorgehen deckt sich mit dem bereits vorgestellten Vorgehen nach VDI 2206. Zunächst wird domänenübergreifend die Prinziplösung weiter verfeinert und Anforderungen für die einzelnen Domänen festgelegt. Diese nehmen dann den weiteren Entwurf und eine Ausarbeitung vor, bevor mit der Systemintegration und Verifikation des Systems fortgefahren wird.

Im letzten Zyklus steht die Planung der Herstellprozesse im Fokus (vgl. GAUSEMEIER et al. 2004, S. 8). Aufbauend auf den Ergebnissen aus „Entwurf und Ausarbeitung“, werden die Fertigungsplanung und anschließend der Serienanlauf durchgeführt. Ein erfolgreicher Markteintritt ist letztendlich das Ergebnis aller Beteiligten der drei Zyklen.

Stage-Gate-Prozess nach Wördenweber

Bei WÖRDENWEBER finden sich ein exemplarischer Stage-Gate-Innovationsprozess sowie entsprechende Vorschläge für Arbeitsinhalte in den Entwicklungsphasen und Gate-Kriterien, wie er für die Vorentwicklung eines Automobilherstellers eingesetzt werden könnte (vgl. WÖRDENWEBER & WICKORD 2008, S. 165 ff.):

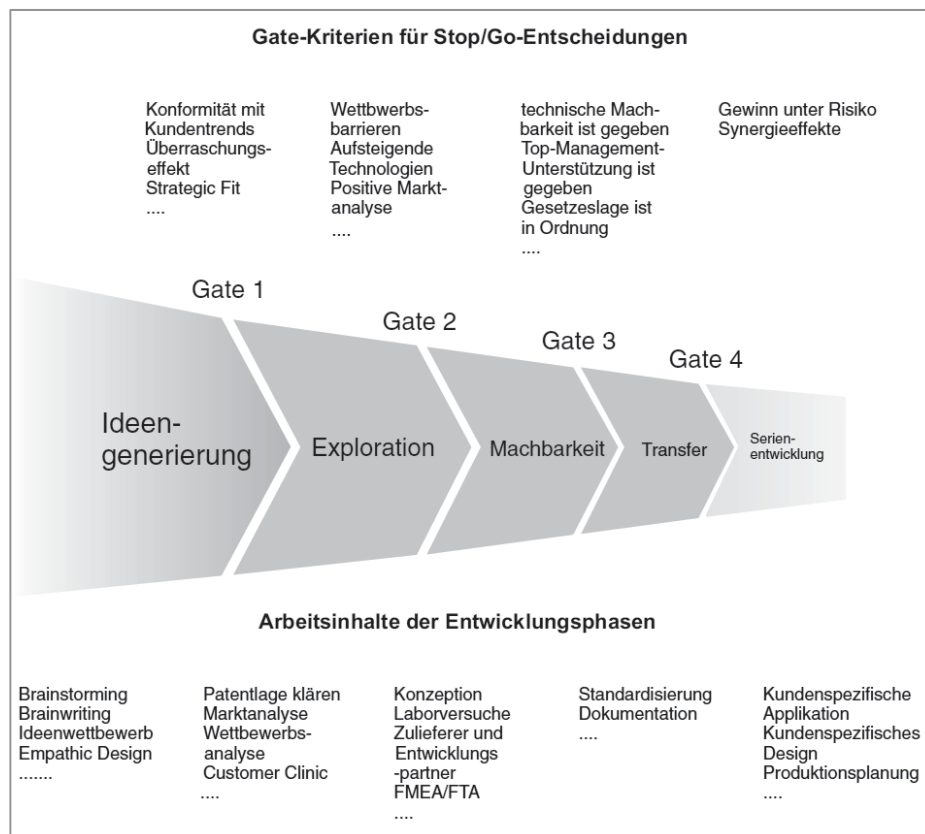


Bild 9-19: Stage-Gate-Prozess, Arbeitsinhalte und Gate-Kriterien nach WÖRDENWEBER (WÖRDENWEBER & WICKORD 2008, S. 167)

ETH-Referenzmodell des Innovationsprozesses

Auch das Referenzmodell der ETH Zürich basiert auf Stage-Gate-Überlegungen. Es besteht aus vier großen Prozessphasen, die wiederum einzelne Prozessschritte beinhalten. Diese Prozessschritte können und sollten sich teilweise auch überlagern und nicht streng sequenziell ablaufen (vgl. MEIER 2003). In Bild 9-20 wird das ETH-Referenzmodell dargestellt:

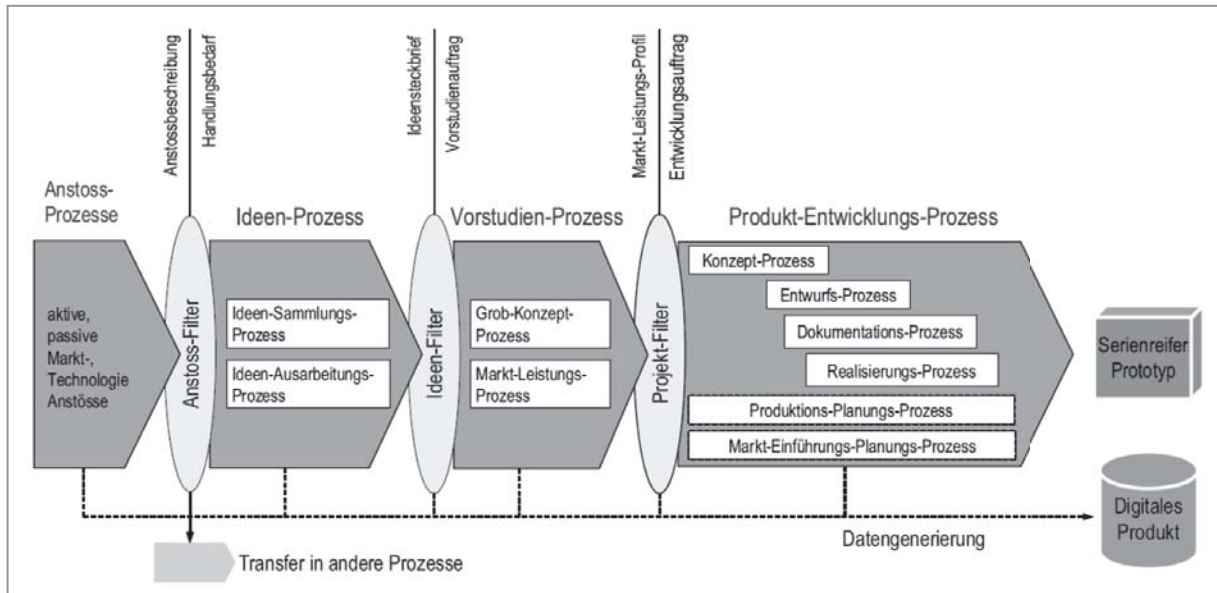


Bild 9-20: ETH-Referenzmodell des Innovationsprozesses (MEIER 2003, S. 26)

Eine Besonderheit stellt auch der Aspekt der Datengenerierung zur Generierung von digitalen Produkten dar.

Innovationsprozess nach Witt

Der Innovationsprozess nach WITT betont besonders die Aktivitäten, die auch durch das Marketing durchzuführen sind. Nach Auswahl und Prüfung von Innovationsideen werden parallel Aktivitäten in der technischen Entwicklung und zur Entwicklung eines Marketingkonzepts gestartet:

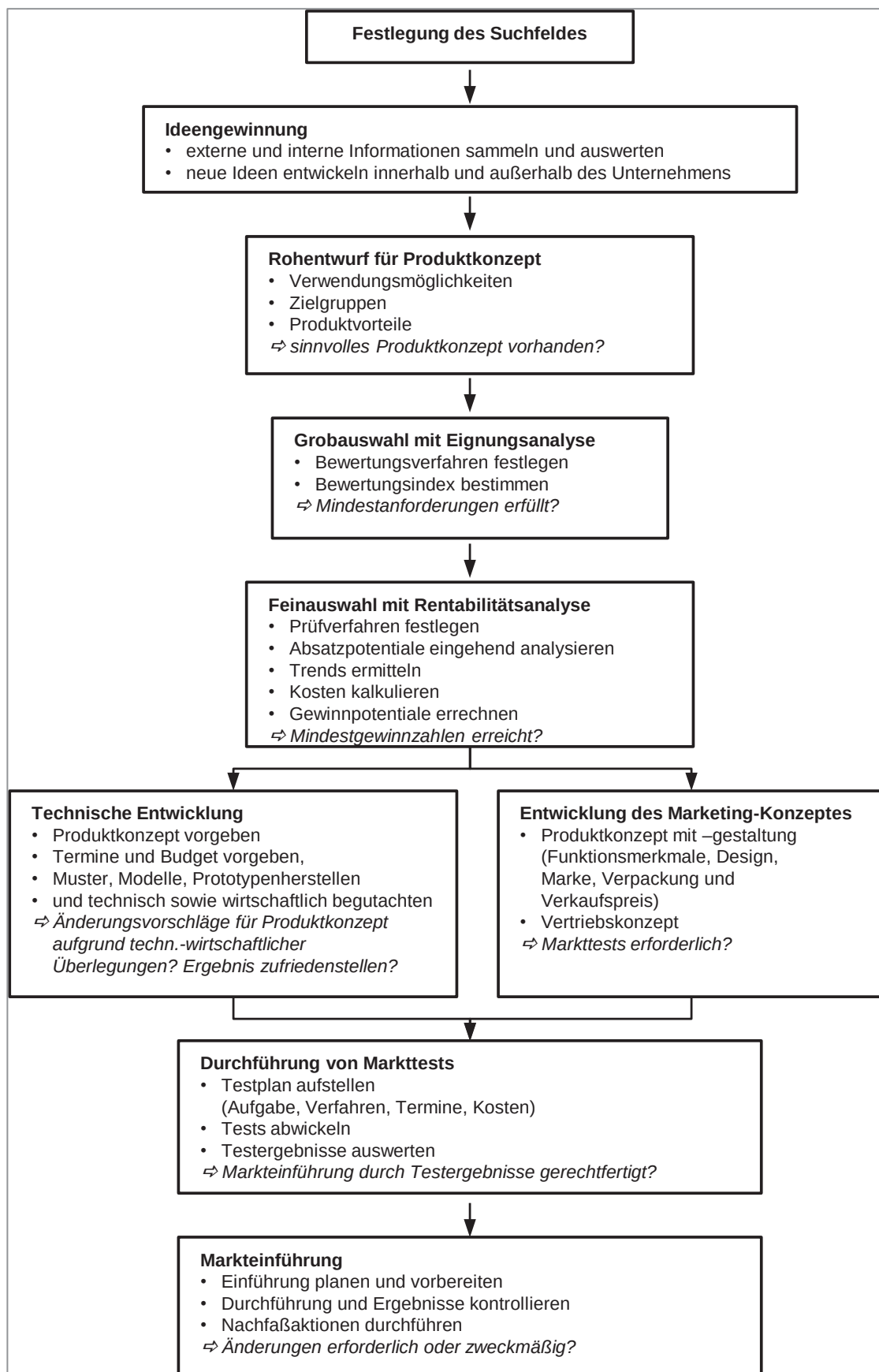


Bild 9-21: Innovationsprozess nach Witt (WITT 1996, S. 10)

Das W-Modell für Produktinnovationen

Das W-Modell ist im Kontext der Planung technologischer Produktinnovationen zu sehen (vgl. BRANDENBURG 2002). Eine Besonderheit ist die Zuordnung einzelner Aktivitäten zu einer strategischen und einer operativen Ebene:

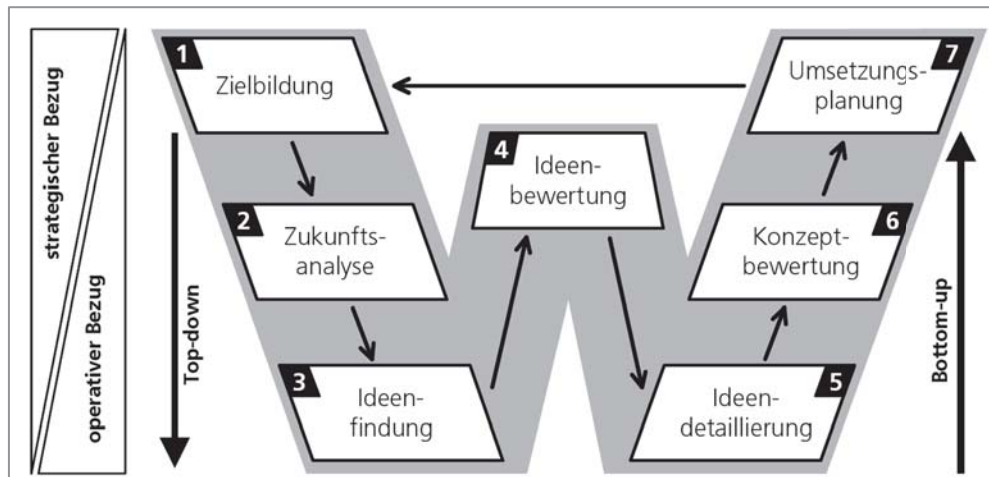


Bild 9-22: Das W-Modell für Produktinnovationen (BRANDENBURG 2002, S. 51)

Das Modell besteht aus sieben Schritten, wobei die Schritte 1, 2 und 7 periodisch zu wiederholen sind, während die Schritte 3, 4, 5 und 6 kontinuierliche Aktivitäten darstellen (vgl. BRANDENBURG 2002, S. 50).

Innovationsprozess nach Disselkamp

Das Prozessmodell von DISSELKAMP besteht aus fünf verschiedenen logischen Schritten, wobei der letzte Schritt, die Reflexion, bereits nach Umsetzung des Projekts erfolgt (vgl. Bild 9-23).

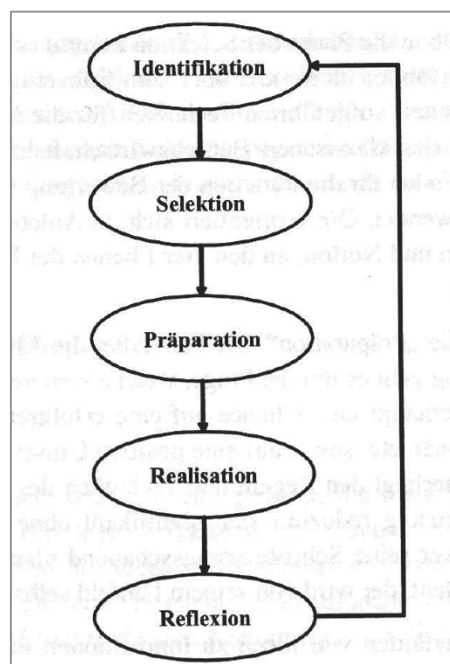


Bild 9-23: Innovationsprozess nach Disselkamp (DISSELKAMP 2005, S. 91)

Da die einzelnen Phasen nicht selbsterklärend sind, werden die wichtigsten Inhalte der Phasen in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst (vgl. DISSELKAMP 2005, S. 91 ff.):

Phase	Kurzbeschreibung
Identifikation	Ideengenerierung; Entwicklung neuer Ideen und Aufgreifen alter Ideen
Selektion	Strukturierung, Bewertung und Auswahl von Ideen. Filterprozess für die erfolgversprechendsten Ideen.
Präparation	Planung der weiteren Schritte (Projektmanagement) und Vermarktung der Ideen (Einbindung, Sensibilisierung und Überzeugung wichtiger Stakeholder); Frühzeitiges Testen (z.B. von Konzepten)
Realisation	Umsetzung des Projektes zur erfolgreichen Innovation und Kontrolle des Projektverlaufes.
Reflexion	Abnahme des Projektes, Anerkennung, Dokumentation des Wissens und Weiterentwicklung.

Tabelle 9-1: Kurzbeschreibung des Innovationsprozesses von Disselkamp

Produktplanungsprozess nach Schachtner

Im Produktplanungsprozess nach SCHACHTNER werden die sogenannten frühen Phasen der Produktentwicklung abgebildet (vgl. HERSTATT & VERWORN 2007, S. 10). Diese reichen von der Ideenfindung bis hin zur Projektauswahl (vgl. Bild 9-24).

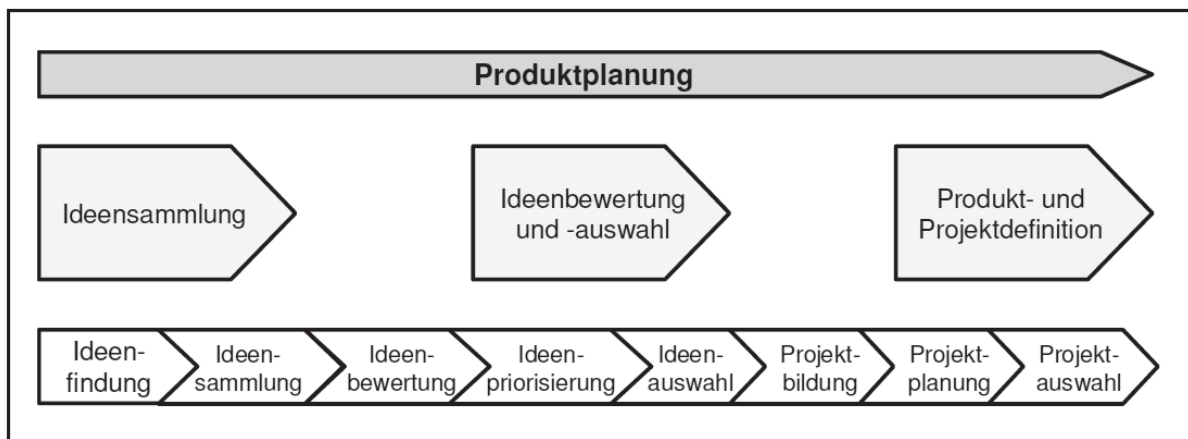


Bild 9-24: Produktplanungsprozess nach SCHACHTNER (vgl. HERSTATT & VERWORN 2007, S. 10)

Stage-Gate-Prozesse nach Cooper

COOPER hat neben den in dieser Arbeit bereits vorgestellten 5-stufigen und skalierbaren Stage-Gate-Modellen (vgl. Kapitel 2.2.3) auch weitere Stage-Gate-Modelle entwickelt, die jeweils unterschiedliche Aspekte beleuchten bzw. berücksichtigen. In einem seiner früheren Modelle mit nur fünf Phasen und drei Meilenstein-Gates wird bei den einzelnen Phasen beispielsweise zusätzlich nach Verantwortungsbereich nach Entwicklung/Produktion und Marketing unterschieden (vgl. Bild 9-25):

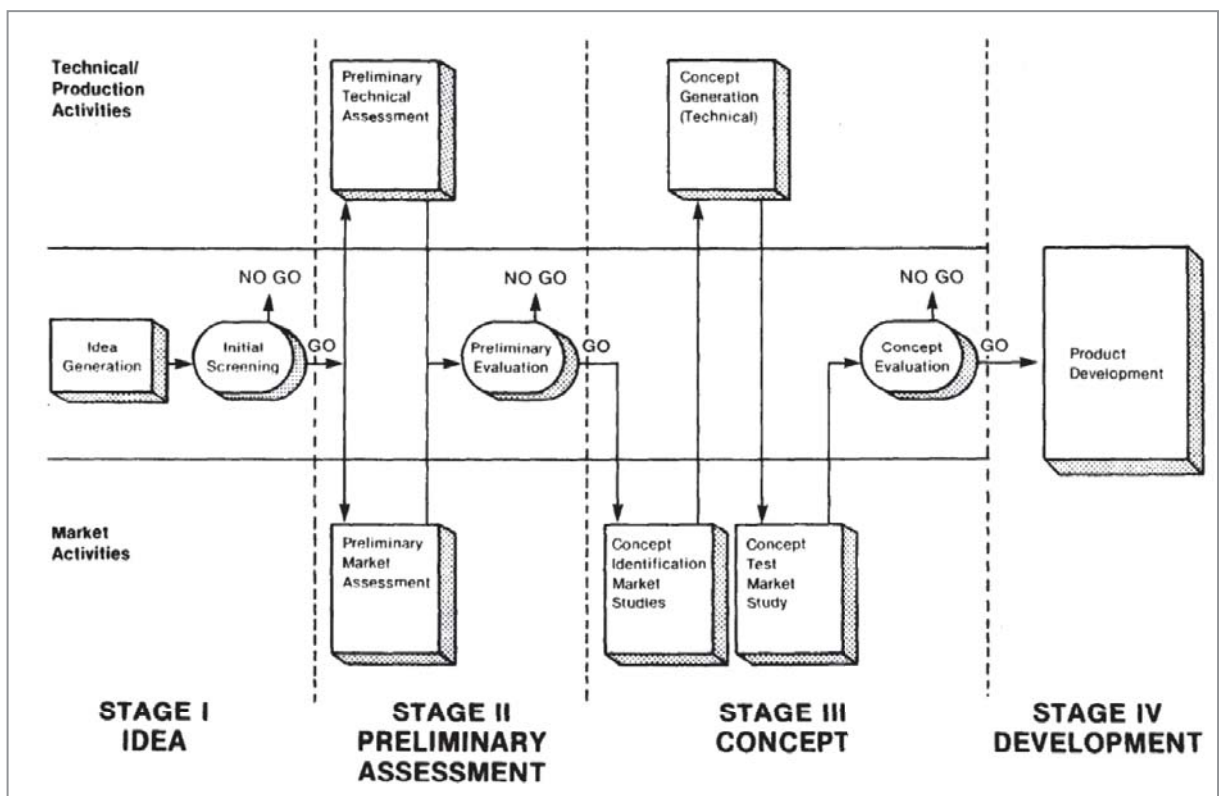


Bild 9-25: Stage-Gate-Prozess nach Cooper mit Aufteilung nach Verantwortungsbereich (COOPER 1988, S. 243)

In einem anderen Modell berücksichtigt COOPER die Möglichkeit, dass bestimmte Produktentwicklungsprojekte einer zusätzlichen vorgeschalteten Technologieentwicklung bedürfen (vgl. COOPER et al. 2002a).

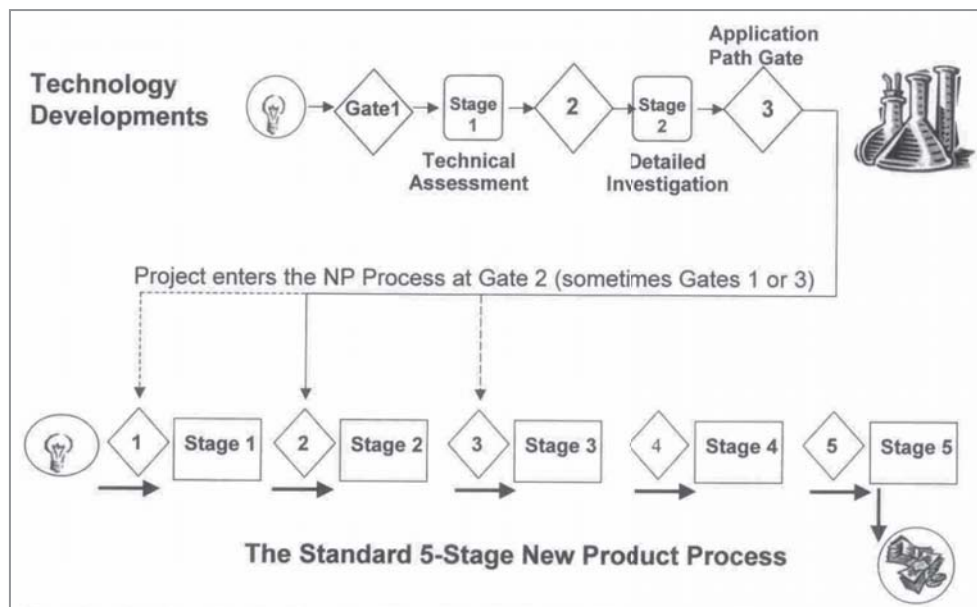


Bild 9-26: Stage-Gate-Prozess mit vorgeschaltetem Technologieentwicklungsprozess (COOPER et al. 2002a, S. 26)

Zur Bewertung und Priorisierung solcher Projekttypen schlägt COOPER die nachfolgenden Kriterien sowie eine Bewertungsskala von null bis zehn Punkten vor (vgl. COOPER 2006b):

	Score = Zero	Score = Ten Out of Ten
1. Business Strategy Fit		
Congruence	Only peripheral fit with our business's strategy.	Strong fit with several key elements of strategy.
Impact	Minimal impact; no noticeable harm if project is dropped.	The business's future depends on this project.
2. Strategic Leverage		
Proprietary position	Easily copied; no protection.	Position protected through patents, trade secrets, raw material access, etc.
Platform for growth	Dead end; one-of-a-kind; one-off.	Opens up many new product possibilities.
Durability (technical and marketing)	No distinctive advantage; quickly leapfrogged by others.	Long life cycle with opportunity for incremental spin-offs.
Synergy with corporate units	Limited to a single business unit.	Could be applied widely across the corporation.
3. Probability of Technical Success		
Technical gap	Large gap between solution and current practice; must invent new science.	Incremental improvement; easy to do; existing science.
Project complexity	Difficult to envision the solution; many hurdles along the way.	Can already see a solution; straightforward to do.
Technology skill base	Technology new to company; almost no skills internally.	Technology widely practiced within the company.
Availability of people and facilities	Must hire and build.	People and facilities immediately available.
4. Probability of Commercial Success (in the case of a TD project with potential for new products)		
Market need	Extensive market development required; no apparent market exists at present.	Product immediately responsive to a customer need; a large market exists.
Market maturity	Declining markets.	Rapid-growth markets.
Competitive intensity	High; many tough competitors in this field.	Low; few competitors; weak competition.
Commercial applications development skills	New to company; we have no/few commercial applications skills here; must develop.	Commercial applications skills and people already in place in the company.
Commercial assumptions	Low probability of occurring; very speculative assumptions.	Highly predictable assumptions; high probability of occurring.
Regulatory and political impact	Negative.	Positive impact on a high-profile issue.
5. Reward		
Contribution to profitability	Rough estimate: less than \$10M cumulative over 5 years.	Rough estimate: more than \$250M.
Payback period	Rough estimate: greater than 10 years.	Rough estimate: less than 3 years.
Time to commercial start-up	Greater than 7 years.	Less than 1 year.

Bild 9-27: Bewertungskriterien für Technologieentwicklungsprojekte (COOPER 2006b, S. 28)

Um die Zeit bis zur Markteinführung möglichst gering zu halten und unnötigen Aufwand zu vermeiden, unterscheidet COOPER für verschiedene Projekttypen weitere Prozessmodelle. So können bestimmte Meilenstein-Gates je nach Risiko ausgelassen und Prozessphasen auch zusammengelegt werden (vgl. COOPER et al. 2002b). Für Projekte, die auf dringende Kundennachfrage initiiert werden oder für die nur ein geringes Risiko zu erwarten ist, kann so der Prozess verkürzt und beschleunigt werden (vgl. Bild 9-28).

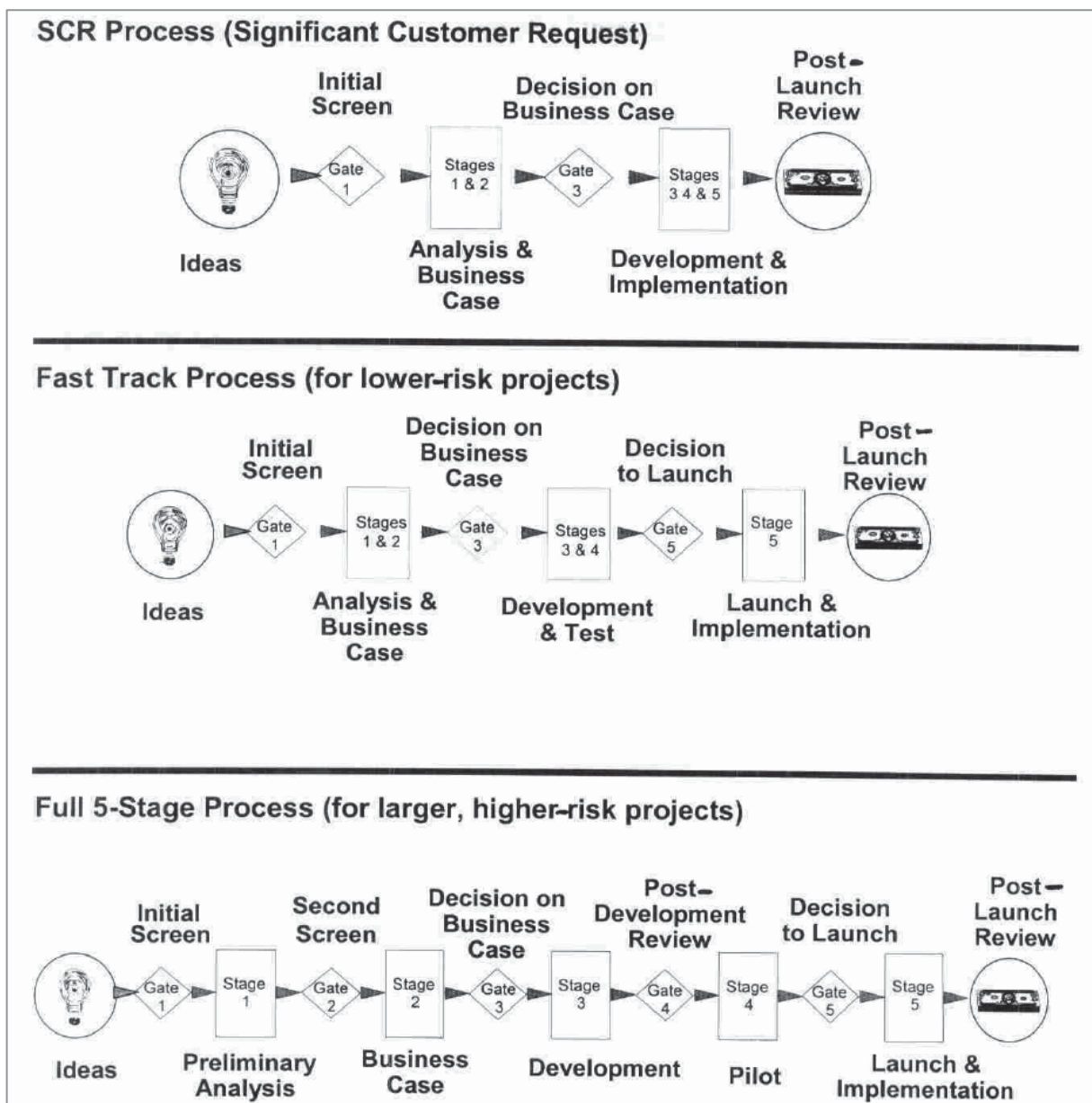


Bild 9-28: Risikoadaptierte Stage-Gate-Prozesse (COOPER et al. 2002b, S. 45)

Realer Innovationsprozess nach Wheelwright und Clark

Neben dem, in Kapitel 2.2.3 vorgestellten, idealen Trichtermodell des Innovationsprozesses haben WHEELWRIGHT und CLARK auch aufgrund ihrer Erfahrungen ein Real-Modell dargestellt, welches die realen Probleme im Innovationsprozess überspitzt darstellt. Dieses Modell ist in Bild 9-29 dargestellt.

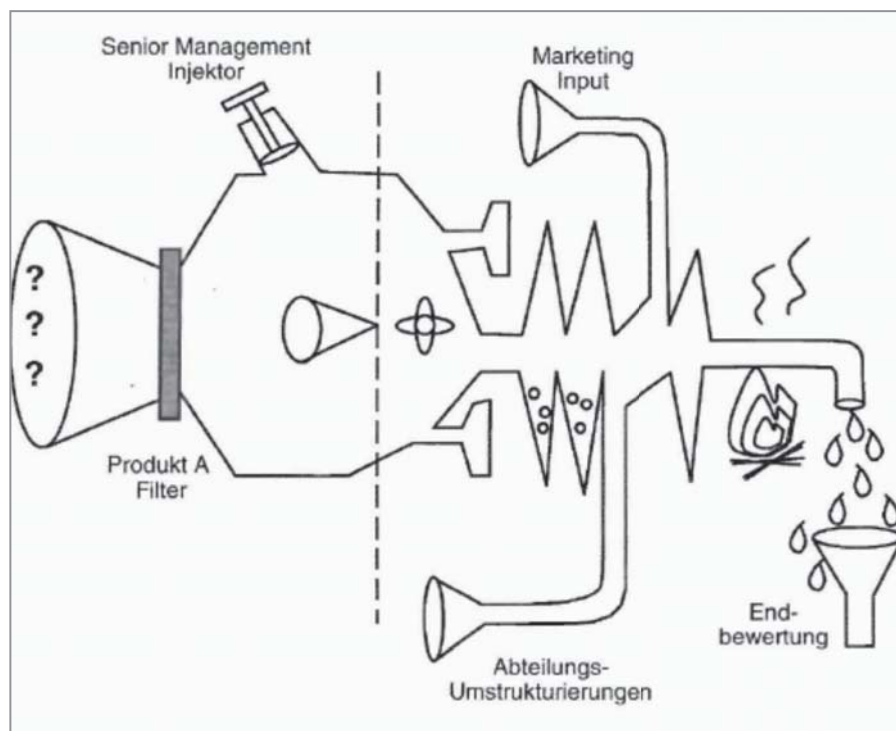


Bild 9-29: Realer Innovationsprozess nach WHEELWRIGHT und CLARK (KOBÉ 2001, S. 58)

Generischer Technologiemanagement-Prozess nach Farrukh

FARRUKH et al. entwickelten für die Firma Glaxo Wellcome ein generisches Prozessmodell für das Technologiemanagement (vgl. FARRUKH et al. 2004). In diesem Modell spielen vorge-lagerte strategische Überlegungen bereits eine Rolle. Ebenso werden die Themen Netzwerke, Wissen und Lernen berücksichtigt (vgl. FARRUKH et al. 2004). Das Modell von FARRUKH et al. wird in Bild 9-30 dargestellt.

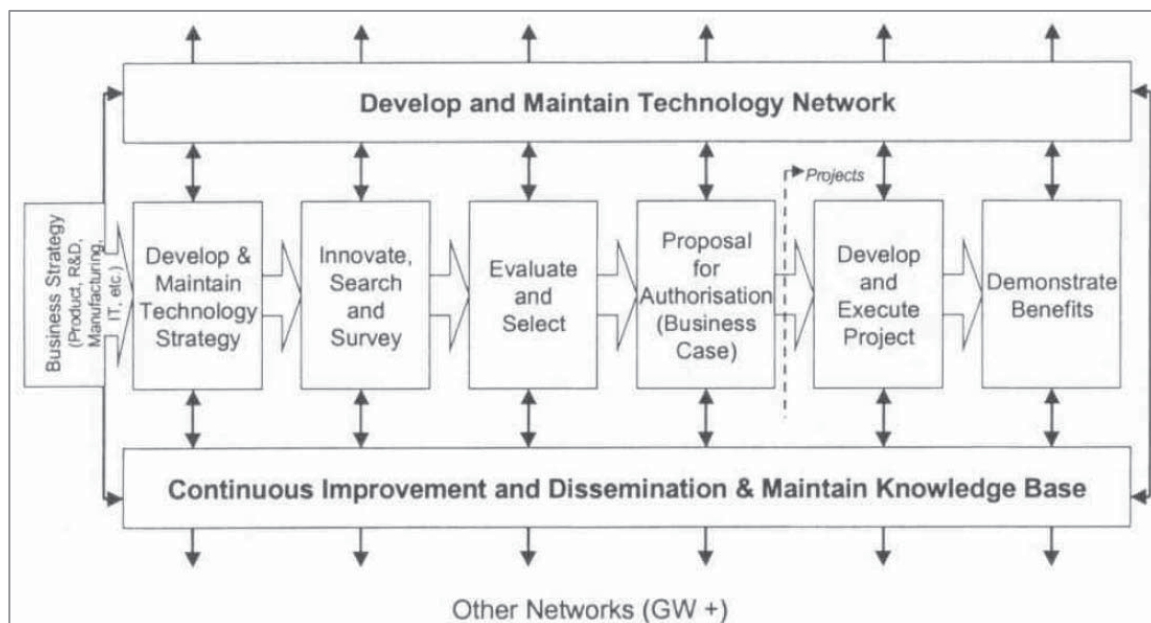


Bild 9-30: Generischer Technologiemanagement-Prozess für Glaxo Wellcome (FARRUKH et al. 2004, S. 42)

9.5 Ergänzungen zu Bewertungsprozessen

Um die Auswahl von Innovationsprojekten transparent und nachvollziehbar zu gestalten und eine möglichst objektive Vorgehensweise zu gewährleisten, sollte der Einsatz von Bewertungsmethoden vor- und nachbereitet werden. In diesem Abschnitt wird erläutert, wie systematische Bewertungen durchgeführt und als fester Bestandteil in F&E-Prozesse integriert werden können.

Idealtypischer Bewertungsablauf

Bevor die eigentlichen Bewertungsverfahren eingesetzt werden können, bedarf es einiger Vorbereitungen (vgl. LINDEMANN 2007, S. 180). Ein **idealtypischer Bewertungsablauf** wird in Bild 9-31 dargestellt.

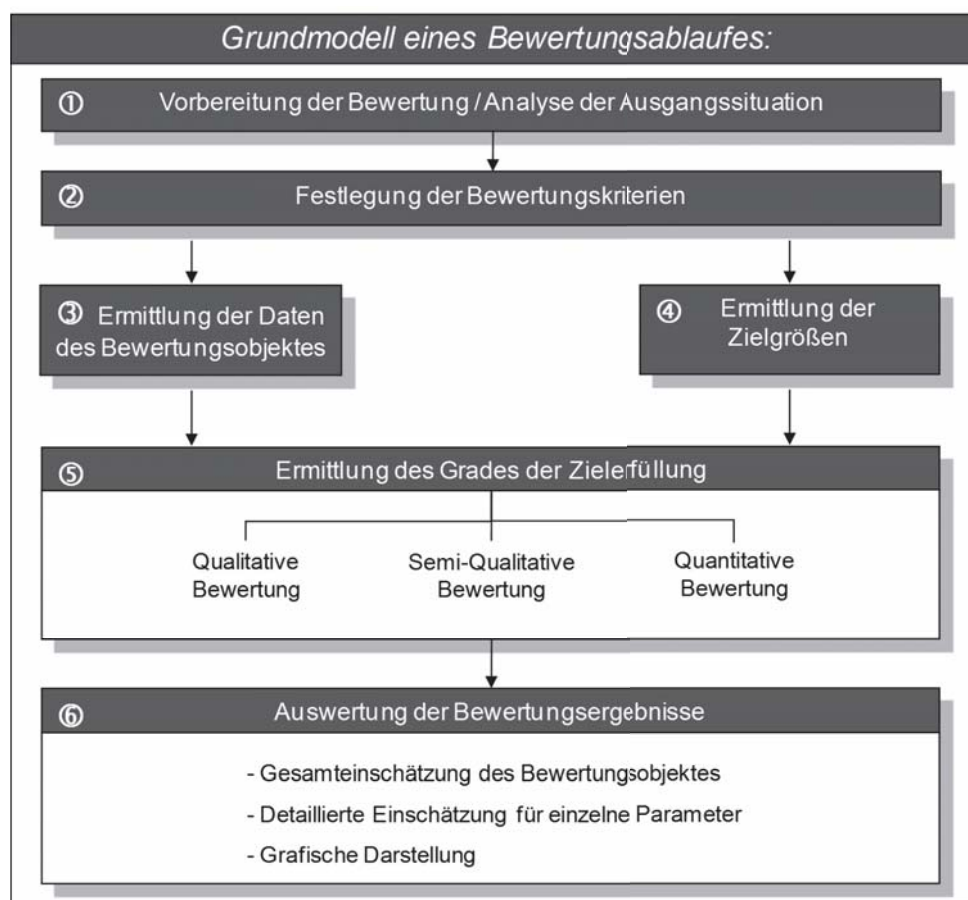


Bild 9-31: Grundmodell eines Bewertungsprozesses (in Anlehnung an PLESCHAK & SABISCH 1996, S. 175)

Zunächst (**Schritt 1**) wird **die Ausgangssituation analysiert**, um auf Basis von technischen, organisatorischen, arbeitswissenschaftlichen, zeitlichen und wirtschaftlichen Merkmalen (vgl. PLESCHAK & SABISCH 1996, S. 175 f.) entsprechende **Bewertungskriterien abzuleiten und festzulegen (Schritt 2)**. Im besten Fall kann bereits auf methodische Vorleistungen, wie durchgeführte Eigenschaftsanalysen, Anforderungslisten oder dokumentierte Problemformulierungen, zurückgegriffen werden (vgl. LINDEMANN 2007, S. 180). Bei der Festlegung der Bewertungskriterien kann auch gleich eine Gewichtung der definierten Kriterien durchgeführt werden (vgl. GRANIG 2007, S. 64).



Nun werden (**Schritt 3 und 4**) die notwendigen **Daten des Bewertungsobjekts ermittelt** und die **gewünschten Zielgrößen festgelegt**. Letzteres kann inhaltlich sehr anspruchsvoll sein (vgl. PLESCHAK & SABISCH 1996, S. 176), da diese von übergeordneten strategischen Zielen, vom Leistungsniveau der Konkurrenzprodukte und von Zukunftsprognosen abgeleitet werden können. Als Referenzgrößen zur Beurteilung der Eignung können Vergleiche mit alternativen Innovationen, mit bestimmten Zuständen (Status quo, andere Produkte, fiktiver Soll-Zustand) oder mit angestrebten Zielen verwendet werden (vgl. HAUSCHILDT & SALOMO 2007, S. 537).

Im **fünften Schritt** findet erst die eigentliche Bewertung statt. Es wird ein **Soll/Ist-Abgleich** zwischen den ermittelten Daten des Bewertungsobjekts und den definierten Zielgrößen durchgeführt. Meist werden bei Produktinnovationen aus Gründen der Komplexität mehrdimensionale Verfahren eingesetzt, die sowohl quantitative als auch qualitative Merkmalsausprägungen berücksichtigen (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 190).

Im **letzten Schritt** eines Bewertungsprozesses werden die **Ergebnisse ausgewertet**. Dies bedeutet, dass die einzelnen bewerteten Parameter zu einer Gesamteinschätzung der Innovation konsolidiert werden. Dadurch können die Innovationsprojekte herausgefiltert werden, die die Ziele am besten erfüllen (vgl. PLESCHAK & SABISCH 1996, S. 176). LINDEMANN weist in diesem Zusammenhang auf die Vorteile einer grafischen Aufbereitung von Bewertungsergebnissen hin (vgl. LINDEMANN 2007, S. 186). Nutzwertprofile veranschaulichen das Bewertungsergebnis und ermöglichen dadurch eine Interpretation und Plausibilitätsanalyse. Um die komplexen Zusammenhänge bestimmter Bewertungsverfahren besser zu verstehen, bietet sich auch die sogenannte Sensibilitätsanalyse an (vgl. LINDEMANN 2007, S. 187). Durch gezielte Veränderung von einzelnen Gewichtungen oder durch Weglassen einzelner Kriterien lässt sich ein Verständnis für die kausalen Zusammenhänge aufbauen. Das Grundmodell des Bewertungsablaufs fordert eine systematische Vorgehensweise. Deshalb findet man es, oder zumindest einige Schritte daraus, in vielen Bewertungsmethoden.

Bewertung als Bestandteil des F&E-Prozesses

Wie bereits im Rahmen der theoretischen Grundlagen zur methodischen Produktentwicklung in Abschnitt 2.2 erörtert wurde, stellt der Aspekt der Bewertung ein bedeutendes Element im Entwicklungsprozess dar. Selbst auf der Mikroebene des TOTE-Schemas findet ein Abgleich zwischen Soll- und Ist-Zustand statt. Auch bei weniger operativen Vorgehensmodellen sind die Bewertung und Auswahl von Alternativen explizit oder zumindest implizit berücksichtigt. Bei den speziellen Vorgehensmodellen für Innovationen und insbesondere bei den sogenannten Stage-Gate-Prozessen spielt die Bewertung als Entscheidungsgrundlage jeweils eine wichtige, wenn nicht sogar die zentrale Rolle.

Anhand der Stage-Gate-Modelle wird auch ersichtlich, dass für die Bewertung ein **mehrstufiges Vorgehen** gewählt werden sollte und Bewertungen damit prozessbegleitend durchgeführt werden sollten (vgl. HAUSCHILDT & SALOMO 2007, S. 569 ff.). Ein mehrstufiges Vorgehen ist aus unterschiedlichen Gründen zweckmäßig. So bietet sich die Trennung von Projektideen und Produktkonzepten bereits aus Ressourcenüberlegungen an. Für die häufig relativ große Anzahl an Projektideen ist es wirtschaftlich nicht sinnvoll und teilweise für manche Unternehmen kapazitiv auch gar nicht möglich, dass für jede Idee eine detaillierte und abschließende Beurteilung durchgeführt wird. Der Aufwand zur Informationsbeschaffung bei vergleichsweise hoher Unsicherheit wäre nicht sinnvoll. SPECHT empfiehlt daher, dass in den

frühen Bewertungsstufen zunächst prinzipielle Fragestellungen, wie z. B. technische Realisierungs- und ökonomische Marktchancen, ausschlaggebend sein sollten (vgl. SPECHT et al. 2002, S. 225). In der Praxis werden Ideen daher meistens in mehreren Schritten bewertet, ausgewählt und konzeptionell vertieft und erweitert (vgl. GESCHKA & LENK 1999, S. 29; YAP & SOUDER 1993).

BROSE schlägt aus Kosten-, Zeit- und Ressourcengründen ein **zweistufiges Vorgehen** vor (vgl. BROSE 1982, S. 207 f.). Er unterscheidet zwischen einer **Vor- oder Grobevaluierung**, die der schnellen Filterung dienen soll, und der **Fein- oder Hauptevaluierung**, die in detaillierter Weise die vorwiegend quantitative Entscheidungsgrundlage bildet. Die Vorevaluierung verfolgt den Zweck, untaugliche, nicht realisierbare oder mit den restriktiven Nebenbedingungen der Unternehmung nicht vereinbare Innovationsvorhaben frühzeitig zu erkennen und zu eliminieren. Diese Form der Evaluierung muss deshalb „in erster Linie Erfordernissen wie Schnelligkeit und Einfachheit genügen, um bei Erstellung und Anwendung nur geringe Verfahrenskosten zu verursachen“ (BROSE 1982, S. 209). Sowohl für die Grob- als auch die Feinbewertung stehen verschiedene Methoden zur Unterstützung zur Verfügung (vgl. WEULE 2002, S. 174). Im Prozessverlauf, und damit abhängig vom Reife- und Detaillierungsgrad, können somit unterschiedliche Methoden in Kombination eingesetzt werden (vgl. SPATH 2003, S. 44; COOPER 2002, S. 260). Ebenso können sich auch die relevanten Bewertungskriterien je nach Prozessphase ändern bzw. können weitere Kriterien hinzukommen (vgl. PLESCHAK & SABISCH 1996, S. 183 ff.).

Eine Beschreibung zur zweistufigen Projektbewertung findet sich auch bei THOMA (vgl. THOMA & HORVÁRTH 1989). Allerdings sieht Thoma bereits zwei Stufen allein zur Auswahl von Innovationsideen, also noch vor dem eigentlichen Start von Entwicklungsprojekten vor. Die verfügbaren Projektideen werden im Verfahrensablauf nach Thoma zunächst erfasst und anschließend einer qualitativen Grobbewertung unterzogen. Diese basiert auf Einschätzungen der Idee in Bezug auf die strategische Vereinbarkeit, Technik- und Marktattraktivität sowie der Ressourcenstärke. Die genannten Punkte entsprechen grundsätzlich den Überlegungen zur strategischen Produktplanung, wie sie bereits in Abschnitt 2.3 dieser Arbeit vorgestellt wurden. Zur Visualisierung der Einschätzungen werden Projektprofile gebildet. Projektideen, die die erste Filterung überstanden haben, werden nun einer quantitativen und qualitativen Beurteilung unterzogen. Während qualitative Kriterien, wie Innovationsgrad, Kundennutzen etc., mittels einer Nutzwertanalyse bewertet werden, fließen quantitative Kriterien nicht in die Nutzwertanalyse mit ein. Vielmehr wird die quantitative Bewertung zunächst unabhängig von der qualitativen Bewertung durchgeführt.

Es werden Kriterien wie Entwicklungsdauer, Kapazitätsbedarfe, mögliche Projektkosten und projektinduzierte Erlöse untersucht, um darauf hin finanzielle Kennzahlen daraus abzuleiten. Solche Kennzahlen können etwa der relative Deckungsbeitrag, der Kapitalwert oder Return on Investment (ROI) sein (vgl. HAHNER 2000, S. 52). Ergänzt wird die quantitative Beurteilung durch eine risikoanalytische Untersuchung. Sowohl die quantitativen als auch die qualitativen Beurteilungen werden zum Schluss den Entscheidungsträgern, als Aussagen formuliert, zur endgültigen Entscheidung vorgelegt. Der Verfahrensablauf von THOMA wird in Bild 9-32 noch einmal zusammengefasst.

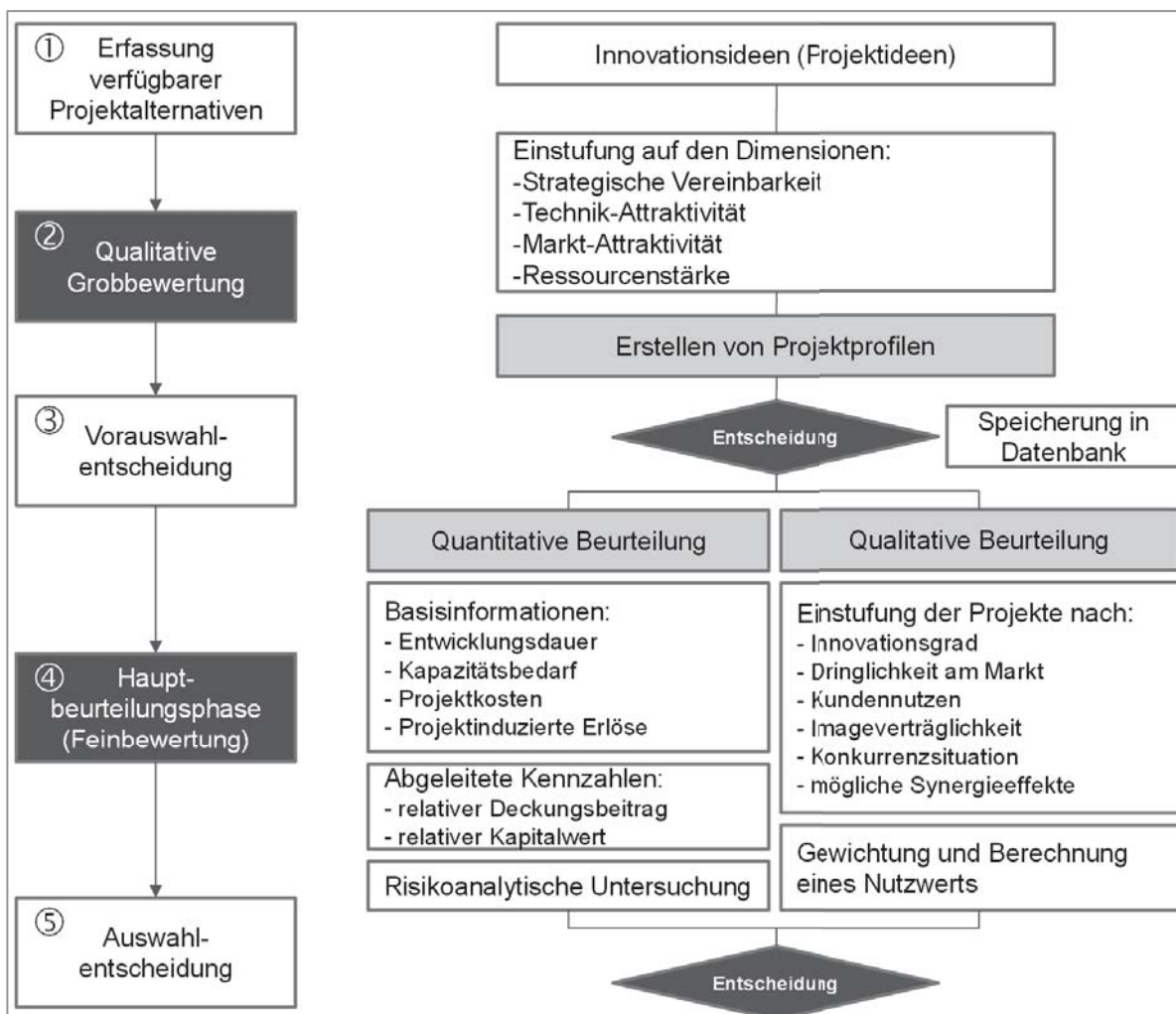


Bild 9-32: Verfahrensablauf zur Bewertung von Entwicklungsprojekten nach Thoma
(in Anlehnung an THOMA & HORVÁRTH 1989, S. 214)

9.6 Beispiel zur Klassifizierung von Bewertungsmethoden

In der Entwicklung des F&E-Managements existieren bei der Auswahl von Innovationsvorhaben drei Phasen, die sich voneinander abgrenzen lassen (vgl. HAHNER 2000, S. 38 ff.) und aufgrund des Wandels der Märkte weg von Verkäufer– hin zu Käufermärkten begründet werden. Zunächst (1950–1970) wurde angenommen, dass sich F&E-Ergebnisse nicht steuern lassen, weshalb der Schwerpunkt bei der Auswahl von Innovationsprojekten auf technisch-wirtschaftlichen Kriterien lag. Zwischen 1970 und 1990 rückte die Problemstellung der Innovationsbewertung wegen zunehmender Marktmacht der Konsumenten in die Betrachtung der Betriebswirtschaftslehre. Da sich Produkte schwieriger vermarkten ließen und die Kosten technischer Produkte aufgrund steigender Komplexität zunahmen, haben immer mehr wirtschaftliche Kriterien – als Erweiterung zu den primär technisch-quantitativen Verfahren eine Rolle gespielt. Seitdem lässt sich eine zunehmende Anzahl an ganzheitlichen Verfahren und auch die Erweiterung um qualitative Kriterien beobachten (vgl. HAHNER 2000, S. 39).

Aufgrund der Vielfalt an möglichen Bewertungsverfahren finden sich in der Literatur immer wieder Klassifizierungen, die zur besseren Übersicht einzelne Verfahren anhand wesentlicher Merkmale gruppieren (vgl. z. B. PLESCHAK & SABISCH 1996, S. 178; VAHS & BURMESTER 2005, S. 195; GRANIG 2007, S. 67).

In Bild 9-33 wird ein hierarchisches Klassifikationsschema gezeigt, welches Bewertungsverfahren anhand ihres Zielsystems unterteilt.

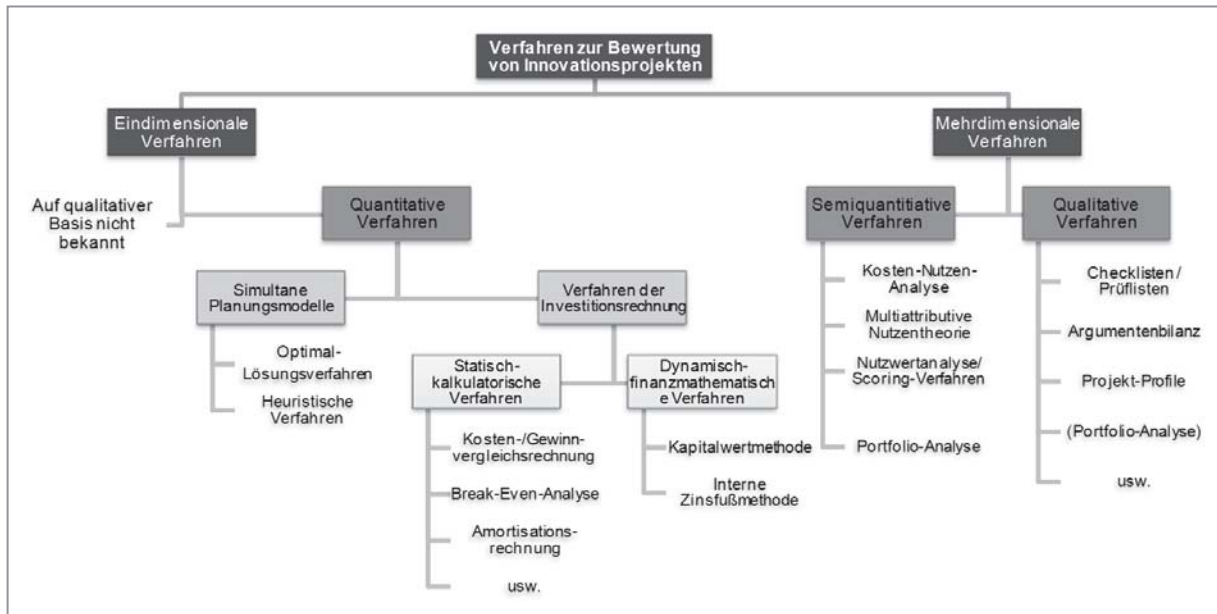


Bild 9-33: Überblick über unterschiedliche Bewertungsverfahren
(modifizierte Darstellung in Anlehnung an GRANIG 2007, S. 67)

Eindimensionale Verfahren konzentrieren sich auf die Optimierung eines Zieles bzw. einer Zielfunktion. Dies kann etwa ein technischer Leistungsparameter sein, aber auch eine monetäre Zielgröße wie Gewinn. Gerade bei technisch anspruchsvollen Produkten werden im Rahmen der Innovationsbewertung in der Regel mehrere Zielgrößen von Bedeutung sein. Wie bereits erläutert wurde, stehen in der Praxis zahlreiche Kriterien zur Verfügung, die mehr oder weniger relevant sein können. Im Fall mehrerer Zielsetzungen müssen **mehrdimensionale Bewertungsverfahren** eingesetzt werden.

Auf zweiter Ebene der gezeigten Klassifikation wird eine Unterteilung anhand der zugrunde liegenden Messgrößen der Verfahren, also nach der Art der Information, vorgenommen. Während bei **quantitativen Verfahren** die tatsächliche Merkmalsausprägung eines Bewertungsobjektes direkt objektiv gemessen oder wenigstens geschätzt werden kann, ist diese Möglichkeit bei Verfahren, die sich auch qualitativer Kriterien, wie beispielsweise Image oder Kundenzufriedenheit bedienen, nicht möglich (vgl. PLESCHAK & SABISCH 1996, S. 178 f.). Zwar können **qualitative Verfahren** auf quantitative Hilfsgrößen zurückgreifen, diese basieren aber immer auf subjektiven Wertungen (vgl. GRANIG 2007, S. 69). Die subjektiven Werturteile können dabei mittels einer Wertfunktion bestimmten Bewertungszahlen zugeordnet werden. **Semiquantitative Verfahren** verwenden neben direkt messbaren auch qualitative Informationen, welche durch subjektive Einschätzung von Entscheidungsträgern in numerische Zahlenwerte (z. B. dimensionslose Nutzwerte) transformiert werden (vgl. JAHN 2009, S. 50).



In der Literatur finden sich auch Hinweise, welche Bewertungsverfahren in welcher Phase eines F&E-Prozesses bzw. ab welchem Reifegrad der Produktidee eingesetzt werden sollen (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 195). Zwar ist diese Zuordnung keineswegs eindeutig möglich,¹²⁴ dennoch empfiehlt es sich, im Prozessverlauf mit qualitativen Verfahren zu beginnen und im weiteren Zeitverlauf verstärkt quantitative Verfahren einzusetzen, da sowohl die Qualität der verfügbaren Informationen zunimmt und das Verhältnis von Aufwand und Nutzen dann aufwendigere Methoden rechtfertigt (vgl. GRANIG 2007, S. 5). In Bild 9-34 wird dieser Zusammenhang exemplarisch dargestellt.

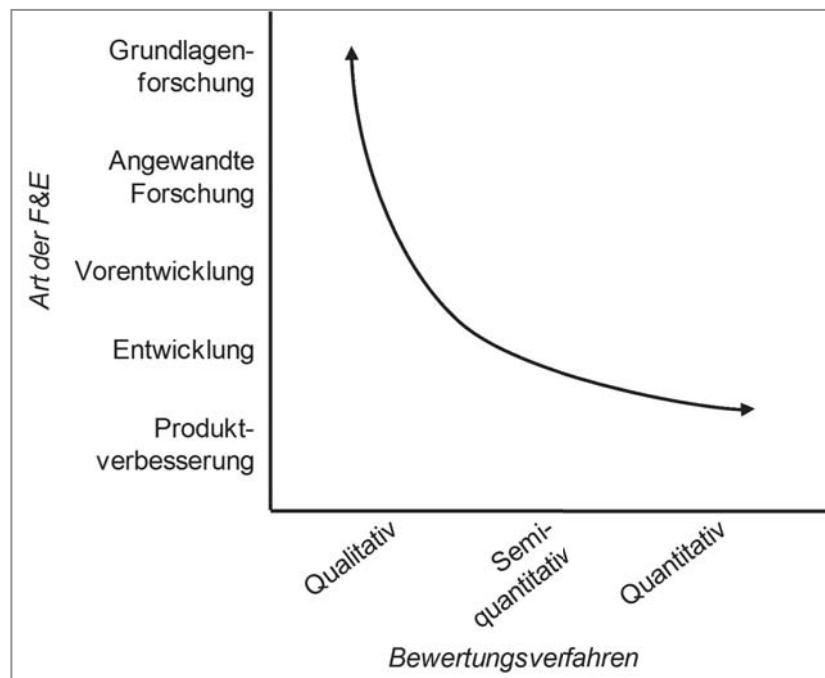


Bild 9-34: Relevanz von Bewertungsverfahren im Zeitverlauf
(in Anlehnung an KERSSSENS-VAN DRONGELEN & COOK 1997, S. 351)

¹²⁴ Die in Kapitel 2.1.6 erörterten begrifflichen und inhaltlichen Abgrenzungsschwierigkeiten einzelner F&E-Phasen sowie firmen- und produktspezifische Unterschiede verhindern eine solche allgemeingültige klare Methodenzuordnung.



9.7 Ergänzungen zu qualitativen Bewertungsverfahren

Checklisten

Auch Check- oder Prüflisten werden häufig zur Vorauswahl von Ideen verwendet (vgl. LINDEMANN 2007, S. 178 f.). Im Gegensatz zu den Verfahren der ganzheitlichen Präferenzbildung wird in diesen Verfahren auf Bewertungskriterien zurückgegriffen.

Die sogenannte (Vor-) **Auswahlliste** verfolgt das Ziel, eine größere Anzahl an möglichen Alternativen schnell und aufwandsarm zu reduzieren. Sie dient weniger zur Identifikation der erfolgversprechendsten Ideen als vielmehr der Eliminierung ungeeigneter oder nicht realisierbarer Ideen. Wie die Argumentenbilanz sind auch Checklisten ungeeignet für die Erstellung einer Rangfolge von Ideen. Wurde bereits eine Anforderungsliste erstellt, sollte diese die Grundlage für eine Auswahlliste darstellen. Neben der aus der Konstruktionslehre bekannten Auswahlliste (vgl. PAHL et al. 2005, S. 139 ff.) existieren auch spezielle **Checklisten für Innovationen** (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 196 ff.). In Bild 9-35 werden beide Formen der Checklisten gegenübergestellt. Um den Bewertungsaufwand möglichst gering zu halten, empfiehlt es sich, die Kriterien in **Muss-Kriterien/K.-o.-Kriterien** und **Kann-Kriterien** zu untergliedern. Zunächst werden die bedeutenderen Muss-/K.-o.-Kriterien untersucht. Erfüllt eine Idee solche Kriterien nicht, erübrigt sich eine weitergehende Untersuchung.

Sinnvolle K.-o.-Kriterien können z. B. die Übereinstimmung mit gesetzlichen Randbedingungen, Vereinbarkeit mit den Grundsätzen des Unternehmens, prinzipielle Realisierbarkeit der Idee oder Verletzung von Schutzrechten (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 198 f.) sein. Neben solchen K.-o.-Kriterien können auch Mindestanforderungen als Muss-Kriterien definiert werden. Bestimmte technische Leistungsparameter eines Vorgängerprodukts können als Mindestgrenze festgelegt werden, wenn eine Verschlechterung aus Kundensicht nicht akzeptabel wäre. Ideen, die solche Mindestanforderungen nicht erfüllen können, lassen sich schnell frühzeitig aussortieren. Checklisten können daher als Ausschlussverfahren angesehen werden, die vor der eigentlichen Bewertung eingesetzt werden können (vgl. LENK 1994, S. 29 f.).

Gerade im Hinblick auf K.-o.-Kriterien wird die Antwortmöglichkeit auf zwei Möglichkeiten eingeschränkt, um eine eindeutige Aussage zu erhalten. Methoden, die prinzipiell für einzelne Kriterien nur „Ja“ oder „Nein“ als Antwortmöglichkeiten zulassen, werden daher auch als **duale Bewertungsverfahren** (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 198) bezeichnet.¹²⁵

Die in Bild 9-35 dargestellte Innovations-Checkliste stellt ein solches duales Bewertungsverfahren dar.

¹²⁵ LENK versteht, im Gegensatz hierzu, unter Bewertungsverfahren mit dualem Charakter Verfahren, die das Bewertungsproblem auf eine Gegenüberstellung zweier unabhängig voneinander betrachteten Haupt-Kriterien reduzieren (vgl. LENK 1994, S. 42 ff.).



Auswahlliste						Innovations-Checkliste	
Analyse und Beurteilung Lösungsvorschläge nach Kriterien beurteilen mit: + ja - nein ? Informationsmangel ! Anforderungen überprüfen			Entscheiden Lösungsvorschläge kennzeichnen mit: + Lösung weiterverfolgen - Lösung scheidet aus ? Information beschaffen ! Anforderungsliste auf Änderung überprüfen			1. Marktfähigkeit: Bedürfnisbefriedigung ☐ JA ☐ NEIN Kundennutzensteigerung ☐ ☐ Einfluss auf die Kaufentscheidung ☐ ☐ Kommunizierbarkeit ☐ ☐ Unique selling proposition ☐ ☐	
Verträglichkeit gegeben Forderungen der Anforderungsliste erfüllt Grundsätzlich realisierbar Aufwand zulässig ...						2. Technische Realisierbarkeit: Technologien zugänglich ☐ ☐ Eigenentwicklung ☐ ☐ Fremdentwicklung ☐ ☐ Lizenzkauf ☐ ☐	
Lösung	A	B	C	D	...	Bemerkungen (Hinweise, Begründungen)	
1	+	+	+	+	+	Patent anmelden!	+
2	+	?	?	+	+		?
3	?	+	-	-	-		-
4	-	-	+	-	-		-
...							
Datum: 16.05.2010			Bearbeiter: Franke				
						3. Gesetzgebung: Gesetzliche Restriktionen ☐ ☐ Zukünftige Entwicklung: Aufhebung ☐ ☐ Lockerung ☐ ☐ Verschärfung ☐ ☐	
						4. Schutzrechtsituation: Patent ☐ ☐ Gebrauchsmuster ☐ ☐ Marken ☐ ☐ National ☐ ☐ International ☐ ☐ Geschmacksmuster ☐ ☐ Erwerb der Rechte möglich ☐ ☐	
						5. Strategiekonformität: Imagestrategie: Sozialverträglichkeit ☐ ☐ Umweltverträglichkeit ☐ ☐ Markenverträglichkeit ☐ ☐ Innovationsstrategie ☐ ☐	

Bild 9-35: Auswahlliste aus der Konstruktionslehre und Innovations-Checkliste
(in Anlehnung an PAHL et al. 2005, S. 141; VAHS & BURMESTER 2005, S. 197)

9.8 Ergänzungen zu semiquantitativen Bewertungsverfahren

Bei Punktbewertungsverfahren werden Bewertungskriterien gesucht und darauf aufbauend Punktwerte für einzelne Alternativen vergeben (vgl. EHRENSPIEL 2007, S. 511). Die Punktschummen werden dann als Entscheidungshilfe oder zur Bildung einer Rangfolge genutzt.

Die **einfache Punktbewertung** verzichtet gänzlich auf eine Gewichtung der Bewertungskriterien. Die einzelnen Kriterien werden somit als gleichbedeutend angesehen.¹²⁶ Die Annahme gleichbedeutender Bewertungskriterien ist in der Praxis nicht immer gegeben. Häufig sind bestimmte Kriterien von einer höheren Priorität als andere. Eine Gewichtung der Bewertungskriterien ist in diesen Fällen nötig. Eine **gewichtete Punktbewertung** ist in Bild 9-36 dargestellt.

¹²⁶ Entsprechend kann die einfache Punktbewertung als Spezialfall der gewichteten Punktbewertung angesehen werden, bei dem jedem Kriterium die Gewichtung „1“ zugeordnet wird.

Gewichtete Punktbewertung:

① Zielkriterien	② Gewichtungsfaktor	Alternativen					
		A 1		A 2		A 3	
	g	④ w ₁	⑤ w ₁ * g	w ₂	w ₂ * g	w ₃	w ₃ * g
Geringe Herstellkosten	0,3	8	2,4	6	1,8	2	0,6
Gute Bedienbarkeit	0,25	7	1,75	8	2	10	2,5
Hohe Zuverlässigkeit	0,25	9	2,25	10	2,5	9	2,25
Ansprechendes Design	0,2	10	2	8	1,6	5	1
SUMME	1		⑥ 8,4		7,9		6,35

③ Bewertungsskalierung:
1=niedrig ... 10=hoch

Vorteilhafteste Alternative

Zielwerte
 w_{ij}

Teilnutzenwerte
 $n_{ij} = \sum_i (g_i * w_{ij})$

Gesamtnutzenwerte
 $N_j = \sum_i n_{ij}$

Bild 9-36: Beispiel einer gewichteten Punktbewertung (eigene Darstellung)

Anhand der dargestellten gewichteten Punktbewertung sollen die grundsätzlichen Verfahrensschritte der Scoringmodellierung nach BROSE kurz beschrieben werden (vgl. BROSE 1982). Die einzelnen Schritte müssen allerdings nicht streng sequenziell durchlaufen werden (vgl. BROSE 1982, S. 322).

In **Schritt 1** wird ein **Ziel- bzw. Bewertungskriterienkatalog** erstellt. Da der Aufwand und die Komplexität mit der Anzahl der Kriterien schnell steigen, sollte man sich auf die relevanten Kriterien beschränken. Auch wenn es nicht die richtige Anzahl an Kriterien gibt, sollten zwischen fünf und zehn Kriterien zur Bewertung von F&E-Projekten normalerweise ausreichend sein (vgl. BROSE 1982, S. 344). Zudem sollte der definierte Kriterienkatalog bestimmte Anforderungen erfüllen (vgl. BROSE 1982, S. 342 ff.):

- Repräsentation sämtlicher wesentlichen Ziele
- Präzise und eindeutige Formulierung der Kriterien
- Messbarkeit und Operationalität der Kriterien
- Überschneidungsfreiheit der Kriterien
- Unabhängigkeit der Kriterien

Aufgrund der vielen möglichen Zielsetzungen und der produktspezifischen Besonderheiten bereitet es in der Praxis Schwierigkeiten, die wichtigen Kriterien vollständig zu erfassen und den genannten Anforderungen gerecht zu werden. Besonders wenn eine größere Anzahl an relevanten Kriterien zu beachten ist, empfiehlt sich eine deduktive Vorgehensweise, um den



Zielkatalog herzuleiten. Ein solches deduktives Vorgehen wurde im Rahmen der Nutzwertanalyse bereits näher erläutert. Alternativ kann an dieser Stelle auch die bereits erwähnte Einflussmatrix¹²⁷ eingesetzt werden.

In dem dargestellten Beispiel der gewichteten Punktbewertung wird der Zielkatalog durch die Kriterien „Geringe Herstellkosten“, „Gute Bedienbarkeit“, „Hohe Zuverlässigkeit“ und „Ansprprechendes Design“ beschrieben.

Die **Festlegung der Zielgewichte** geschieht in **Schritt 2**. Die Kriteriengewichte beschreiben eine Präferenzordnung der Kriterien (vgl. BROSE 1982, S. 356 ff.). Die Gewichte können direkt oder indirekt bestimmt werden. Bei den direkten Verfahren wird jedem Kriterium eine Wertzahl gegeben, die seiner Zielpreferenz entsprechen soll. Anschließend werden die einzelnen Werte durch die Gesamtsumme aller zugeordneten Wertzahlen geteilt, um die endgültigen Kriteriengewichte zu erhalten. Da die Zuordnung rein subjektiv ist, hängt das Ergebnis allein von den jeweiligen Schätzern ab. Um das Risiko von Fehleinschätzungen zu verringern, kann für die Festlegung der Zielgewichte auch eine indirekte Vorgehensweise gewählt werden. Die in Abschnitt 3.3 vorgestellte Zielpreferenzmatrix unterstützt z. B. die Erstellung einer konsistenten Gewichtung und erhöht gleichzeitig die Transparenz und Nachvollziehbarkeit der gesamten Bewertung.

Schritt 3 behandelt die Festlegung der Messvorschriften und **Skalierung**. Hierzu zählen die Festlegung des Skalentyps und die Bestimmung der Skalenbreite (vgl. BROSE 1982, S. 348 ff.). Bei Scoringmodellen werden meist Ordinal- und Kardinalskalen verwendet. Im gezeigten Beispiel wird eine Kardinalskala verwendet, die eine Breite von ein bis zehn aufweist.

Nach Festlegung der Skalierung werden in **Schritt 4 die Zielbeiträge ermittelt und in einheitliche Zielwerte transformiert**. Die einzelnen Bewertungsobjekte, sprich die Alternativen, werden hinsichtlich ihres Zielerreichungsgrads bewertet. Um eine größere Objektivität zu erhalten, werden hierfür in der Praxis Experten und/oder Kunden eingebunden (vgl. VAHS & BURMEISTER 2005, S. 201 f.), was gerade bei qualitativen Kriterien sinnvoll ist. Bei quantitativen Kriterien können auch Wertfunktionen aufgestellt werden (vgl. LINDEMANN 2007, S. 184; LENK 1994, S. 38), anhand derer Ausprägungen quantitativ messbarer Kriterien in Punktwerte transformiert werden können (vgl. LINDEMANN 2007, S. 184). Erst durch eine Zuordnung von Punktwerten kann die Wertigkeit beurteilt werden. Wertfunktionen können linear steigend oder fallend, aber auch progressiv oder degressiv sein.

Wie anhand Bild 9-37 ersichtlich wird, können bei der Aufstellung von Wertfunktionen auch Grenzwerte berücksichtigt werden.

¹²⁷ Vgl. Kapitel 3.3.

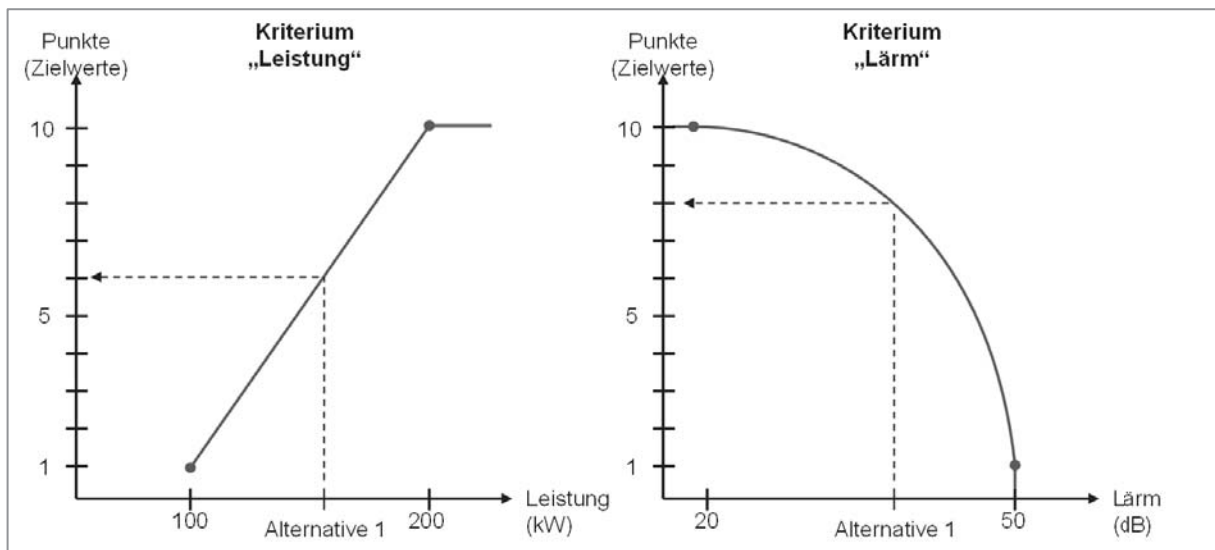


Bild 9-37: Beispielhafte Wertfunktionen (in Anlehnung an LINDEMANN 2007, S. 184)

Für beide Wertfunktionen liegt der zulässige Punktebereich zwischen eins und zehn. Für das quantitativ messbare Kriterium „Leistung“ wird ein linear steigender Zusammenhang angenommen. Allerdings stellt eine Leistung von 100 kW eine Mindestanforderung dar. Als oberer Grenzwert wurden 200 kW als sinnvolles Optimum abgeschätzt. Für das Kriterium „Lärm“ wird in der Darstellung ein degressiver Zusammenhang bezüglich Wertigkeit der Alternative angenommen, wobei in diesem Fall das Optimum bei 20 dB liegt und damit maximale Punktzahl erhält. Eine Lautstärke größer als 50 dB wird in diesem Beispiel nicht mehr toleriert und bedeutet, dass diese Anforderung nicht erfüllt werden würde.

Unabhängig, ob qualitative oder quantitative Kriterien vorliegen, müssen alle Zielbeiträge der Bewertungsobjekte in einheitliche Punktwerte transformiert werden, damit eine Vergleichbarkeit möglich wird (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 202).

In **Schritt 5** werden die einzelnen Punktwerte mit den jeweiligen Gewichtungsfaktoren multipliziert. Man erhält die sogenannten **Teilnutzenwerte** (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 202), die die Vorteilhaftigkeit einzelner Alternativen hinsichtlich des jeweiligen Kriteriums angeben.

Zuletzt werden in **Schritt 6** diese Teilnutzenwerte für jede einzelne Alternative durch Addition zu einem **Gesamtnutzwert** aggregiert. Eine Rangfolge der Alternativen erhält man durch den Vergleich der Gesamtnutzwerte. Je größer der Gesamtnutzwert, desto vorteilhafter ist die jeweilige Alternative. Im Beispiel der gewichteten Punktbewertung (vgl. Bild 9-36) wäre Alternative 1 mit einem Gesamtnutzwert von 8,4 Punkten die vorteilhafteste Alternative.

Integriertes Markt- und Technologieportfolio

Ein weiterer bekannter Ansatz, der sowohl technologische als auch marktseitige Aspekte berücksichtigt, ist das integrierte Markt- und Technologieportfolio von McKinsey (vgl. PLESCHAK & SABISCH 1996, S. 107 f.). Auch hier werden **zunächst zwei getrennte Portfolios** erstellt. Zum einen ein **Portfolio für die Marktpriorität** und zum anderen ein **Portfolio für die Technologiepriorität**. Die Marktpriorität ergibt sich aus der Attraktivität

des Marktes und der relativen Marktposition im Vergleich zum Wettbewerb. Bei der Ermittlung der Technologiepriorität werden die beiden Kriterien „Technologieattraktivität“ und „relative Technologieposition“ gegenübergestellt. Die Technologieattraktivität wird primär durch das Weiterentwicklungspotenzial bestimmt, während die relative Technologieposition das erreichte Leistungsniveau des Unternehmens auf dem betroffenen Technologiegebiet und den notwendigen Aufwand zur Erzielung von weiteren Erkenntnisfortschritten im Vergleich zu den Hauptwettbewerbern des Unternehmens beschreibt (vgl. PLESCHAK & SABISCH 1996, S. 107).

Beide Portfolios werden zu einem **integrierten Gesamtportfolio** zusammengeführt, welches in Bild 9-38 dargestellt wird.

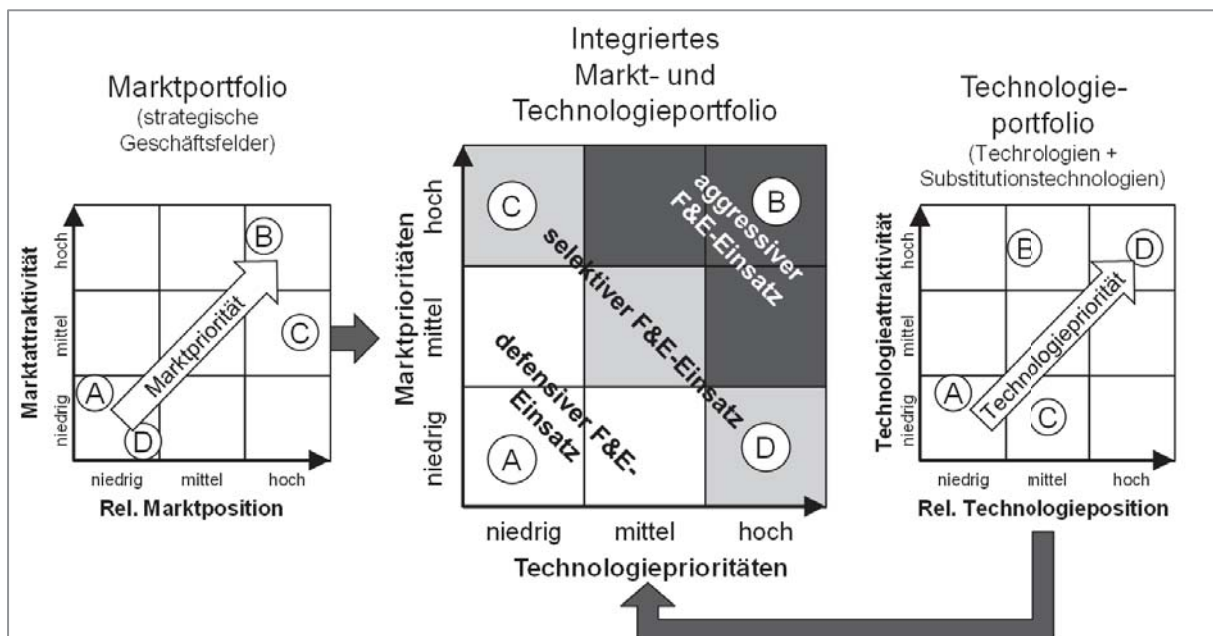


Bild 9-38: Integriertes Markt- und Technologieportfolio nach McKinsey

(Anlehnung an WALLENTOWITZ et al. 2008, S. 110; BÜRGELE et al. 1996, S. 97; PLESCHAK & SABISCH 1996, S. 109)

Im dargestellten Beispiel hätte Geschäftsfeld D eine geringe Marktpriorität und würde bei einseitiger Betrachtung kaum oder gar keine Unterstützung erhalten. Betrachtet man allerdings die Technologiepriorität der zugehörigen Technologie, so erkennt man, dass diese eine hohe Priorität hat. Statt das Forschungsgebiet aufgrund der schwachen Marktposition einzustellen, könnten, bei Betrachtung des integrierten Markt- und Technologieportfolios, die Vergabe von Lizenzen, der Aufbau einer neuen Geschäftseinheit oder eine Vertriebskooperation alternative Handlungsoptionen darstellen (vgl. BÜRGELE et al. 1996, S. 99).

F&E-Programmportfolio nach Möhrle

Das von MÖHRLE beschriebene F&E-Programmportfolio (vgl. MÖHRLE 1994, S. 230 ff.) verwendet die Dimensionen Technologiedruck und Marktsog, um die strategische Bedeutung von F&E-Projekten beurteilen zu können (vgl. BROCKHOFF 1999, S. 233). Es orientiert sich an den beiden Arten eines Innovationsanstoßes¹²⁸ und fordert damit eine Projektbewertung durch die zwei Funktionsbereiche Marketing sowie F&E mittels einer integrierten Portfoliodarstellung (vgl. EGGERT 2008, S. 28).

Der Ablauf der Erstellung entspricht größtenteils den bereits vorgestellten Verfahren. Mittels Punktbewertung erfolgen die Quantifizierung und die Positionierung in der Matrix. Portfoliokriterien, zur Bestimmung von Technologiedruck und Marktsog werden in nachfolgender Tabelle beispielhaft dargestellt:

Technologiedruck	Marktsog	Projektvolumen
Art der Technologie	Projekterträge	Gesamtkosten
Einsatzspektrum der Technologie	Opportunitätskosten	Gesamte Beschäftigungsjahre
Technischer Standard	Marktanteil	Kosten bis zum Abschluss
F&E-Know-how vs. Projekt-Know-how	Vorsprung der Konkurrenz	Beschäftigungsjahre bis zum Abschluss
Technologische Kongruenz: Projekte vs. andere Projekte	Wettbewerbsrelevanz	
Plankonvergenz: Ist vs. Plan	Marktwachstum	
Neuheit des Projekts		
Komplexität des Projekts		
Projektpromotor		

Tabelle 9-2: Portfoliokriterien zur Bestimmung von Technologiedruck, Marktsog und Projektvolumen
(in Anlehnung an EGGERT 2008, S. 28)

Die Positionierung der einzelnen F&E-Projekte erfolgt durch eine Punktbewertung, wobei die Kriteriensysteme der F&E-Programmportfolios flexibel dem übergeordneten Zielsystem des jeweiligen Unternehmens anzupassen sind (vgl. SPECHT et al. 2002, S. 224).

Der Durchmesser der positionierten Kugeln gibt den verbliebenen Aufwand bis zum Projektabschluss an, und durch zusätzliche Schraffuren oder farbliche Kennzeichnung besteht die Möglichkeit, weitere Informationen zum Projektstatus zu visualisieren (vgl. EGGERT 2008, S. 28). Anstelle von klar festgelegten Normstrategien verwendet MÖHRLE die Einteilung der Projekte in die vier Kategorien „Schläfer“, „Drücker“, „Zieher“ und „Renner“. Ein Beispiel für das Ergebnis der Portfolioanalyse nach MÖHRLE wird in Bild 9-39 vorgestellt.

¹²⁸ Vgl. Kapitel 2.1.3.

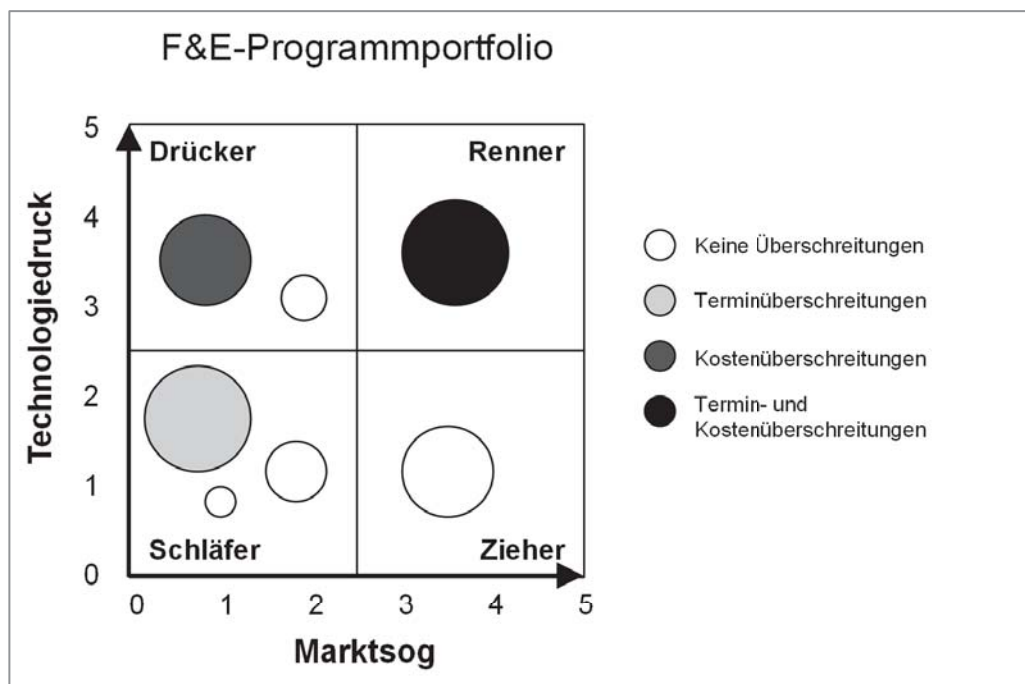


Bild 9-39: F&E-Programmportfolio nach Möhrle (in Anlehnung an MÖHRLE & VOIGT 1993, S. 976)

Allerdings werden für die einzelnen Kategorien tendenzielle Handlungsempfehlungen gegeben. So sollten „Schläfer“-Projekte eher nicht unterstützt, „Renner“-Projekte hingegen möglichst gefördert werden. Zwischen „Ziehern“ und „Drückern“ wäre ein Gleichgewicht erstrebenswert (vgl. MÖHRLE 1994, S. 233).

Das F&E-Programmportfolio von MÖHRLE wurde für die Planung und Kontrolle von F&E-Projekten konzipiert (vgl. SPECHT et al. 2002, S. 224).



9.9 Ergänzungen zu quantitativen Verfahren

Kostenvergleichsrechnung

Bei der Kostenvergleichsrechnung werden die Gesamtkosten pro Jahr oder die durchschnittlichen Stückkosten von zwei oder mehreren Produktinnovationen gegenübergestellt. Es werden u. a. F&E-Kosten, Projektierungskosten, Anlaufkosten usw. erfasst und die günstigste Alternative ausgewählt (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 210).

Die Erlösseite von Produktinnovationen wird allerdings völlig außer Acht gelassen. Dies kann dazu führen, dass trotz der Wahl der kostengünstigsten Alternative kein Gewinn erzielt wird. Eine Auswahlentscheidung allein auf Basis dieses Verfahrens ist somit nur dann sinnvoll, wenn sowohl gleiche Gewinne als auch gleiche Kostenstrukturen angenommen werden können (vgl. WÖHE 2000, S. 629 f.).

Gewinnvergleichsrechnung

Die Gewinnvergleichsrechnung berücksichtigt sowohl die voraussichtlichen Kosten als auch die zu erwartenden Gewinne (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 210). Als Vergleichswert zur Auswahl der besten Alternative wird allerdings der durchschnittliche Gewinn einer repräsentativen Periode herangezogen (vgl. WÖHE 2000, S. 631).

Die Gewinnvergleichsrechnung stellt zwar eine Weiterentwicklung der Kostenvergleichsrechnung dar, sie ist jedoch nur dann ein sinnvolles Instrument zur Auswahl von Produktinnovationen, wenn beispielsweise gleiche Laufzeiten und identische Umsetzungskosten gegeben sind (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 210). Diese Prämissen werden in der Praxis nur selten erfüllt. Dieses Verfahren kann daher auch nur eingeschränkt verwendet werden.

Rentabilitätsvergleichsrechnung

Die **Kapitalrendite** kann wie folgt definiert werden (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 211):

$$R = \frac{\text{Gewinn}}{\text{Kapitaleinsatz}} * 100(\%)$$

Das Verhältnis aus Gewinn zu Kapitaleinsatz drückt die durchschnittliche Kapitalverzinsung aus. Alternativen mit unterschiedlichem Kapitaleinsatz werden so vergleichbar gemacht. Im Falle einer Projektauswahl wird die Alternative gewählt, welche die höchste Rentabilität besitzt. Außerdem sollte sie über einer vorher festgelegten Mindestrentabilität liegen. Diese Mindestrentabilität kann aus Zielstellungen zur Erhöhung der Eigenkapitalrendite oder aus alternativen Anlagemöglichkeiten auf dem Kapitalmarkt hergeleitet werden (vgl. PLESCHAK & SABISCH 1996, S. 206). Wird die Mindestrentabilität nicht erreicht, so ist es rein finanziell betrachtet sinnvoller, das Kapital anstelle in F&E-Projekte in alternative Anlageformen zu investieren. Allerdings sind sekundäre Effekte durch die Realisierung eines F&E-Projektes möglich, die häufig nur schwer monetär zu erfassen sind und meist eher längerfristig ihren Beitrag zum Unternehmenserfolg liefern. Hierzu zählen etwa Kompetenz- und Know-how-Aufbau, positive Auswirkungen auf das Firmenimage, die Lizenzvergabe an Fremdfirmen, die Ermöglichung von lukrativeren Folge- und Verbesserungsinnovationen.

Wird zusätzlich der geplante Umsatz berücksichtigt, so handelt es sich um die sogenannte **ROI-Methode** (Return on Investment). Als wirtschaftliche Kennziffer ist der ROI von großer Bekanntheit. Der Quotient aus Gewinn und Umsatz wird dabei als Umsatzrentabilität bezeichnet. Der Quotient aus Umsatz zu investiertem Kapital wird auch Kapitalumschlag genannt (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 211):

$$ROI = \frac{\text{Gewinn}}{\text{Umsatz}} * \frac{\text{Umsatz}}{\text{investiertes Kapital}} * 100(\%)$$

Um den ROI und die genannten Quotienten systematisch ableiten zu können, existieren verschiedene Modelle, wie z. B. das Bild 9-40 dargestellte DuPont-Schema:

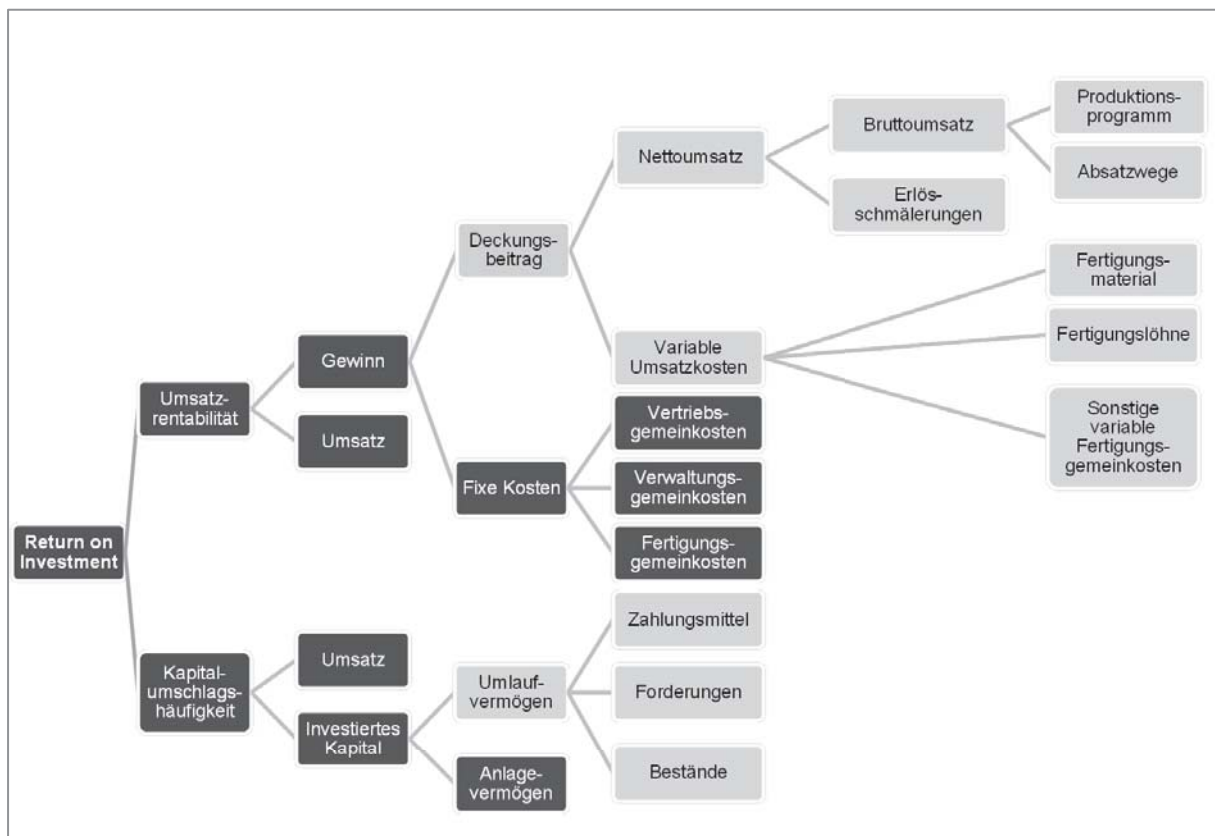


Bild 9-40: Ableitung des ROI nach dem DuPont-Schema (in Anlehnung an GAUSEMEIER et al. 2001, S. 183)

Auch zur Ableitung des Umsatzes können weitere Faktoren, wie bspw. Marktvolumen und Marktanteile etc. berücksichtigt werden (vgl. GAUSEMEIER et al. 2001, S. 174).

Eine weitere Form der Investitionsrechnungen ist die **Amortisationsrechnung** oder auch **Pay-off-Methode**. Anstelle der wirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit in Geld wird bei dieser Methode berechnet, in welcher Zeit das eingesetzte Kapital wieder in das Unternehmen zurückfließt. Die Amortisationsdauer (AD) berechnet sich wie folgt (vgl. PLESCHAK & SABISCH 1996, S. 206):

$$AD = \frac{\text{Kapitaleinsatz}}{\text{Cashflow}} (\text{Jahre})$$

Unter Cashflow ist dabei der durchschnittliche jährliche Rückfluss zu verstehen. Zum Amortisationszeitpunkt gleicht dann die Summe der Rückflüsse einer Investition die Anfangsinves-

tition gerade aus (vgl. GAUSEMEIER et al. 2001, S. 185). Die Amortisationsrechnung dient daher in erster Linie zur Beurteilung des Risikos einer Investition. Eine kurze Amortisationsdauer sorgt dafür, dass mittel- und langfristige Änderungen hinsichtlich Marktbedürfnissen und konkurrierender Technologien die Vorteilhaftigkeit einer Investition nicht negativ beeinflussen. Die Unsicherheit von Prognosen steigt mit deren Betrachtungshorizont. Ein risikoscheuer Investor versucht daher, eine kurze Amortisationszeit zu erzielen. Gerade in dynamischen Branchen, wie beispielsweise der Elektronikindustrie, kann die angestrebte Amortisationszeit unter einem Jahr liegen (vgl. VAHS & BURMESTER 2005, S. 211).

Da die Amortisationsrechnung allerdings keine Rückschlüsse auf die Rentabilität zulässt (vgl. PLESCHAK & SABISCH 1996, S. 207), wird sie meist nicht alleine, sondern in Kombination mit einer Rentabilitätsrechnung oder der Kapitalwertmethode verwendet (vgl. GAUSEMEIER et al. 2001, S. 185). Neben der dargestellten Variante der Amortisationsrechnung existieren noch weitere Varianten. So ist bspw. auch eine Berücksichtigung jahresbezogener Rückflüsse (vgl. PLESCHAK & SABISCH 1996, S. 206) denkbar. Bei Verwendung einer periodenbezogenen Verzinsung der Zahlungsströme spricht man von einer dynamischen Amortisationsrechnung (vgl. GAUSEMEIER et al. 2001, S. 187).

Fazit zu statischen Wirtschaftlichkeitsverfahren

Kosten- und Gewinnvergleiche sind bei gegebenen Inputgrößen am einfachsten zu berechnen. Allerdings sind sie für die Problematik einer Priorisierung einer größeren Projektanzahl kaum geeignet. Sie bilden die finanzielle Vorteilhaftigkeit von Projekten nicht vollständig ab. Entweder werden die finanziellen Ergebnisse oder die notwendigen Investitionen nicht berücksichtigt. In der Praxis existieren hierzu aber zumindest grobe Vorstellungen bzw. klare Erwartungen oder Restriktionen.

Rentabilitätsvergleichsrechnungen wie die **Kapitalrendite** oder **Return on Investment** berücksichtigen sowohl das eingesetzte Kapital als auch die zu erwartende Rendite. Allerdings wird die unterschiedliche Höhe von Ein- und Auszahlungen im Zeitverlauf nicht berücksichtigt. Diese kann gerade bei unsicheren Projekten für deren Sinnhaftigkeit ausschlaggebend sein, da die Prognoseunsicherheit im Zeitverlauf immer mehr zunimmt. Für Unternehmen ist es vorteilhaft, schnellst möglich ihre Ausgaben, insbesondere Fixkosten, durch Einnahmen auszugleichen.

Genau dieser Überlegung widmen sich die Verfahren der **Amortisationsrechnung**. Während die einfache Amortisationsrechnung von durchschnittlichen jährlichen finanziellen Rückflüssen ausgeht, gehen bei der dynamischen Amortisationsrechnung unterschiedlich hohe jährliche Rückflüsse in die Berechnung ein.



9.10 Ergänzungen zu sonstigen Bewertungsverfahren

Bewertung von Erfolgspotenzial und Innovationsgrad nach Reichle

REICHLE hat einen Bewertungsalgorithmus entwickelt, der auf einer Erweiterung der bekannten QFD-Methode¹²⁹ beruht und zur Bestimmung des Erfolgspotenzials und des Innovationsgrads von Produktideen und Produkten dient (vgl. REICHLE 2006, S. 61 ff.).

Die Erweiterung erfolgt in erster Linie durch eine Ermittlung und Festlegung des Neuheitsgrads der Kunden- und Produktanforderungen und durch fünf Indizes für bestimmte Einflussfaktoren auf den Produkterfolg. Die fünf Indizes lauten (vgl. REICHLE 2006, S. 71 ff.):

1. **Marktvergleichs-Index:** Vergleich der eigenen Zielgrößen mit denen der Wettbewerbsprodukte.
2. **Herstellbarkeits-Index:** Einschätzung des Herstellrisikos durch Experten, wobei ein hoher Wert ein geringes Risiko darstellt.
3. **Erfüllbarkeits-Index:** Werte stellen die Sicherheit und Wahrscheinlichkeit dar, mit der die gewünschten Produktanforderungen auch erfüllt werden.
4. **Wirtschaftlichkeits-Index:** Bezieht sich auf Wirtschaftlichkeitsaspekte wie Kosten, Komplexität der Fertigung, Montage und Investitionskosten.
5. **Idealitäts-Index:** Die Idealität einer Lösung wird definiert als Quotient aus der Summe der nützlichen Funktionen durch die Summe aller schädlichen Funktionen.

Die Berechnung des Erfolgspotenzials und des Innovationsgrads erfolgt durch mathematische Verknüpfung der Schlüsselvariablen aus der QFD-Produktaufnahme und den technischen Bedeutungen der Produktanforderungen mit den Einflussgrößen auf den Produkterfolg (vgl. REICHLE 2006, S. 74 f.). Für jeden Index wird hierzu ein zweidimensionales Portfolio erarbeitet, welches den jeweiligen Index in Relation zur technischen Bedeutung darstellt (vgl. REICHLE 2006, S. 84 f.).

In diesem Portfolio sind die Produktanforderungen dargestellt, und es lassen sich durch Mittelwertbildung Einzelwertigkeiten der Produktanforderungen berechnen. Durch arithmetische Mittelwertbildung aus allen Einzelwertigkeiten eines Portfolios lässt sich eine Gesamtwertigkeit, die sogenannte Einfluss-Wertigkeit, bestimmen (vgl. REICHLE 2006, S. 82). Aufgrund der Bedeutung für den Verkaufserfolg des Produkts wird zusätzlich zu den fünf genannten Einfluss-Wertigkeiten noch der Durchschnittswert aus den Einzelprodukten der Gewichtungsfaktoren mit den Erfüllungsgraden der Kundenanforderungen gebildet. Dieser stellt die sechste Einfluss-Wertigkeit dar. Die gewonnenen Einfluss-Wertigkeiten sind die wichtigsten Kenngrößen zur Berechnung des **Erfolgspotenzials** E_p :

$$E_p = \frac{\sum_{e=I}^{VI} p_e * E_e}{\sum_{e=I}^{VI} p_e}$$

$p_I \dots p_{VI}$: Gewichtungsfaktoren

$E_I \dots E_V$: Einfluss-Wertigkeiten der Einflussgrößen I bis V aus Marktvergleichs-Index, Herstellbarkeits-Index, Erfüllbarkeits-Index, Wirtschaftlichkeits-Index und technischer Bedeutung

¹²⁹ Zur QFD-Methode (Quality Function Deployment) siehe insbesondere AKAO 1992.

E_{VI} :	Einfluss-Wertigkeit aufgrund der Erfüllungsgrade
e :	Index für die Einflussgrößen I...VI

Analog hierzu wird der **Innovationsgrad** I_G berechnet (vgl. REICHLE 2006, S. 84 f.):

$$I_G = \frac{\sum_{e=I}^{VI} q_e * I_e}{\sum_{e=I}^{VI} q_e}$$

wobei $I_e = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_{e,i}$ und $I_{e,i} = s_i * E_{e,i}$

mit: Neuheitsfaktor $s_i = \frac{TB_{N,i}}{TB_i}$

$E_{e,i}$:	Einzelwertigkeiten aus den Portfolios der technischen Bedeutung und der Einflussgrößen I...V
$I_{e,i}$:	Einzelwertigkeiten unter Berücksichtigung der Neuheit
TB_i :	Technische Bedeutung
$TB_{N,i}$:	Technische Bedeutung mit Berücksichtigung der Neuheit
e :	Index für die Einflussgrößen I...V
n :	Anzahl der Produktanforderungen
$q_I \dots q_{VI}$:	Gewichtungsfaktoren
$I_I \dots I_V$:	Einfluss-Wertigkeiten der Einflussgrößen I bis V aus Marktvergleichs-Index, Herstellbarkeits-Index, Erfüllbarkeits-Index, Wirtschaftlichkeits-Index und technischer Bedeutung mit Berücksichtigung der Neuheit
I_{VI} :	Einfluss-Wertigkeit der Erfüllungsgrade mit Berücksichtigung der Neuheit

Ein zusammenfassender Überblick über das Vorgehen im Bewertungsalgorithmus nach Reichle ist in Bild 9-41 dargestellt:

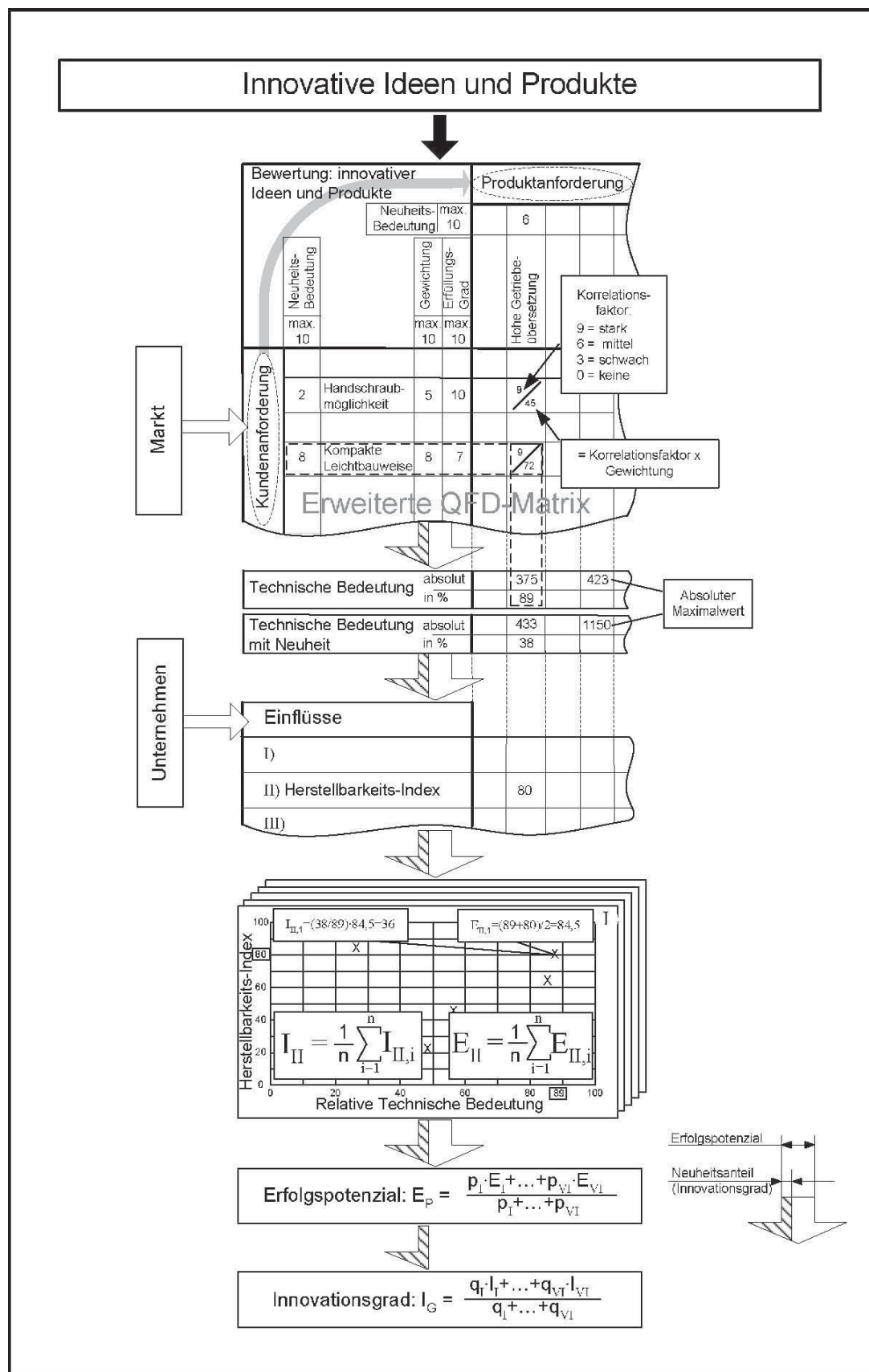


Bild 9-41: Bewertungsalgorithmus für innovative Ideen und Produkte nach REICHLE (REICHLE 2006, S. 95)

9.11 Erläuterungen zur Szenariotechnik

Die Szenarioerstellung¹³⁰ erfolgt in drei verschiedenen Schritten (vgl. GAUSEMEIER et al. 2001, S. 84 ff.). Diese bestehen aus einer Szenariofeld-Analyse, der Szenarioprognostik und der eigentlichen Szenariobildung. Das grundsätzliche Vorgehen kann bildlich wie folgt dargestellt werden:

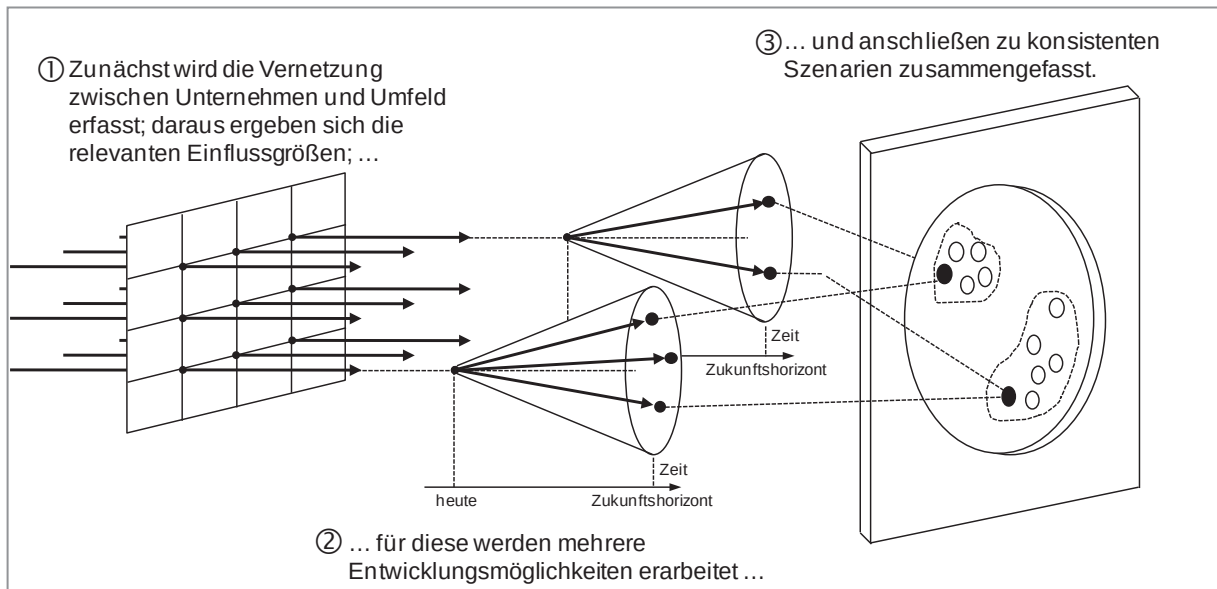


Bild 9-42: Grundsätzliches Vorgehen bei der Szenarioerstellung (GAUSEMEIER et al. 2001, S. 85)

Bei der **Szenariofeld-Analyse** geht es darum, die wichtigsten Schlüsselfaktoren zu identifizieren. Zur Identifikation der wichtigsten Einflussfaktoren können Interdependanzanalysen oder Wirkungsanalysen, beides unterschiedliche Formen der Einflussanalyse, eingesetzt werden (vgl. GAUSEMEIER et al. 2001, S. 88).

Im nächsten Schritt der **Szenarioprognostik** werden für die identifizierten Schlüsselfaktoren mehrere Entwicklungsmöglichkeiten für einen gewissen Zeithorizont ermittelt (GAUSEMEIER et al. 2001, S. 91). Anschließend müssen geeignete und charakteristische Zukunftsprojektionen für die einzelnen Schlüsselfaktoren ausgewählt, sowie formuliert und begründet werden, damit sie auch Unbeteiligten schnell verständlich gemacht werden können (GAUSEMEIER et al. 2001, S. 93).

Beim letzten Schritt der Szenarioerstellung geht es um die eigentliche **Szenariobildung**. In diesem Schritt werden konsistente Projektionsbündel ermittelt und mittels Cluster-Analyse auf wenige Rohszenarien verdichtet, welche anschließend noch in Prosaform beschrieben werden (vgl. GAUSEMEIER et al. 2001, S. 96 ff.). Die bei dieser Vorgehensweise vorhandene Kombinatorik kann schnell zu mehreren Millionen Projektionsbündeln führen, weshalb für den praktischen Einsatz eine softwaretechnische Unterstützung unumgänglich ist (vgl. GAUSEMEIER et al. 2001, S. 98).

¹³⁰ Eine ausführliche Darstellung dieser Technik findet sich bei GAUSEMEIER et al. 2001, S. 78 ff.

10 Dissertationsverzeichnis des Lehrstuhls für Produktentwicklung

Lehrstuhl für Produktentwicklung

Technische Universität München, Boltzmannstraße 15, 85748 Garching

Dissertationen betreut von

- Prof. Dr.-Ing. W. Rodenacker,
- Prof. Dr.-Ing. K. Ehrlenspiel und
- Prof. Dr.-Ing. U. Lindemann

- D1 COLLIN, H.:
Entwicklung eines Einwalzenkalenders nach einer systematischen Konstruktionsmethode. München: TU, Diss. 1969.
- D2 OTT, J.:
Untersuchungen und Vorrichtungen zum Offen-End-Spinnen.
München: TU, Diss. 1971.
- D3 STEINWACHS, H.:
Informationsgewinnung an bandförmigen Produkten für die Konstruktion der Produktmaschine.
München: TU, Diss. 1971.
- D4 SCHMETTOW, D.:
Entwicklung eines Rehabilitationsgerätes für Schwerstkörperbehinderte.
München: TU, Diss. 1972.
- D5 LUBITZSCH, W.:
Die Entwicklung eines Maschinensystems zur Verarbeitung von chemischen Endlosfasern.
München: TU, Diss. 1974.
- D6 SCHEITENBERGER, H.:
Entwurf und Optimierung eines Getriebesystems für einen Rotationsquerschneider mit allgemeingültigen Methoden.
München: TU, Diss. 1974.
- D7 BAUMGARTH, R.:
Die Vereinfachung von Geräten zur Konstanthaltung physikalischer Größen.
München: TU, Diss. 1976.
- D8 MAUDERER, E.:
Beitrag zum konstruktionsmethodischen Vorgehen durchgeführt am Beispiel eines Hochleistungsschalter-Antriebs.
München: TU, Diss. 1976.
- D9 SCHÄFER, J.:
Die Anwendung des methodischen Konstruierens auf verfahrenstechnische Aufgabenstellungen.
München: TU, Diss. 1977.
- D10 WEBER, J.:
Extruder mit Feststoffpumpe – Ein Beitrag zum Methodischen Konstruieren.
München: TU, Diss. 1978.
- D11 HEISIG, R.:
Längencodierer mit Hilfsbewegung.
München: TU, Diss. 1979.
- D12 KIEWERT, A.:
Systematische Erarbeitung von Hilfsmitteln zum kostenarmen Konstruieren.
München: TU, Diss. 1979.

- D13 LINDEMANN, U.:
Systemtechnische Betrachtung des Konstruktionsprozesses unter besonderer Berücksichtigung der Herstellkostenbeeinflussung beim Festlegen der Gestalt.
Düsseldorf: VDI-Verlag 1980. (Fortschritt-Berichte der VDI-Zeitschriften Reihe 1, Nr. 60).
Zugl. München: TU, Diss. 1980.
- D14 NJOYA, G.:
Untersuchungen zur Kinematik im Wälzlager bei synchron umlaufenden Innen- und Außenringen.
Hannover: Universität, Diss. 1980.
- D15 HENKEL, G.:
Theoretische und experimentelle Untersuchungen ebener konzentrisch gewellter Kreisringmembranen.
Hannover: Universität, Diss. 1980.
- D16 BALKEN, J.:
Systematische Entwicklung von Gleichlaufgelenken.
München: TU, Diss. 1981.
- D17 PETRA, H.:
Systematik, Erweiterung und Einschränkung von Lastausgleichslösungen für Standgetriebe mit zwei Leistungswegen – Ein Beitrag zum methodischen Konstruieren.
München: TU, Diss. 1981.
- D18 BAUMANN, G.:
Ein Kosteninformationssystem für die Gestaltungsphase im Betriebsmittelbau.
München: TU, Diss. 1982.
- D19 FISCHER, D.:
Kostenanalyse von Stirnzahnrädern. Erarbeitung und Vergleich von Hilfsmitteln zur Kostenfrüherkennung.
München: TU, Diss. 1983.
- D20 AUGUSTIN, W.:
Sicherheitstechnik und Konstruktionsmethodiken – Sicherheitsgerechtes Konstruieren.
Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz 1985. Zugl. München: TU, Diss. 1984.
- D21 RUTZ, A.:
Konstruieren als gedanklicher Prozess.
München: TU, Diss. 1985.
- D22 SAUERMANN, H. J.:
Eine Produktkostenplanung für Unternehmen des Maschinenbaues.
München: TU, Diss. 1986.
- D23 HAFNER, J.:
Entscheidungshilfen für das kostengünstige Konstruieren von Schweiß- und Gussgehäusen.
München: TU, Diss. 1987.
- D24 JOHN, T.:
Systematische Entwicklung von homokinetischen Wellenkupplungen.
München: TU, Diss. 1987.
- D25 FIGEL, K.:
Optimieren beim Konstruieren.
München: Hanser 1988. Zugl. München: TU, Diss. 1988 u. d. T.: Figel, K.: Integration automatisierter Optimierungsverfahren in den rechnerunterstützten Konstruktionsprozess.

Reihe Konstruktionstechnik München

- D26 TROPSCHUH, P. F.:
Rechnerunterstützung für das Projektieren mit Hilfe eines wissensbasierten Systems.
München: Hanser 1989. (Konstruktionstechnik München, Band 1). Zugl. München: TU, Diss. 1988 u. d. T.: Tropschuh, P. F.: Rechnerunterstützung für das Projektieren am Beispiel Schiffsgetriebe.
- D27 PICKEL, H.:
Kostenmodelle als Hilfsmittel zum Kostengünstigen Konstruieren.
München: Hanser 1989. (Konstruktionstechnik München, Band 2). Zugl. München: TU, Diss. 1988.
- D28 KITSTEINER, H.-J.:
Die Auswahl und Gestaltung von kostengünstigen Welle-Nabe-Verbindungen.
München: Hanser 1990. (Konstruktionstechnik München, Band 3). Zugl. München: TU, Diss. 1989.
- D29 HILLEBRAND, A.:
Ein Kosteninformationssystem für die Neukonstruktion mit der Möglichkeit zum Anschluss an ein CAD-System.
München: Hanser 1991. (Konstruktionstechnik München, Band 4). Zugl. München: TU, Diss. 1990.
- D30 DYLLA, N.:
Denk- und Handlungsabläufe beim Konstruieren.
München: Hanser 1991. (Konstruktionstechnik München, Band 5). Zugl. München: TU, Diss. 1990.
- D31 MÜLLER, R.
Datenbankgestützte Teileverwaltung und Wiederholteilsuche.
München: Hanser 1991. (Konstruktionstechnik München, Band 6). Zugl. München: TU, Diss. 1990.
- D32 NEESE, J.:
Methodik einer wissensbasierten Schadenanalyse am Beispiel Wälzlagerungen.
München: Hanser 1991. (Konstruktionstechnik München, Band 7). Zugl. München: TU, Diss. 1991.
- D33 SCHAAL, S.:
Integrierte Wissensverarbeitung mit CAD – Am Beispiel der konstruktionsbegleitenden Kalkulation.
München: Hanser 1992. (Konstruktionstechnik München, Band 8). Zugl. München: TU, Diss. 1991.
- D34 BRAUNSPERGER, M.:
Qualitätssicherung im Entwicklungsablauf – Konzept einer präventiven Qualitätssicherung für die Automobilindustrie.
München: Hanser 1993. (Konstruktionstechnik München, Band 9). Zugl. München: TU, Diss. 1992.
- D35 FEICHTER, E.:
Systematischer Entwicklungsprozess am Beispiel von elastischen Radialversatzkupplungen.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 10). Zugl. München: TU, Diss. 1992.
- D36 WEINBRENNER, V.:
Produktlogik als Hilfsmittel zum Automatisieren von Varianten- und Anpassungskonstruktionen.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 11). Zugl. München: TU, Diss. 1993.
- D37 WACH, J. J.:
Problemspezifische Hilfsmittel für die Integrierte Produktentwicklung.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 12). Zugl. München: TU, Diss. 1993.
- D38 LENK, E.:
Zur Problematik der technischen Bewertung.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 13). Zugl. München: TU, Diss. 1993.
- D39 STUFFER, R.:
Planung und Steuerung der Integrierten Produktentwicklung.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 14). Zugl. München: TU, Diss. 1993.

- D40 SCHIEBELER, R.:
Kostengünstig Konstruieren mit einer rechnergestützten Konstruktionsberatung.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 15). Zugl. München: TU, Diss. 1993.
- D41 BRUCKNER, J.:
Kostengünstige Wärmebehandlung durch Entscheidungsunterstützung in Konstruktion und Härterei.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 16). Zugl. München: TU, Diss. 1993.
- D42 WELLNIAK, R.:
Das Produktmodell im rechnerintegrierten Konstruktionsarbeitsplatz.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 17). Zugl. München: TU, Diss. 1994.
- D43 SCHLÜTER, A.:
Gestaltung von Schnappverbindungen für montagegerechte Produkte.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 18). Zugl. München: TU, Diss. 1994.
- D44 WOLFRAM, M.:
Feature-basiertes Konstruieren und Kalkulieren.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 19). Zugl. München: TU, Diss. 1994.
- D45 STOLZ, P.:
Aufbau technischer Informationssysteme in Konstruktion und Entwicklung am Beispiel eines elektronischen Zeichnungsarchives.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 20). Zugl. München: TU, Diss. 1994.
- D46 STOLL, G.:
Montagegerechte Produkte mit feature-basiertem CAD.
München: Hanser 1994. (Konstruktionstechnik München, Band 21). Zugl. München: TU, Diss. 1994.
- D47 STEINER, J. M.:
Rechnergestütztes Kostensenken im praktischen Einsatz.
Aachen: Shaker 1996. (Konstruktionstechnik München, Band 22). Zugl. München: TU, Diss. 1995.
- D48 HUBER, T.:
Senken von Montagezeiten und -kosten im Getriebebau.
München: Hanser 1995. (Konstruktionstechnik München, Band 23). Zugl. München: TU, Diss. 1995.
- D49 DANNER, S.:
Ganzheitliches Anforderungsmanagement für marktorientierte Entwicklungsprozesse.
Aachen: Shaker 1996. (Konstruktionstechnik München, Band 24). Zugl. München: TU, Diss. 1996.
- D50 MERAT, P.:
Rechnergestützte Auftragsabwicklung an einem Praxisbeispiel.
Aachen: Shaker 1996. (Konstruktionstechnik München, Band 25). Zugl. München: TU, Diss. 1996 u. d. T.: MERAT, P.: Rechnergestütztes Produktleitsystem
- D51 AMBROSY, S.:
Methoden und Werkzeuge für die integrierte Produktentwicklung.
Aachen: Shaker 1997. (Konstruktionstechnik München, Band 26). Zugl. München: TU, Diss. 1996.
- D52 GIAPOULIS, A.:
Modelle für effektive Konstruktionsprozesse.
Aachen: Shaker 1998. (Konstruktionstechnik München, Band 27). Zugl. München: TU, Diss. 1996.
- D53 STEINMEIER, E.:
Realisierung eines systemtechnischen Produktmodells – Einsatz in der Pkw-Entwicklung
Aachen: Shaker 1998. (Konstruktionstechnik München, Band 28). Zugl. München: TU, Diss. 1998.
- D54 KLEEDÖRFER, R.:
Prozess- und Änderungsmanagement der Integrierten Produktentwicklung.
Aachen: Shaker 1998. (Konstruktionstechnik München, Band 29). Zugl. München: TU, Diss. 1998.

- D55 GÜNTHER, J.:
Individuelle Einflüsse auf den Konstruktionsprozess.
Aachen: Shaker 1998. (Konstruktionstechnik München, Band 30). Zugl. München: TU, Diss. 1998.
- D56 BIRSACK, H.:
Methode für Krafteinleitungsstellenkonstruktion in Blechstrukturen.
München: TU, Diss. 1998.
- D57 IRLINGER, R.:
Methoden und Werkzeuge zur nachvollziehbaren Dokumentation in der Produktentwicklung.
Aachen: Shaker 1998. (Konstruktionstechnik München, Band 31). Zugl. München: TU, Diss. 1999.
- D58 EILETZ, R.:
Zielkonfliktmanagement bei der Entwicklung komplexer Produkte – am Bsp. PKW-Entwicklung.
Aachen: Shaker 1999. (Konstruktionstechnik München, Band 32). Zugl. München: TU, Diss. 1999.
- D59 STÖSSER, R.:
Zielkostenmanagement in integrierten Produkterstellungsprozessen.
Aachen: Shaker 1999. (Konstruktionstechnik München, Band 33). Zugl. München: TU, Diss. 1999.
- D60 PHLEPS, U.:
Recyclinggerechte Produktdefinition – Methodische Unterstützung für Upgrading und Verwertung.
Aachen: Shaker 1999. (Konstruktionstechnik München, Band 34). Zugl. München: TU, Diss. 1999.
- D61 BERNARD, R.:
Early Evaluation of Product Properties within the Integrated Product Development.
Aachen: Shaker 1999. (Konstruktionstechnik München, Band 35). Zugl. München: TU, Diss. 1999.
- D62 ZANKER, W.:
Situative Anpassung und Neukombination von Entwicklungsmethoden.
Aachen: Shaker 1999. (Konstruktionstechnik München, Band 36). Zugl. München: TU, Diss. 1999.

Reihe Produktentwicklung München

- D63 ALLMANSBERGER, G.:
Erweiterung der Konstruktionsmethodik zur Unterstützung von Änderungsprozessen in der Produktentwicklung.
München: Dr. Hut 2001. (Produktentwicklung München, Band 37). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D64 ASSMANN, G.:
Gestaltung von Änderungsprozessen in der Produktentwicklung.
München: Utz 2000. (Produktentwicklung München, Band 38). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D65 BICHLMAIER, C.:
Methoden zur flexiblen Gestaltung von integrierten Entwicklungsprozessen.
München: Utz 2000. (Produktentwicklung München, Band 39). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D66 DEMERS, M. T.:
Methoden zur dynamischen Planung und Steuerung von Produktentwicklungsprozessen.
München: Dr. Hut 2000. (Produktentwicklung München, Band 40). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D67 STETTER, R.:
Method Implementation in Integrated Product Development.
München: Dr. Hut 2000. (Produktentwicklung München, Band 41). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D68 VIERTLBÖCK, M.:
Modell der Methoden- und Hilfsmiteileinführung im Bereich der Produktentwicklung.
München: Dr. Hut 2000. (Produktentwicklung München, Band 42). Zugl. München: TU, Diss. 2000.

- D69 COLLIN, H.:
Management von Produkt-Informationen in kleinen und mittelständischen Unternehmen.
München: Dr. Hut 2001. (Produktentwicklung München, Band 43). Zugl. München: TU, Diss. 2001.
- D70 REISCHL, C.:
Simulation von Produktkosten in der Entwicklungsphase.
München: Dr. Hut 2001. (Produktentwicklung München, Band 44). Zugl. München: TU, Diss. 2001.
- D71 GAUL, H.-D.:
Verteilte Produktentwicklung - Perspektiven und Modell zur Optimierung.
München: Dr. Hut 2001. (Produktentwicklung München, Band 45). Zugl. München: TU, Diss. 2001.
- D72 GIERHARDT, H.:
Global verteilte Produktentwicklungsprojekte – Ein Vorgehensmodell auf der operativen Ebene.
München: Dr. Hut 2002. (Produktentwicklung München, Band 46). Zugl. München: TU, Diss. 2001.
- D73 SCHOEN, S.:
Gestaltung und Unterstützung von Community of Practice.
München: Utz 2000. (Produktentwicklung München, Band 47). Zugl. München: TU, Diss. 2000.
- D74 BENDER, B.:
Zielorientiertes Kooperationsmanagement.
München: Dr. Hut 2001. (Produktentwicklung München, Band 48). Zugl. München: TU, Diss. 2001.
- D75 SCHWANKL, L.:
Analyse und Dokumentation in den frühen Phasen der Produktentwicklung.
München: Dr. Hut 2002. (Produktentwicklung München, Band 49). Zugl. München: TU, Diss. 2002.
- D76 WULF, J.:
Elementarmethoden zur Lösungssuche.
München: Dr. Hut 2002. (Produktentwicklung München, Band 50). Zugl. München: TU, Diss. 2002.
- D77 MÖRTL, M.:
Entwicklungsmanagement für langlebige, upgradinggerechte Produkte.
München: Dr. Hut 2002. (Produktentwicklung München, Band 51). Zugl. München: TU, Diss. 2002.
- D78 GERST, M.:
Strategische Produktentscheidungen in der integrierten Produktentwicklung.
München: Dr. Hut 2002. (Produktentwicklung München, Band 52). Zugl. München: TU, Diss. 2002.
- D79 AMFT, M.:
Phasenübergreifende bidirektionale Integration von Gestaltung und Berechnung.
München: Dr. Hut 2003. (Produktentwicklung München, Band 53). Zugl. München: TU, Diss. 2002.
- D80 FÖRSTER, M.:
Variantenmanagement nach Fusionen in Unternehmen des Anlagen- und Maschinenbaus.
München: TU, Diss. 2003.
- D81 GRAMANN, J.:
Problemmodelle und Bionik als Methode.
München: Dr. Hut 2004. (Produktentwicklung München, Band 55). Zugl. München: TU, Diss. 2004.
- D82 PULM, U.:
Eine systemtheoretische Betrachtung der Produktentwicklung.
München: Dr. Hut 2004. (Produktentwicklung München, Band 56). Zugl. München: TU, Diss. 2004.
- D83 HUTTERER, P.:
Reflexive Dialoge und Denkbausteine für die methodische Produktentwicklung.
München: Dr. Hut 2005. (Produktentwicklung München, Band 57). Zugl. München: TU, Diss. 2005.
- D84 FUCHS, D.:
Konstruktionsprinzipien für die Problemanalyse in der Produktentwicklung.
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 58). Zugl. München: TU, Diss. 2005.

- D85 PACHE, M.:
Sketching for Conceptual Design.
München: Dr. Hut 2005. (Produktentwicklung München, Band 59). Zugl. München: TU, Diss. 2005.
- D86 BRAUN, T.:
Methodische Unterstützung der strategischen Produktplanung in einem mittelständisch geprägten Umfeld.
München: Dr. Hut 2005. (Produktentwicklung München, Band 60). Zugl. München: TU, Diss. 2005.
- D87 JUNG, C.:
Anforderungskklärung in interdisziplinärer Entwicklungsumgebung.
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 61). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D88 HEßLING, T.:
Einführung der Integrierten Produktpolitik in kleinen und mittelständischen Unternehmen.
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 62). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D89 STRICKER, H.:
Bionik in der Produktentwicklung unter der Berücksichtigung menschlichen Verhaltens.
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 63). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D90 NIßL, A.:
Modell zur Integration der Zielkostenverfolgung in den Produktentwicklungsprozess.
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 64). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D91 MÜLLER, F.:
Intuitive digitale Geometriemodellierung in frühen Entwicklungsphasen.
München: Dr. Hut 2007. (Produktentwicklung München, Band 65). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D92 ERDELL, E.:
Methodenanwendung in der Hochbauplanung – Ergebnisse einer Schwachstellenanalyse.
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 66). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D93 GAHR, A.:
Pfadkostenrechnung individualisierter Produkte.
München: Dr. Hut 2006. (Produktentwicklung München, Band 67). Zugl. München: TU, Diss. 2006.
- D94 RENNER, I.:
Methodische Unterstützung funktionsorientierter Baukastenentwicklung am Beispiel Automobil.
München: Dr. Hut 2007 (Reihe Produktentwicklung) Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D95 PONN, J.:
Situative Unterstützung der methodischen Konzeptentwicklung technischer Produkte.
München: Dr. Hut 2007 (Reihe Produktentwicklung) Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D96 HERFELD, U.:
Matrix-basierte Verknüpfung von Komponenten und Funktionen zur Integration von Konstruktion und numerischer Simulation.
München: Dr. Hut 2007. (Produktentwicklung München, Band 70). Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D97 SCHNEIDER, S.:
Model for the evaluation of engineering design methods.
München: Dr. Hut 2008 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D98 FELGEN, L.:
Systemorientierte Qualitätssicherung für mechatronische Produkte.
München: Dr. Hut 2007 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D99 GRIEB, J.:
Auswahl von Werkzeugen und Methoden für verteilte Produktentwicklungsprozesse.
München: Dr. Hut 2007 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D100 MAURER, M.:
Structural Awareness in Complex Product Design.
München: Dr. Hut 2007 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2007.

- D101 BAUMBERGER, C.:
Methoden zur kundenspezifischen Produktdefinition bei individualisierten Produkten.
München: Dr. Hut 2007 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D102 KEIJZER, W.:
Wandlungsfähigkeit von Entwicklungsnetzwerken – ein Modell am Beispiel der Automobilindustrie.
München: Dr. Hut 2007 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2007.
- D103 LORENZ, M.:
Handling of Strategic Uncertainties in Integrated Product Development.
München: Dr. Hut 2009 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2008.
- D104 KREIMEYER, M.:
Structural Measurement System for Engineering Design Processes.
München: Dr. Hut 2010 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2009.
- D105 DIEHL, H.:
Systemorientierte Visualisierung disziplinübergreifender Entwicklungsabhängigkeiten mechatronischer Automobilsysteme.
München: Dr. Hut 2009 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2009.
- D106 DICK, B.:
Untersuchung und Modell zur Beschreibung des Einsatzes bildlicher Produktmodelle durch Entwickler-teams in der Lösungssuche.
München: Dr. Hut 2009 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2009.
- D107 GAAG, A.:
Entwicklung einer Ontologie zur funktionsorientierten Lösungssuche in der Produktentwicklung.
München: Dr. Hut 2010 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2010.
- D108 ZIRKLER, S.:
Transdisziplinäres Zielkostenmanagement komplexer mechatronischer Produkte.
München: Dr. Hut 2010 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2010.
- D109 LAUER, W.:
Integrative Dokumenten- und Prozessbeschreibung in dynamischen Produktentwicklungsprozessen.
München: Dr. Hut 2010 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2010.
- D110 MEIWALD, T.:
Konzepte zum Schutz vor Produktpiraterie und unerwünschtem Know-how-Abfluss.
München: Dr. Hut 2011 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2011.
- D111 ROELOFSEN, J.:
Situationsspezifische Planung von Produktentwicklungsprozessen.
München: Dr. Hut 2011 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2011.
- D112 PETERMANN, M.:
Schutz von Technologiewissen in der Investitionsgüterindustrie.
München: Dr. Hut 2011 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2011.
- D113 GORBEA, C.:
Vehicle Architecture and Lifecycle Cost Analysis in a New Age of Architectural Competition.
München: Dr. Hut 2011 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2011.
- D114 FILOUS, M.:
Lizenzierungsgerechte Produktentwicklung – Ein Leitfaden zur Integration lizenzierungsrelevanter Aktivitäten in Produktentstehungsprozessen des Maschinen- und Anlagenbaus.
München: Dr. Hut 2011 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2011.
- D115 ANTON, T.:
Entwicklungs- und Einführungsmethodik für das Projektierungswerkzeug Pneumatiksimulation.
München: Dr. Hut 2011 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2011.

- D116 KESPER, H.:
Gestaltung von Produktvariantenspektren mittels matrixbasierter Methoden.
München: Dr. Hut 2012 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2012.
- D117 KIRSCHNER, R.:
Methodische Offene Produktentwicklung.
München: TU, Diss. 2012.
- D118 HEPPERLE, C.:
Planung lebenszyklusgerechter Leistungsbündel.
München: Dr. Hut 2013 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2013.
- D119 HELLENBRAND, D.:
Transdisziplinäre Planung und Synchronisation mechatronischer Produktentwicklungsprozesse.
München: Dr. Hut 2013 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2013.
- D120 EBERL, T.:
Charakterisierung und Gestaltung des Fahr-Erlebens der Längsführung von Elektrofahrzeugen.
TU München: 2013. (als Dissertation eingereicht)
- D121 KAIN, A.:
Methodik zur Umsetzung der Offenen Produktentwicklung.
TU München: 2013. (als Dissertation eingereicht)
- D122 ILIE, D.:
Systematisiertes Ziele- und Anforderungsmanagement in der Fahrzeugentwicklung.
München: Dr. Hut 2013 (Reihe Produktentwicklung). Zugl. München: TU, Diss. 2013.
- D123 HELTEN, K.:
Einführung von Lean Development in mittelständische Unternehmen - Beschreibung, Erklärungsansatz und Handlungsempfehlungen.
TU München: 2013. (als Dissertation eingereicht)
- D124 SCHRÖER, B.:
Lösungskomponente Mensch. Nutzerseitige Handlungsmöglichkeiten als Bausteine für die kreative Entwicklung von Interaktionslösungen.
TU München: 2013. (als Dissertation eingereicht)
- D125 KORTLER, S.:
Absicherung von Eigenschaften komplexer und variantenreicher Produkte in der Produktentwicklung.
TU München: 2013. (als Dissertation eingereicht)
- D126 KOHN, A.:
Entwicklung einer Wissensbasis für die Arbeit mit Produktmodellen.
TU München: 2013. (als Dissertation eingereicht)
- D127 FRANKE, S.:
Strategieorientierte Vorentwicklung komplexer Produkte – Prozesse und Methoden zur zielgerichteten Komponentenentwicklung am Beispiel Pkw.
TU München: 2013. (als Dissertation eingereicht)
- D128 HOOSHMAND, A.:
Solving Engineering Design Problems through a Combination of Generative Grammars and Simulations.
TU München: 2014. (als Dissertation eingereicht)
- D129 KISSEL, M.:
Mustererkennung in komplexen Produktportfolios.
TU München: 2014. (als Dissertation eingereicht)



