

Technische Universität München  
Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre mit Schwerpunkt Logistik  
Univ.-Prof. Dr. Horst Wildemann

**PORTFOLIOMANAGEMENT ZUR  
STEIGERUNG DER ENTWICKLUNGSEFFEKTIVITÄT  
- Eine empirische Analyse -**

Wolfram Seidemann

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Wirtschaftswissenschaften genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: .....

Prüfer der Dissertation:

1. ....
2. ....
3. ....

Die Dissertation wurde am ..... bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften am ..... angenommen.

**Inhaltsverzeichnis**

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	V
TABELLENVERZEICHNIS	VIII
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	IX
<b>1 EINFÜHRUNG</b>	<b>1</b>
1.1 PROBLEMSTELLUNG	6
1.2 BEHANDLUNG DER PROBLEMSTELLUNG UND FORSCHUNGSANSÄTZE IN DER LITERATUR	13
1.3 CHARAKTERISIERUNG DES LÖSUNGSANSATZES UND GANG DER UNTERSUCHUNG	32
1.4 KENNZEICHNUNG DER EMPIRISCHEN ANALYSE	37
1.4.1 <i>Untersuchungsmethodik</i>	37
1.4.2 <i>Empirische Basis und Typologisierung der untersuchten Einheiten</i>	37
<b>2 THEORETISCHER BEZUGSRAHMEN</b>	<b>44</b>
2.1 FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG IM INNOVATIONSPROZESS	44
2.1.1 <i>F&amp;E-Aufgaben und -Projekte als Untersuchungsgegenstand</i>	46
2.1.2 <i>Innovation als Prozeß</i>	50
2.2 EFFEKTIVITÄT VON FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG	56
2.2.1 <i>Meßgrößen der Effektivität von F&amp;E-Leistungen</i>	58
2.2.2 <i>Hebel zur Effektivitätssteigerung</i>	60
2.3 ERFOLGSFAKTOREN EFFEKTIVER INNOVATIONSPROZESSE	61
2.3.1 <i>Konzepte der Erfolgsmessung von Innovationsprozessen</i>	63
2.3.2 <i>Auswertung empirischer Erfolgsfaktoren-Studien</i>	66
2.4 PORTFOLIOMANAGEMENT ALS KOMPLEXES ENTSCHEIDUNGSPROBLEM BEI UNSCHÄRFE	72
2.4.1 <i>Entscheidungstheoretische Modellbildung</i>	73
2.4.2 <i>Charakterisierung der Entscheidungssituation</i>	77
2.4.3 <i>Selektion als Element von Evolutionsprozessen</i>	84
2.5 EINFLUßFAKTOREN UND GESTALTUNGSANSÄTZE	87
2.5.1 <i>Einflußfaktoren auf Portfolioentscheidungen</i>	87
2.5.2 <i>Situationsanalyse der Portfoliomanagementpraxis</i>	89
2.5.3 <i>Gestaltungsansätze</i>	97

---

<b>3 SUCHFELDER, IDEEN UND PROJEKTE ALS GEGENSTAND DES PORTFOLIOMANAGEMENTS</b>	<b>99</b>
3.1 AUFGABENTYPEN IN F&E	99
3.2 STUFEN DER KONKRETISIERUNG VON PROJEKTEN	100
<b>4 ZIELE UND SELEKTIONSKRITERIEN</b>	<b>103</b>
4.1 ZIELE BEI DER PORTFOLIOZUSAMMENSTELLUNG	103
4.1.1 Kundennutzen	104
4.1.2 Zeitoptimierung	106
4.1.3 Balance	108
4.1.4 Fokus	111
4.1.5 Wandel und Erneuerung	114
4.2 ENTSCHEIDUNGSRELEVANTE KRITERIEN	116
4.2.1 Kriterien der Suchfeld- und Ideenselektion	118
4.2.2 Kriterien der Projektselektion	119
4.2.3 Kriterien für ein Multiprojektcontrolling	122
4.3 EMPIRISCHE UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	124
<b>5 ORGANISATION DES PORTFOLIOMANAGEMENTS</b>	<b>137</b>
5.1 GESTALTUNGSPRINZIPIEN	137
5.2 PHASEN DES PORTFOLIOMANAGEMENTS	140
5.2.1 Strategiephase	141
5.2.2 Ideenphase	143
5.2.3 Projektselektionsphase	147
5.2.4 Projektrealisierungsphase	149
5.3 DER EINFLUSS VON ORGANISATIONSTRUKTUR UND UNTERNEHMENSKULTUR	150
5.4 ERGEBNISSE DER EMPIRISCHEN UNTERSUCHUNG	158
<b>6 METHODEN DES PORTFOLIOMANAGEMENTS</b>	<b>161</b>
6.1 ANFORDERUNGEN AN METHODEN DES PORTFOLIOMANAGEMENTS	161
6.2 METHODENKLASSIFIKATION	162
6.2.1 Methoden in der Strategiephase	162
6.2.2 Methoden in der Ideenphase	168
6.2.3 Methoden in der Projektselektionsphase	172
6.2.4 Methoden in der Projektrealisierungsphase	180

---

6.2.5 <i>Expertensysteme</i>	181
6.2.6 <i>Zusammenfassende Methodenzuordnung</i>	183
6.3 PROJECT-PORTFOLIO DEPLOYMENT	185
6.4 EMPIRISCHE UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE ZUM METHODENEINSATZ	191
6.5 FALLSTUDIE I: PROZESSGESTALTUNG UND METHODENEINSATZ	194
<b>7 FUZZY-LOGIC-BASIERTES PORTFOLIOMANAGEMENT</b>	<b>198</b>
7.1 GRUNDLAGEN DER THEORIE UNSCHARFER MENGEN UND DER FUZZY-LOGIC	199
7.2 ENTSCHEIDUNGSUNTERSTÜTZUNG DURCH FUZZY-LOGIC	206
7.2.1 <i>Anwendungsgebiete der Fuzzy-Logic</i>	211
7.2.2 <i>Vorteile der Fuzzy-Logic gegenüber traditionellen             Entscheidungsunterstützungsmethoden</i>	214
7.3 PORTFOLIOMANAGEMENT MIT FUZZY-LOGIC	215
7.3.1 <i>Modellvoraussetzungen</i>	215
7.3.2 <i>Fuzzy-Nutzwertanalyse</i>	216
7.4 FALLSTUDIE II: PROZESSGESTALTUNG UND EINSATZ VON FUZZY-LOGIC	222
<b>8 ZUSAMMENFASSUNG: PORTFOLIOMANAGEMENT ZUR STEIGERUNG DER ENTWICKLUNGSEFFEKTIVITÄT</b>	<b>231</b>
<b>9 LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>237</b>



## Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Effektivität und Effizienz</i>	7
<i>Abbildung 2: Strategien zum Schließen der Kapazitätslücke in F&amp;E</i>	9
<i>Abbildung 3: Problemstellung</i>	10
<i>Abbildung 4: Fuzzy-Logic zum Schließen der Methodenlücke</i>	33
<i>Abbildung 5: Vorgehensweise</i>	36
<i>Abbildung 6: Umsatz und Mitarbeiter der befragten Unternehmen</i>	40
<i>Abbildung 7: F&amp;E-Intensitäten der befragten Unternehmen</i>	41
<i>Abbildung 8: Entwicklung des F&amp;E-Budgets und Häufigkeiten der F&amp;E-Intensitäten</i>	42
<i>Abbildung 9: Klassenbildung nach Unternehmenserfolg</i>	43
<i>Abbildung 10: Übersicht phasenorientierte Innovationsprozeßmodelle</i>	52
<i>Abbildung 11: Wandel der Modelle des Innovationsprozesses</i>	53
<i>Abbildung 12: Der Innovationsprozeß als Multiprozeß</i>	54
<i>Abbildung 13: Das Zyklusmodell der Geschäfts-, Technologie- und Produktinnovation</i>	55
<i>Abbildung 14: Zusammenhang von Projektselektion und Entwicklungstiefe</i>	60
<i>Abbildung 15: Stellgrößen zur Effektivitätssteigerung</i>	61
<i>Abbildung 16: Erfolgsfaktoren im Produktentstehungsprozeß</i>	70
<i>Abbildung 17: Schritte einer Selektionsentscheidung</i>	75
<i>Abbildung 18: Klassifikation von Entscheidungssituationen</i>	77
<i>Abbildung 19: Einteilung von Entscheidungssituationen nach Art des Informationsstandes</i>	80
<i>Abbildung 20: Einflußfaktoren auf Portfolioentscheidungen</i>	88
<i>Abbildung 21: Hebel zum Unternehmenserfolg</i>	89
<i>Abbildung 22: Erfolgsquoten von Produktentwicklungen</i>	90
<i>Abbildung 23: Verschwendeter F&amp;E-Budget-Anteil</i>	91
<i>Abbildung 24: Meßgrößen für den Projekterfolg</i>	92
<i>Abbildung 25: Maßnahmen zur Erhöhung der Marktwirksamkeit der Entwicklungsleistung</i>	93
<i>Abbildung 26: Handlungsempfehlungen aus Portfolioentscheidungen</i>	94
<i>Abbildung 27: Beurteilung der F&amp;E-Strategie</i>	94
<i>Abbildung 28: Beschreibung des Selektionsprozesses</i>	95
<i>Abbildung 29: Beurteilung des Selektionsprozesses</i>	96
<i>Abbildung 30: Konzentration auf weniger Projekte</i>	96
<i>Abbildung 31: Gestaltungsansätze</i>	97
<i>Abbildung 32: Das Trichtermodell der Projektselektion</i>	101
<i>Abbildung 33: Auswirkungen von Zielabweichungen im Entwicklungsprozeß</i>	107
<i>Abbildung 34: Balance im Produktprogramm</i>	109

<i>Abbildung 35: Ausgewogenes Projektportfolio</i>	110
<i>Abbildung 36: Zeiteffekt durch Risikosplitting und geringe Bearbeitungsintensität</i>	112
<i>Abbildung 37: Zielerreichung durch Fokussierung</i>	113
<i>Abbildung 38: Geschäftsdefinition und Projektselektion im Gegenstromverfahren</i>	114
<i>Abbildung 39: Zusammenhang von Projektselektion und Unternehmensstrategie</i>	115
<i>Abbildung 40: Beispiel für eine Kriterienaggregation zur Projektbewertung</i>	120
<i>Abbildung 41: Ziele der befragten Unternehmen</i>	125
<i>Abbildung 42: Unternehmensstrategien der befragten Unternehmen</i>	126
<i>Abbildung 43: Marktstrategien der befragten Unternehmen</i>	127
<i>Abbildung 44: Technologiestrategien der befragten Unternehmen</i>	127
<i>Abbildung 45: Häufigkeiten der Time-to-Market-Strategien</i>	128
<i>Abbildung 46: F&amp;E-Budgetstruktur</i>	129
<i>Abbildung 47: Ziele bei der Zusammenstellung des Projektportfolios</i>	130
<i>Abbildung 48: Kriterien zur Risikobewertung</i>	131
<i>Abbildung 49: Anwendung von Kriterien zur Risikobeurteilung in Abhängigkeit vom Aufgabentyp</i>	132
<i>Abbildung 50: Beurteilung der Eignung von Risikokriterien abhängig vom Aufgabentyp</i>	132
<i>Abbildung 51: Kriterien zur Nutzenbewertung</i>	134
<i>Abbildung 52: Aufgabentypenabhängige Kriterien zur Nutzenbewertung (regelmäßige Anwendung)</i>	135
<i>Abbildung 53: Aufgabentypenabhängige Kriterien zur Nutzenbewertung (Beurteilung der Eignung)</i>	135
<i>Abbildung 54: Schnittstellenbewältigung im Selektionsprozeß</i>	139
<i>Abbildung 55: Die Phasen des Portfoliomanagements</i>	141
<i>Abbildung 56: Nutzung und Eignung von Informationsquellen</i>	146
<i>Abbildung 57: Erfolgsfaktoren von Produktinnovationen</i>	148
<i>Abbildung 58: Integration von Meilensteinplänen im Multiprojektmanagement</i>	150
<i>Abbildung 59: Phasen des Selektionsprozesses</i>	159
<i>Abbildung 60: Beteiligte im Selektionsprozeß</i>	160
<i>Abbildung 61: Zeitanteile für Selektion, Definition und Realisierung</i>	160
<i>Abbildung 62: Target Budgeting</i>	166
<i>Abbildung 63: Lebenszyklen von Geschäftsfeldern</i>	167
<i>Abbildung 64: Grundprinzip der Portfoliodarstellung</i>	176
<i>Abbildung 65: Verdichteter Multiprojektstatus</i>	181
<i>Abbildung 66: Methodenzuordnung zu Aufgabentyp und Selektionsstufe</i>	183
<i>Abbildung 67: Das House-of-Quality der Projektselektion</i>	190
<i>Abbildung 68: Budgetierungsmethoden</i>	191
<i>Abbildung 69: Methodeneinsatz im Selektionsprozeß</i>	192

---

<i>Abbildung 70: Expertensysteme im Selektionsprozeß</i>	193
<i>Abbildung 71: Fallbeispiel I: Phasen-Meilenstein-Struktur</i>	195
<i>Abbildung 72: Nutzwertanalyse für Projektvorschläge</i>	196
<i>Abbildung 73: Portfolios zur Priorisierung von Projektanträgen</i>	197
<i>Abbildung 74: Lexikalische und stochastische Unschärfe</i>	199
<i>Abbildung 75: Beispiel für Fuzzy-Terme</i>	202
<i>Abbildung 76: Fuzzy-Zahlen</i>	204
<i>Abbildung 77: Aussagenverknüpfung durch den Gamma Operator</i>	205
<i>Abbildung 78: Fuzzy-Entscheidungsunterstützungssystem</i>	207
<i>Abbildung 79: Lineare Defuzzifizierung mit Center-of-Area</i>	210
<i>Abbildung 80: Ein Portfolio bildet Regeln ab</i>	217
<i>Abbildung 81: Vorteile der Fuzzy-Logic bei der Portfolioanwendung</i>	218
<i>Abbildung 82: Positionierung im Portfolio</i>	218
<i>Abbildung 83: Fuzzy-Nutzwertanalyse zur Positionierung von Projekten im Portfolio nach Möhrle (1988)</i>	219
<i>Abbildung 84: Kriterien unterschiedlichsten Typs sind in der Fuzzy-Nutzwertanalyse zugelassen</i>	220
<i>Abbildung 85: Fuzzy-Nutzwertanalyse in der QFD-Matrix</i>	221
<i>Abbildung 86: Geltungsbereich des Handbuchs zur F&amp;E-Planung und Projektselektion</i>	223
<i>Abbildung 87: Ideen- und Projektselektion</i>	226
<i>Abbildung 88: Systemstruktur der Entscheidungsunterstützung</i>	227
<i>Abbildung 89: Definition der linguistischen Variablen</i>	228
<i>Abbildung 90: Regeln der Aggregation</i>	228
<i>Abbildung 91: Zusammenfassung</i>	232

**Tabellenverzeichnis**

<i>Tabelle 1: Studien zur Identifikation von Erfolgsfaktoren im Innovationsprozeß</i>	19
<i>Tabelle 2: Untersuchungen über die Methodenanwendung bei der F&amp;E-Projektbewertung und Auswahl</i>	23
<i>Tabelle 3: Rahmendaten der untersuchten Unternehmen</i>	39
<i>Tabelle 4: Zusammenfassung Klassenbildung</i>	43
<i>Tabelle 5: Dimensionen des Innovationsbegriffs</i>	46
<i>Tabelle 6: Definition von F&amp;E-Aufgabentypen</i>	49
<i>Tabelle 7: Auswertung empirischer Studien der Erfolgsfaktorenforschung</i>	68
<i>Tabelle 8: Analogiebildung zu biologischen Evolutionsprozessen nach Röß</i>	86
<i>Tabelle 9: Aufgabenspezifische Selektionsprozesse</i>	99
<i>Tabelle 10: Kriterienkategorien in der Literatur</i>	118
<i>Tabelle 11: Analysemethoden der Strategiephase</i>	164
<i>Tabelle 12: Synthesemethoden der Strategiephase</i>	165
<i>Tabelle 13: Planungsmatrix</i>	167
<i>Tabelle 14: Intuitiv-kreative Verfahren</i>	169
<i>Tabelle 15: Analytisch-systematische Verfahren</i>	170
<i>Tabelle 16: Bewertungsmethoden der Ideenphase</i>	171
<i>Tabelle 17: Methoden der Projektselektionsphase</i>	173
<i>Tabelle 18: Portfolioansätze zur Selektion</i>	179
<i>Tabelle 19: Methodeneignung zur Projektselektion</i>	185
<i>Tabelle 20: QFD-Anwendungsbeispiele</i>	188
<i>Tabelle 21: Quantitative Diagramme zur Projektselektion</i>	192
<i>Tabelle 22: Qualitative Portfolios zur Projektselektion</i>	193
<i>Tabelle 23: Einsatz der unscharfen Logik zur Lösung betriebswirtschaftlicher Problemstellungen</i>	213
<i>Tabelle 24: F&amp;E-Planungsmatrix</i>	224
<i>Tabelle 25: Fuzzy-Auswertung einer Projektbewertung</i>	229

## Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung	n	Stichprobenumfang
ABS	Anti-Blockier-System	Nr.	Nummer
AI	artificial intelligence	o.ä.	oder ähnliches
allg.	allgemein	o.J.	ohne Jahrgang
ASI	American Supplier Institute	o.S.	ohne Seiten
Aufl.	Auflage	o.V.	ohne Verfasser
Bd.	Band	OECD	Organisation of Economic Coe- peration and Development
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung	p, q, r	Wahrscheinlichkeiten
BMFT	Bundesministerium für Forschung und Technologie	PIMS	Profit Impact of Market Strategies
bzw.	beziehungsweise	QFD	Quality Function Deployment
ca.	circa	QZ	Qualität und Zuverlässigkeit
CAX	Computer Aided ... (D: Design)	R&D	Research and Development
d.h.	das heißt	ROI	Return on Investment
DBW	Die Betriebswirtschaft	S.	Seite(n)
DIN	Deutsche Industrie-Norm	SAPPHO	Scientific Activity Predictor from Patterns with Heuristic Origins
Diss.	Dissertation	SIP	Stanford Innovation Project
EDV	Elektronische Datenverarbeitung	SITC	Standard International Trade Classifications
e-mail	electronic mail	Sp.	Spalte
et al.	et altera (und andere)	SPC	statistical process control
etc.	et cetera (und so weiter)	SVDW	Stifterverband der deutschen Wissenschaft
F&E	Forschung und Entwicklung	Tab.	Tabelle
FuE	Forschung und Entwicklung	TDM	Tausend Deutsche Mark
f.	und folgende (Seite)	TQM	Total Quality Management
ff.	und folgende (Seiten)	u.	und
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis	u.a.	und andere, unter anderem
HBM	Harvard Business Manager	u.a.O.	und andere Orte
HBR	Harvard Business Review	Univ.	Universität
HDTV	high definition television	v.	von
HM	Harvard Manager	VDI	Verein Deutscher Ingenieure
Hrsg.	Herausgeber	VDI-Z	Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure
hrsg. v.	herausgegeben von	vgl.	vergleiche
HWB	Handwörterbuch der Betriebswirtschaft	WiSt	Wirtschaftswissenschaftliches Studium
IEEE	Institute of Electrical and Electronical Engineers	WISU	Das Wirtschaftsstudium
io	Industrielle Organisation	z.B.	zum Beispiel, beispielsweise
ISI	International Standard	ZBB	Zero Base-Budgeting
ISO	International Standardizing Organization	ZfB	Zeitschrift für Betriebswirtschaft
Jg.	Jahrgang	ZfbF	Zeitschrift für betriebswirtschaftli- che Forschung
JIT	Just-In-Time	zfo	Zeitschrift für Organisation
Kap.	Kapitel	zugl.	zugleich
krp	Kostenrechnungspraxis	ZWF	Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung
Mio.	Million(en)		
MIT	Massachusetts Institute of Technology		
mm	Manager Magazin		

## 1 Einführung

Der Innovation wird als Träger wirtschaftlichen Wachstums in unserer Gesellschaft ein besonderer Stellenwert eingeräumt<sup>1</sup>. Die Umsetzung von Ideen in Produkte und Verfahren, die von potentiellen Anwendern oder Anbietern subjektiv als neu empfunden werden<sup>2</sup>, bedeutet für Unternehmen Fortschritt und bringt den Wandel in die Märkte, der gesamtwirtschaftliches Wachstum erzeugt. Beispiele hierfür sind veränderte Lebensbedingungen durch die Entwicklung von Impfstoffen, größere Sicherheit im Verkehr durch ABS und Airbag, vereinfachte Kommunikation mit Mobiltelefon oder Multimedia-technologien, neue Dienstleistungen durch das Internet wie Homebanking, verbesserte Arbeitsbedingungen oder umweltfreundlichere Techniken. Die Bedeutung der Innovation für die Wettbewerbsfähigkeit einer Volkswirtschaft wird in dem „Grünbuch zur Innovation“ der EUROPÄISCHEN KOMMISSION hervorgehoben<sup>3</sup>; gleiches gilt auch für die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen. Hier führen Innovationen mittelbar oder unmittelbar zur Erneuerung der Unternehmensstrukturen, neuen Geschäftsfeldern, Organisationsformen und Abläufen und erzeugen das für den Erfolg vielfach notwendige Wachstum. GERTZ und BAPTISTA nennen in ihrem Appell wider die Magersucht in Unternehmen „Grow to be great“ die Voraussetzungen für nachhaltiges Wachstum<sup>4</sup>: überlegener Kundennutzen im Vergleich zum Wettbewerb, überlegene Wirtschaftlichkeit über die gesamte Wertschöpfungskette und eine nachhaltig bessere Strategieumsetzung durch konsequente Anpassung von Organisation und Führung. Dies beinhaltet die Forderung nach drei Arten von Innovationen: Produkt- oder Dienstleistungsinnovation, Prozeß- oder Verfahrensinnovation und soziale oder gesellschaftliche Innovation<sup>5</sup>. Die vorliegende Untersuchung befaßt sich mit einer Teilmenge von Innovationen, für die Forschung und Entwicklung eine notwendige

---

<sup>1</sup> Vgl. WILDEMANN (1997b), S. 6, WILDEMANN (1996a), S. 2 f., MEFFERT (1995), S. 27; KÖHLER ET AL. (1988), S. 1.

<sup>2</sup> Vgl. ROGERS (1983), S. 11, vgl. grundlegend SCHUMPETER (1931), S. 100 f., auch MARR (1993), Sp. 1797; MÜLLER (1990), S. 15 f.; THOM (1980), S. 23. Insbesondere beinhaltet der Begriff der Innovation das Durchsetzen von Neuerungen. Vgl. zum Begriffsverständnis die Definitionssynopse bei HAUSCHILDT (1997), S. 4 ff.

<sup>3</sup> Vgl. EUROPÄISCHE KOMMISSION (1995), S. 9.

<sup>4</sup> Vgl. GERTZ und BAPTISTA (1996), S. 66.

<sup>5</sup> Prozeßinnovationen sind technische oder organisatorische Neuerungen in Produktions- und Logistikprozessen; vgl. zur Nutzung des Begriffs in Zusammenhang mit organisatorischen Maßnahmen WILDEMANN (1986), S. 304, KLIMMER und LAY (1994), S. 834. Neben Produktions-, Logistik- und Organisationsprozessen können ebenso informatorische Prozesse unmittelbar oder mittelbar Gegenstand von Prozeßinnovationen sein. Ein Beispiel hierfür sind die Veränderungen des Produktentstehungsprozesses durch den Einsatz von Rapid Prototyping und Rapid Tooling, wodurch eine frühere Verfügbarkeit von Informationen erzielt wird. Vgl. zum Rapid Prototyping z.B. REINHART ET AL. (1994), S. 16-19, zum Rapid Tooling REINHART ET AL. (1995a), S. 3, REINHART ET AL. (1996a), S. 38-40. Vgl. ebenso die Tagungsberichte von MILBERG und REINHART (1997a) sowie MILBERG und REINHART (1997b), hier insbesondere die Übersichtsvorträge zu Rapid Prototyping von MACHT (1997), S. 5-23, zu Rapid Tooling von LORENZEN (1997), S. 2-19.

Voraussetzung darstellt<sup>1</sup>. Diese technischen Innovationen sind Produkt- und Prozeßinnovationen.

In mehreren empirischen Studien<sup>2</sup> der 80er und 90er Jahre wird die Bedeutung von Produktinnovationen<sup>3</sup> herausgestellt, die nach der Einschätzung der befragten Führungskräfte in Zukunft jeweils eine größere Rolle für die Unternehmen spielen würden als in der Vergangenheit. Auch wenn angesichts allzu pauschaler Aussagen über Innovationen als Schlüssel zum gesamtwirtschaftlichen Erfolg eine gewisse Vorsicht angebracht scheint<sup>4</sup>, ist die hohe, wachsende Bedeutung von Innovationen insbesondere Produktinnovationen<sup>5</sup>, für die Entwicklung von Unternehmen unbestritten<sup>6</sup>. Diese Aussage läßt sich dadurch belegen, daß erfolgreiche Unternehmen<sup>7</sup> einen erheblich größeren Anteil ihres Umsatzes mit neuen Produkten erzielen als weniger erfolgreiche<sup>8</sup>. Einer Studie von ZANGWILL (1993) zufolge<sup>9</sup> tragen

---

<sup>1</sup> STAUDT sieht in der F&E ein Werkzeug zur Erstellung von Innovation, vgl. STAUDT (1993), S. 1185. Die Fähigkeit, technologisches Wissen durch F&E in Produkt- und Prozeßinnovationen zu konkretisieren, wird von vielen Autoren als eines der wichtigsten Potentiale einer Unternehmung gesehen, vgl. OSTERLOH (1994), S. 47 f., JAENSCH (1992), S. 521 ff., BLEICHER (1990), S. 6, SAAD ET AL. (1991), S. 13.

<sup>2</sup> Vgl. z.B. KOTZBAUER (1992), S. 1; WEBER ET AL. (1990), S. 175; BOOZ, ALLEN & HAMILTON (1991), S. 13; LITTLE (1988a), S. 15; BOOZ, ALLEN & HAMILTON (1982), S. 4.

<sup>3</sup> Dabei sollten neben Produktinnovationen Prozeßinnovationen nicht vernachlässigt werden. Über alle Wirtschaftszweige betrachtet, entfällt im Durchschnitt ein Viertel der F&E-Aufwendungen der deutschen Wirtschaft auf Prozeßinnovationen, vgl. BMBF (1995). Diese Prozeßinnovationen sind vor allem wegen ihres Hebels zur Verkürzung der Produktinnovationszeiten von wesentlicher Bedeutung. Zum Management von Prozeßinnovationen vgl. z.B. GEMÜNDE ET AL. (1992), S. 33 ff.

<sup>4</sup> Vgl. KÖHLER ET AL. (1988), S. 1; HAUSCHILDT weist in diesem Zusammenhang auf die „Gefahren des Innovations-Enthusiasmus“ hin, vgl. HAUSCHILDT (1997), S. 24 f. Gegenstimmen, die vor der Innovations-Euphorie und der Ideologisierung der Innovation warnen, weisen darauf hin, daß die Innovation eine Marktstrategie unter anderen Alternativen ist, vgl. VDI Nachrichten Nr. 37, 15. September 1995. Bei der globalen Jagd nach immer kürzeren Innovationszyklen besteht die Gefahr, daß auch die vermeintlichen Sieger auf längere Sicht verlieren. Vgl. dazu auch BACKHAUS und GRUNER (1994), S. 21 ff., die von einer Beschleunigungsfalle reden.

<sup>5</sup> Vgl. OPPENLÄNDER (1995), S. 105 f.; SABISCH (1991), S. 9.

<sup>6</sup> Vgl. MÄNNEL (1993), S. 165. Und damit verbunden der bedeutende Stellenwert von F&E für die Zukunftssicherung eines Unternehmens, da aus der heutigen F&E-Tätigkeit die Produkte, und damit die Erfolge von morgen entstehen, vgl. STAUDT (1993), S. 1190. COOPER erhebt die Produktinnovation zum entscheidenden Erfolgs- und zentralen Überlebensfaktor und vergleicht die Neuprodukteinführung mit der Kriegsführung, vgl. COOPER (1993), S. 2. WATERMAN identifiziert die kontinuierliche Innovation, d.h. das permanente Schaffen von Kundennutzen als einen von drei Faktoren, die den Erfolgsvorsprung von Spitzenunternehmen bestimmen, vgl. WATERMAN (1994), S. 18 f. Zur Auswirkung von Produktinnovation auf Wachstum und Gewinn deutscher Unternehmen vgl. die Studie des IFO-INSTITUTS, vgl. SCHMALENHOLZ und PENZKOFER (1993): S. 17-25, auch KOTLER und BLIEMEL (1995), S. 501. Zur Bedeutung der Innovationsfähigkeit für die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen vgl. ALBACH (1989), S. 1338 f., zum Beitrag der Innovationsfähigkeit zur internationalen Wettbewerbsfähigkeit oder Leistungsfähigkeit von Volkswirtschaften vgl. BMBF (1996), S. 4 ff. Zum Zusammenhang zwischen F&E, technischem Fortschritt und Wirtschaftswachstum vgl. zusammenfassend TROMMER (1987), S. 18 ff., auch: TYLL (1989), S. 3 ff.

<sup>7</sup> Meist definiert über Umsatzwachstum und Entwicklung der Umsatzrendite, vgl. z.B. DEGER (1995), S. 101 ff.

<sup>8</sup> Die Meßgröße unterliegt auch einem zeitlichen Wandel: Bei Siemens beispielsweise generierten Produkte, die jünger als fünf Jahre sind, 1979/80 48%, 1993/94 68% des Umsatzes (Quelle: //http://www.siemens.de).

<sup>9</sup> Vgl. ZANGWILL (1993), S. 2.

beispielsweise Produkte, die jünger als fünf Jahre sind, bei Industrieführern 49,1% zum Umsatz bei, bei Unternehmen im Schlußdrittel ihrer Industrie dagegen nur 10,7%. Untersuchungen dieser Art müssen branchenbezogen interpretiert werden, ergeben aber tendenziell ähnliche Resultate<sup>1</sup>. Ein innovatives Produktprogramm ist offenbar eine wesentliche Determinante für den Unternehmenserfolg<sup>2</sup>. Die Gründe für die zunehmende Bedeutung von Innovationen sind in einer veränderten Markt- und Wettbewerbssituation sowie technologischen Entwicklungen zu suchen<sup>3</sup>:

1. Fragmentierte, anspruchsvolle Märkte: Zunehmend gesättigte Käufermärkte zwingen zu einer ständigen Verbesserung und Differenzierung des Angebots an individuell abgestimmten Produkt- und Serviceleistungen<sup>4</sup>. Die Entwicklung neuer Produkte ist keine strategische Option, sondern eine Notwendigkeit<sup>5</sup>, um den Fortbestand des Unternehmens für die Zukunft abzusichern. Dies zeigt sich an einer steigenden Produkt- und Variantenvielfalt<sup>6</sup> und immer kürzeren Produktzyklen.
2. Ausgeprägter, verschärfter internationaler Wettbewerb: Durch die Verfügbarkeit hochleistungsfähiger Informations- und Kommunikationstechnologien<sup>7</sup>, werden die Informations- und Wissensvorsprünge einzelner Regionen und Unternehmen geringer und die Produkte damit immer ähnlicher. Handelsbeschränkungen werden abgebaut, wodurch zunehmend auch mittelständische Unternehmen einem internationalen Wettbewerb ausgesetzt sind. Dieser verschärft sich zusätzlich durch eine verstärkte Aggregation von technischem und wirtschaftlichem Potential aufgrund von Unternehmenszusammenschlüssen und -kooperationen. Außerdem

---

<sup>1</sup> Vgl. z.B. KRUBASIK (1996), LITTLE (1994), S. 123. Laut MCKINSEY erzielten 1991 erfolgreiche japanische und amerikanische Unternehmen der Elektronikindustrie 60–80% ihres Umsatzes mit Produkten, die in den letzten 12 Monaten am Markt eingeführt wurden. Vgl. KLUGE ET AL. (1994), S. 7 und 97 f. Dieser hohe Anteil läßt sich sicherlich auf die Schnellebigkeit der Elektronikbranche zurückführen. In der metallverarbeitenden Industrie in Deutschland wurden gemäß einer 1993 veröffentlichten Studie von AGIPLAN 27% der angebotenen Produkte im Lauf der letzten drei Jahre auf den Markt gebracht und hatten einen durchschnittliche Umsatzanteil von 25,3%, im Fahrzeugbau waren 44,6% der Produkte jünger als 3 Jahre und erzielten 36,5% des Umsatzes. Vgl. ARENSKÖTTER und KOMOREK (1993), S. 7. Zur Bedeutung des Umsatzanteils neuer Produkte vgl. auch BULLINGER (1990b), S. 22, 46 f.: 55,2% der Befragten sind der Meinung, ein Großteil der Gewinne werde von neu auf den Markt gebrachten Produkten erwirtschaftet. Interessant ist auch, daß 66% von 149 befragten Unternehmen der IAO-Studie den hohen Innovationsgrad der Produkte als Voraussetzung für deren Erfolg ansehen (S. 47).

<sup>2</sup> Vgl. RÖSMANN (1977), S. 1. Angestrebte Umsatzziele, die als Erfolgsmaßstab gelten, lassen sich häufig auch nur mit Neuproduktentwicklungen erreichen. Vgl. LITTLE (1994) S. 125. Innovative Produkte waren im Rezessionsjahr 1993 in weit geringerem Maße von Umsatzrückgängen betroffen als konventionelle Produkte. Etwa 25 % der Umsätze westdeutscher Unternehmen wurden 1993 mit Produkten getätigt, die in den vorangegangenen zwei Jahren neu eingeführt oder erheblich verbessert wurden, vgl. BMBF (1995).

<sup>3</sup> Vgl. z.B. WILDEMANN (1997b), S. 5, COOPER (1993), S. 7; MANNS (1992), S. 1; SABISCH (1991), S. 13 f. Vgl. auch SCHNEIDER (1991b), S. 6 f. und die dort angegebene Literatur.

<sup>4</sup> Vgl. SAAD ET AL. (1991), S. 14, vgl. auch REICHWALD (1992), S. 5.

<sup>5</sup> Vgl. CRAIG und HART (1992), S. 3.

<sup>6</sup> Vgl. WILDEMANN (1992a), S. 13-16.

<sup>7</sup> Vgl. die Ausführungen von WILDEMANN zum Erfolgsfaktor Datenhighway, WILDEMANN (1995).



werden aggressivere Marketingaktivitäten zur Durchsetzung von Neuprodukten eingesetzt. Die Notwendigkeit, früh eine Marktführerschaft zu erreichen, steigt. Die Innovationsspirale dreht sich schneller<sup>1</sup>.

3. Ausdifferenzierte und sich rasch wandelnde Technologien: Hervorgerufen durch die rasche Vermehrung und Verbreitung des Wissens<sup>2</sup> verkürzen sich sowohl die Entwicklungs- wie auch die Anwendungszyklen von Technologien. Derzeit findet ein schneller und tiefgreifender technologischer Wandel statt. So gewinnen die Mikrotechnologie und die Informationstechnologie stark an Bedeutung, während das Gewicht klassischer Industriebereiche zurückgeht. Neue Technologien ermöglichen verbesserte oder neue Anwendungen und wecken neuen Bedarf. Die zunehmende technische Komplexität der Produkte sowie der Reifegrad der Technologien erfordern aber einen immer höheren Einsatz an finanziellen Mitteln<sup>3</sup> und Know-how, sowohl bei der Forschung und Entwicklung, als auch bei der Prozeßtechnologie zur Produktherstellung.

Die steigenden Marktanforderungen und die akzelerierende Innovationsdynamik verlangen von den Unternehmen immer höhere Innovationsleistungen. Das Umfeld, in dem sich die Unternehmen bewegen, wird mit zunehmender Geschwindigkeit komplexer. Die Unternehmen geraten in eine Beschleunigungsfalle<sup>4</sup>. Verkürzten Produktlebenszyklen<sup>5</sup> steht ein Anstieg der Entwicklungskosten und der Entwicklungszeiten gegenüber<sup>6</sup>. Die zu investierenden Summen nehmen zu, und der zu erwartende Grenzertrag nimmt ab<sup>7</sup>. Folglich müssen in immer kürzeren Zyklen Entscheidungen größerer Tragweite gefällt werden, die durch den innovativen Charakter der Aufgabenstellung mit einem hohen Grad an Unsicherheit behaftet sind. Hierin liegt die größte Herausforderung für das F&E-Management, das eine hohe Entwicklungsproduktivität<sup>8</sup>, ausgedrückt in der Marktwirksamkeit der Ent-

---

<sup>1</sup> Vgl. BACKHAUS (1992), S. 9 f.

<sup>2</sup> Unser naturwissenschaftlich-technisches Wissen verdoppelt sich derzeit alle fünf Jahre, vgl. JAENSCH (1992), S. 521, wobei eine schnelle globale Diffusion des Wissens stattfindet. Die Diffusion wird entscheidend durch die weltweite informationstechnische Vernetzung beschleunigt. Vgl. auch die Arbeit von WILLIAMS und CLARK, die versucht haben, Muster für die Zunahme von Informationen zu identifizieren, um die „Informationsexplosion“ nachzuweisen. Sie kommen zu dem Schluß, daß die Wachstumsrate der Verteilung von Information laufend und somit die Verteilung exponentiell ansteigt, die Produktion von Informationen jedoch nur linear wächst, vgl. WILLIAMS und CLARK (1992), S. 83.

<sup>3</sup> Vgl. SCHUSTER (1988), S. 17, aber auch bereits ROBERTS (1968), S. 3. Offenbar gilt auch hier das Gesetz des abnehmenden Ertragszuwachses.

<sup>4</sup> Vgl. dazu die Aufsatzsammlung bei BACKHAUS und BONUS (1994). Zu der Kostenwirkung verkürzter Entwicklungszeiten vgl. CRAWFORD (1992b), S. 188 ff.

<sup>5</sup> Die Produktlebenszyklen haben in den letzten Jahren drastisch abgenommen. Beispielsweise sind sie im Anlagenbau um 40% auf 12-13 Jahre, in der Mikroelektronik sogar um rund 45% auf weniger als 2,5 Jahre gesunken, vgl. PERILLIEUX (1991).

<sup>6</sup> Vgl. BULLINGER ET AL. (1995), S. 7 f., SCHMELZER (1992), S. 5.

<sup>7</sup> Vgl. SAAD ET AL. (1991), S. 38.

<sup>8</sup> Z.B. Umsatz aus neuen Produkten pro Entwickler, vgl. KLUGE ET AL. (1994), S. 90. Hier definiert als erfolgreiche Projekte pro F&E-Budget.

wicklung, durch mehr erfolgreiche Projekte je F&E-Mitarbeiter sicherstellen muß. Die gesamtwirtschaftliche Bedeutung hoher Entwicklungsproduktivitäten macht nachfolgende Überlegung deutlich: Die Aufwendungen für Forschung und Entwicklung machen nur einen Teil der Innovationsaktivitäten aus. 56% aller Industrieunternehmen in Deutschland haben in den Jahren 1990 bis 1992 Produkt- oder Prozeßinnovationen eingeführt. Eigene F&E betrieben aber nur 32% der Unternehmen<sup>1</sup>. Innovationsaufwendungen umfassen alle Kostenkomponenten, die bei der Entwicklung und Einführung von Produkt- oder Prozeßinnovationen entstehen. In den F&E-intensiven Industrien<sup>2</sup> liegen F&E-Intensität und Innovationsintensität nahe beisammen<sup>3</sup>, im langfristigen Durchschnitt aller Unternehmen betragen die F&E-Aufwendungen jedoch nur ca. 25 - 30% der gesamten Innovationsaktivitäten<sup>4</sup>. Die insgesamt verschwendeten Mittel bei geringer Effektivität der Forschung und Entwicklung gehen also weit über die vergeudeteten F&E-Budgets hinaus. Die Studien, wie auch die Interpretation der aufgezeigten Trends, machen die Notwendigkeit einer systematischen Innovationsplanung deutlich, um in den richtigen Geschäftsfeldern die richtigen Produkte zu angemessenen Preisen zum richtigen Zeitpunkt zu plazieren und hierfür die richtigen Themen für Forschung und Entwicklung zu selektieren<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup> Vgl. BMBF (1996), S. 16.

<sup>2</sup> Zu den forschungsintensiven Branchen gehören die Bereiche Spitzentechnik (F&E-Intensität > 8,5%) und Höherwertige Technik (3,5% < F&E-Intensität < 8,5%). Vgl. ISI-Liste der forschungsintensiven Güter nach SITC III, zitiert in BMBF (1996), S. 10.

<sup>3</sup> Dies gilt z.B. für die Chemische Industrie, Automobil und Elektrotechnik. Vgl. BMBF (1996), Tab. 2.1.1., S. 12 und Tab. 2.2.1., S. 14. Die Innovationsintensität der Industrie 1993 betrug 6,3%, die F&E-Intensität 3,4%. Vgl. BMBF (1996), S. 14-16.

<sup>4</sup> Vgl. BMBF (1996), S. 14.

<sup>5</sup> Vgl. WILDEMANN (1993a), S. 9, GENTNER (1994), S. 1, vgl. auch BULLINGER (1990b), S. 20-25, SCHMELZER (1992), S. 3. Die Notwendigkeit der Forschungsplanung ergibt sich bereits aus der Erkenntnis, daß die Produktion von Wissen den Einsatz von knappen Ressourcen erfordert, für die es wirtschaftlich alternative Verwendungsmöglichkeiten gibt. Vgl. BROCKHOFF (1969), S. 401.

wicklung, durch mehr erfolgreiche Projekte je F&E-Mitarbeiter sicherstellen muß. Die gesamtwirtschaftliche Bedeutung hoher Entwicklungsproduktivitäten macht nachfolgende Überlegung deutlich: Die Aufwendungen für Forschung und Entwicklung machen nur einen Teil der Innovationsaktivitäten aus. 56% aller Industrieunternehmen in Deutschland haben in den Jahren 1990 bis 1992 Produkt- oder Prozeßinnovationen eingeführt. Eigene F&E betrieben aber nur 32% der Unternehmen<sup>1</sup>. Innovationsaufwendungen umfassen alle Kostenkomponenten, die bei der Entwicklung und Einführung von Produkt- oder Prozeßinnovationen entstehen. In den F&E-intensiven Industrien<sup>2</sup> liegen F&E-Intensität und Innovationsintensität nahe beisammen<sup>3</sup>, im langfristigen Durchschnitt aller Unternehmen betragen die F&E-Aufwendungen jedoch nur ca. 25 - 30% der gesamten Innovationsaktivitäten<sup>4</sup>. Die insgesamt verschwendeten Mittel bei geringer Effektivität der Forschung und Entwicklung gehen also weit über die vergeudeteten F&E-Budgets hinaus. Die Studien, wie auch die Interpretation der aufgezeigten Trends, machen die Notwendigkeit einer systematischen Innovationsplanung deutlich, um in den richtigen Geschäftsfeldern die richtigen Produkte zu angemessenen Preisen zum richtigen Zeitpunkt zu plazieren und hierfür die richtigen Themen für Forschung und Entwicklung zu selektieren<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup> Vgl. BMBF (1996), S. 16.

<sup>2</sup> Zu den forschungsintensiven Branchen gehören die Bereiche Spitzentechnik (F&E-Intensität > 8,5%) und Höherwertige Technik (3,5% < F&E-Intensität < 8,5%). Vgl. ISI-Liste der forschungsintensiven Güter nach SITC III, zitiert in BMBF (1996), S. 10.

<sup>3</sup> Dies gilt z.B. für die Chemische Industrie, Automobil und Elektrotechnik. Vgl. BMBF (1996), Tab. 2.1.1., S. 12 und Tab. 2.2.1., S. 14. Die Innovationsintensität der Industrie 1993 betrug 6,3%, die F&E-Intensität 3,4%. Vgl. BMBF (1996), S. 14-16.

<sup>4</sup> Vgl. BMBF (1996), S. 14.

<sup>5</sup> Vgl. WILDEMAN (1993a), S. 9, GENTNER (1994), S. 1, vgl. auch BULLINGER (1990b), S. 20-25, SCHMELZER (1992), S. 3. Die Notwendigkeit der Forschungsplanung ergibt sich bereits aus der Erkenntnis, daß die Produktion von Wissen den Einsatz von knappen Ressourcen erfordert, für die es wirtschaftlich alternative Verwendungsmöglichkeiten gibt. Vgl. BROCKHOFF (1969), S. 401.

## 1.1 Problemstellung

Der offensichtlich großen Bedeutung von Innovationen für den Unternehmenserfolg steht eine erschreckend hohe Mißerfolgsrate von Neuprodukt-Projekten gegenüber. COMMES und LIENERT veröffentlichten 1983 eine Erfolgsbilanz von F&E-Projekten, nach der von 100 gestarteten Projekten 57 zum technischen Erfolg führten, 31 am Markt eingeführt wurden und nur 12 wirtschaftlich erfolgreich waren<sup>1</sup>. Auch wenn diesbezügliche Risikoschätzungen eine große Streuung aufweisen, besteht dennoch darüber Einigkeit, daß der Prozentsatz gescheiterter Innovationsprojekte alarmierend hoch ist<sup>2</sup>. Dies gilt sowohl für Projekte, die noch vor Erreichen der Marktreife abgebrochen werden<sup>3</sup>, als auch für Produkte, die nach der Markteinführung die Erwartungen nicht erfüllen<sup>4</sup>. Die Marktwirksamkeit der eingesetzten Entwicklungsleistung, die Entwicklungsproduktivität, ist zu gering<sup>5</sup>. Die Forderung von WILDEMANN, den Just-in-Time-Gedanken in die Forschung und Entwicklung zu tragen und das Richtige beim ersten mal richtig zu machen<sup>6</sup>, scheint in der Praxis noch nicht verwirklicht zu sein. Dies kann zweierlei Ursachen haben: entweder falsche Zielsetzung oder unzureichende Zielerreichung. In anderer Terminologie liegt eine mangelnde Effektivität<sup>7</sup> oder Effizienz des Ressourceneinsatzes vor (vgl. Abbildung 1). Entweder war die Aufgabenstellung von Anfang an falsch formuliert, die Rahmenbedingungen haben sich während der Zeit verändert oder die Aufgabe wurde suboptimal durchgeführt. Die Entwicklungsproduktivität hängt von vielen, zumeist dynamischen Einflußfaktoren ab. Die richtige F&E-Strategie, also die Mittelverteilung auf die richtigen Kategorien von Aktivitäten, das richtige Programm mit den richtigen Themen in der richtigen Menge, also Anzahl und Art der Projekte, sowie die richtige Definition des einzelnen Projektes sind entscheidend. Sie definieren die Zielsetzung. Die Organisation, die Prozeßgestaltung und das Projektmanagement dagegen beeinflussen die Zielerreichung und tragen der Dynamik durch Veränderung der Rand-

<sup>1</sup> Vgl. COMMES und LIENERT (1983), S. 349.

<sup>2</sup> Vgl. WILDEMANN (1993a), S. 190, CRAIG und HART (1992), S. 3 f.; KOTZBAUER (1992), S. 1 f; vgl. auch BOOZ, ALLEN & HAMILTON (1982).

<sup>3</sup> Vgl. BOOZ, ALLEN & HAMILTON (1982), S. 14.

<sup>4</sup> Vgl. z.B. POWER (1993); KOTZBAUER (1992), S. 1.

<sup>5</sup> Insbesondere im internationalen Wettbewerb hat Deutschland hier einen Aufholbedarf gegenüber den USA und Japan, da im Verhältnis in Deutschland ebensoviel wie in den USA oder Japan in F&E investiert wird, aber vor allem in den Zukunftsindustrien ein geringerer Output resultiert. Vgl. DEGER (1995), S. 31-33, ebenso ALBACH (1990).

<sup>6</sup> Vgl. WILDEMANN (1993a), S. 9 vgl. dazu auch BULLINGER (1990b), S. 10, zum Begriff auch BENDER (1990).

<sup>7</sup> Zum Begriff der Effektivität in Forschung und Entwicklung vgl. z.B. BROCKHOFF (1990), S. 19, KUPSCH, ET AL. (1991), S. 1079, PREISEL (1990), S. 543, SCHMELZER (1990), S. 27, SCHMELZER (1992), S. 3. Im weitesten Sinn wird darunter die strategisch richtige Auswahl der Entwicklungsziele zur bestmöglichen Erfüllung der Unternehmensziele verstanden, vgl. PICOT ET AL. (1988), S. 118.

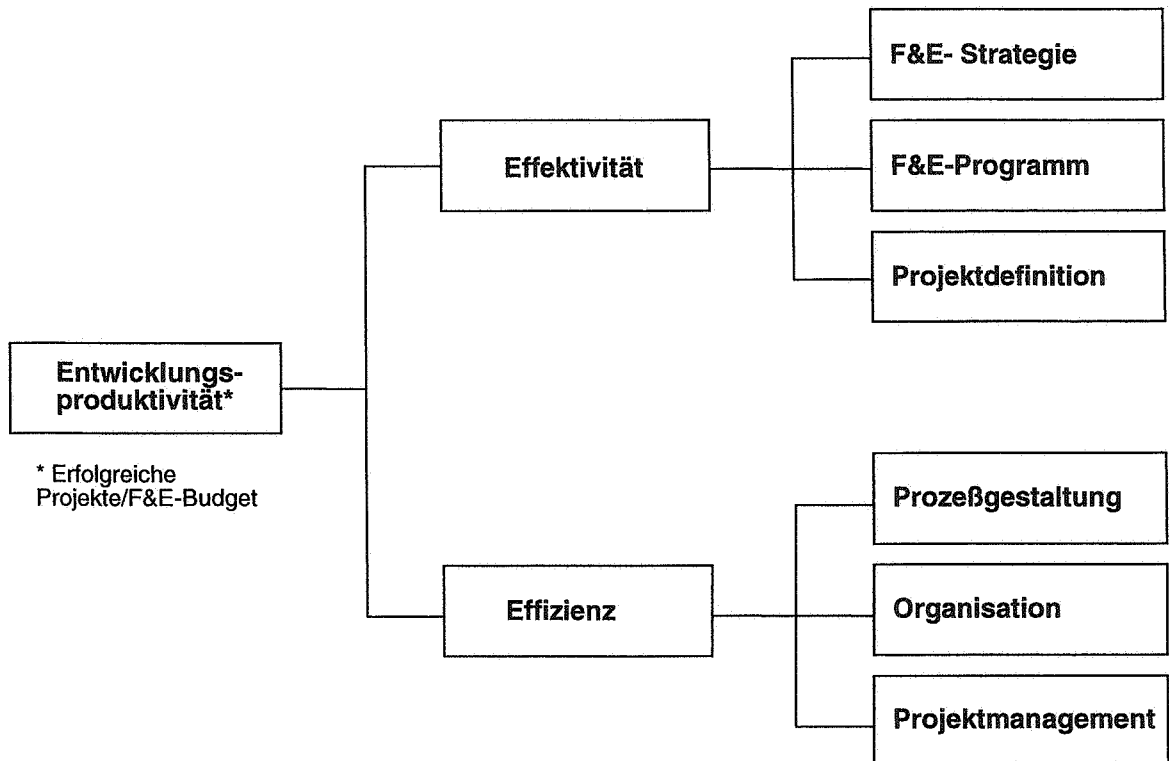


Abbildung 1: Effektivität und Effizienz

bedingungen oder Wandel der Annahmen in dem von Unsicherheit geprägtem Umfeld der Entwicklungsaufgaben<sup>1</sup> Rechnung.

Vor dem aufgezeigten Hintergrund liegt es nahe, Wege zu suchen, um die Erfolgswahrscheinlichkeit von Projekten, und damit die Entwicklungsproduktivität zu erhöhen. In der Vergangenheit konzentrierten sich die Bemühungen hauptsächlich auf eine Steigerung der Effizienz des Produktentstehungsprozesses<sup>2</sup>. Diese zweifellos notwendigen Restrukturierungsmaßnahmen haben jedoch wenig an den Produkten verändert, die der Kunde, der über Erfolg oder Mißerfolg entscheidet, bewertet<sup>3</sup>. Neben einem effizienten Innovationsprozeß sollte daher verstärkt Wert auf die Effektivität der Entwicklung gelegt werden<sup>4</sup>. Der Hebel zum Erfolg liegt hierbei in dem Auswahl- und Definitionsprozeß, welcher der Realisierung von Innovationen vorgelagert ist<sup>5</sup>. Falsche Selektion führt zu Projektabbrüchen oder Mißer-

<sup>1</sup> Vgl. NIPPA und REICHWALD (1990), S. 74, die Entwicklungsaufgaben mit den Merkmalen Komplexität, Neuigkeit, Variabilität und Strukturiertheit charakterisieren.

<sup>2</sup> Vgl. z.B. HAUSCHILDT (1993a), S. 295-297; WILDEMANN (1993a), S. 27 ff., WILDEMANN (1993b), S. 1251 ff., BROCKHOFF und URBAN (1988), S. 1-42, BULLINGER (1990a), S. 7-30, BULLINGER (1991), S. 7-13, EVERSHEIM ET AL. (1989), S. 26-30, EVERSHEIM (1989), S. 1-26, PANTELE und LACEY (1989), S. 56-58, PREMAUER (1989), S. 123-152, ENG (1994), S. 55-58, EVERSHEIM ET AL. (1995).

<sup>3</sup> Innovation ist durch den Markt gefilterte Kreativität, vgl. ALBACH (1989), S. 1338.

<sup>4</sup> Vgl. BULLINGER (1995), S. 147; BOZNAK (1994).

<sup>5</sup> Vgl. COOPER (1990a), COOPER (1993), S. 121 f.; COOPER und KLEINSCHMIDT (1987b), S. 169 ff., COOPER und KLEINSCHMIDT (1988), S. 261; KLEINSCHMIDT (1988), S. 261; MEFFERT (1995), S. 37. Vgl.

folgen, fehlende Selektion zu Verschwendung durch „Verzettelung“. Das Projektportfolio ist also ein wesentliches Führungsinstrument des F&E-Managements zur Erreichung hoher Marktwirksamkeit, wobei unter dem Portfolio der F&E-Projekte oder dem F&E-Portfolio die Summe aller F&E-Aktivitäten im Sinn eines Portefeuilles zu sehen ist. Zwar ist eine systematische und durchdachte Projektselektion aufgrund der vielfältigen nachgelagerten Einflüsse keine hinreichende Bedingung für eine hohe Entwicklungsproduktivität oder erfolgreiche Innovationen, langfristig wohl aber eine notwendige. Mangelnde Effektivität des Ressourceneinsatzes läßt sich nicht durch effiziente Projektabwicklung kompensieren<sup>1</sup>. Dennoch wird dieser Bereich häufig sträflich vernachlässigt<sup>2</sup>. SMITH und REINERTSEN<sup>3</sup> geben dafür zwei Gründe an: Zum einen sind „klassische“ Managementwerkzeuge wie Zeit- und Budgetpläne in den frühen Projektphasen nur eingeschränkt anwendbar, zum anderen sind die beträchtlichen finanziellen Auswirkungen dieser Phasen nicht unmittelbar erfaßbar, so daß sie durch das oft von finanziellen Gesichtspunkten geleitete Management häufig ignoriert werden. Die kurzfristige Perspektive des Tagesgeschäfts überwiegt hierbei die langfristige Orientierung<sup>4</sup>. Die Herausforderung liegt darin, die Zukunft in die Gegenwart zu holen, diese bewertbar und meßbar zu machen und Frühindikatoren in das Zielsystem des Managements zu integrieren<sup>5</sup>. Hierbei ist ein Bewußtsein für die Bedeutung der Selektion als entscheidender Kernprozeß und eine methodische Unterstützung erforderlich<sup>6</sup>. Benötigt wird ein Ansatz zur systematischen Steuerung des Portfolios der F&E-Projekte nach strategischen, technischen und wirtschaftlichen Aspekten<sup>7</sup>, der neben quantitativen vor allem qualitative Nutzenpotentiale erfaßt und entscheidungsunterstützend in einen Gesamtzusammenhang des F&E-Managements bringt. Das Grundprinzip des Portfoliomanagements besteht in der ausgewogenen Ressourcenallokation auf mehrere Alternativen, so daß der Gesamtnutzen optimiert wird<sup>8</sup>. Es werden zwar eine Fülle von Methoden angeboten<sup>9</sup>, problematisch aber erweist sich die Wahl der richtigen Methode

---

auch SMITH und REINERTSEN (1991), CLARK und WHEELWRIGHT (1995) sowie GUPTA und WILEMON (1990), S. 24 ff., MEMPEL (1989), S. 182 sowie WILDEMANN (1993b), S. 1251-1270.

<sup>1</sup> Vgl. SCHMELZER (1992), S. 114, GAISER (1993), S. 20.

<sup>2</sup> Vgl. KHURANA und ROSENTHAL (1997), S. 103. Auch WHEELWRIGHT identifiziert hier konzeptionelle Schwächen, vgl. WHEELWRIGHT und CLARK (1992b), S. 28 ff.

<sup>3</sup> SMITH und REINERTSEN (1991), S. 43.

<sup>4</sup> Vgl. dazu auch die Darstellung zur Beeinflußbarkeit und Managementaufmerksamkeit für F&E-Projekte in LITTLE (1994) auf S. 113: Das Management beschränkt meist seine Aufmerksamkeit für Entwicklungsvorhaben auf die Beeinflussung von Ausführungsentscheidungen, vgl. LITTLE (1994), S. 113.

<sup>5</sup> Vgl. zum Konzept der strategischen Frühaufklärung und schwachen Signale ANSOFF (1976), S. 129 ff.

<sup>6</sup> Vgl. WILDEMANN (1993a), S. 22 sowie S. 181, der im Rahmen eines Arbeitskreises mit der Industrie eine empirische Analyse des Methodeneinsatzes zur Steigerung der Effektivität durchführt und den geringen Anwendungsgrad bemängelt.

<sup>7</sup> Vgl. GAISER und SERVATIUS (1990), S. 128 ff., ebenso GAISER (1993), S. 21.

<sup>8</sup> Zu den Ursprüngen der Portfolio-Selection vgl. MARKOWITZ (1952), S. 77 ff. bzw. MARKOWITZ (1959).

<sup>9</sup> Vgl. die Übersicht bei THOMA (1989), S. 28 f., vgl. SCHMELZER (1992), S. 114 ff., KERN und SCHRÖDER (1977), S. 199 ff.

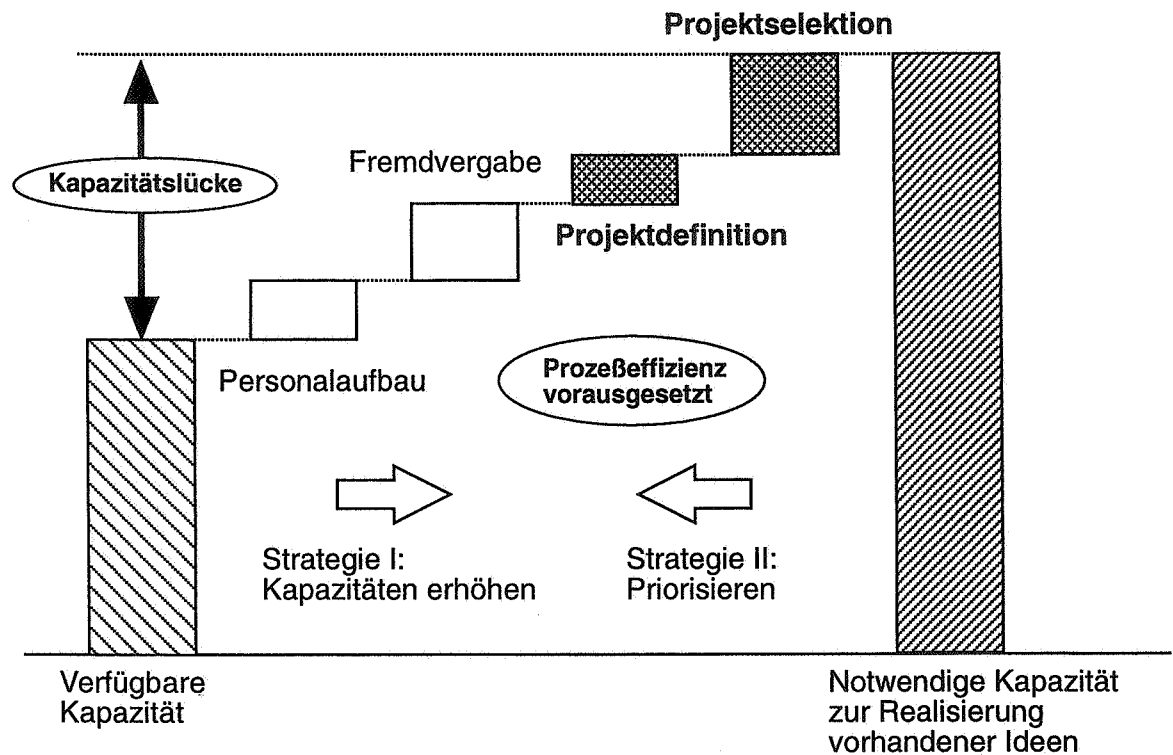


Abbildung 2: Strategien zum Schließen der Kapazitätslücke in F&E

in den einzelnen Phasen dieses Prozesses, deren Aussagefähigkeit und der Detaillierungsgrad des Methodeneinsatzes für eine effiziente Problemlösung. Vielfach fehlen auch Ziele als Bewertungsgrundlage, oder die Zielformulierungen in der Praxis genügen den Operationalisierungsansprüchen der Methoden nicht<sup>1</sup>, die bisher nicht in der Lage sind, vage Informationen wie eine „hohe Erfolgswahrscheinlichkeit“ oder eine „angemessene Projektrendite“ zu verarbeiten.

Die Notwendigkeit der Portfolioentscheidung ergibt sich aus einer quantitativen und qualitativen Kapazitätslücke, die entsteht, wenn die Ressourcenanforderungen zur Realisierung der möglichen Projekte die verfügbaren Kapazitäten der Organisation, und hier vor allem die der F&E, übersteigen<sup>2</sup>, also nicht genügend oder nicht die richtigen Ressourcen zur Verfügung stehen. Nimmt man an, Effizienzsteigerung bereits berücksichtigt zu haben, stehen prinzipiell zwei Strategien zum Schließen der Kapazitätslücke zur Auswahl (vgl. Abbildung 2).

Die expansive Strategie I führt zu einer Ausweitung des Entwicklungsbudgets durch Erweiterung der internen oder externen Kapazitäten. Vor dem Hintergrund angespannter Kosten- und Ertragslagen vieler Unternehmen

<sup>1</sup> Vgl. THOMA (1989), S. 65.

<sup>2</sup> Dies ist in der Regel der Fall, vgl. WILDEMANN (1993b), S. 1251, GAISER (1993), S. 20, auch WEBER ET AL. (1990), S. 175.

wird jedoch deutlich, daß die Innovationskraft der Unternehmung nicht über ein Mehr an Ausgaben, sondern mittels eines effektiveren Einsatzes vorhandener Ressourcen erreicht werden muß<sup>1</sup>. Die konzentrierende Strategie II lautet daher, die richtigen Themen zu selektieren und nur Projekte hoher Erfolgswahrscheinlichkeit auszuwählen sowie innerhalb der einzelnen Projektdefinitionen Synergien<sup>2</sup> zu nutzen und Overengineering zu vermeiden. Die Strategie II hat zum Ziel, unabhängig von Maßnahmen zur Effizienzsteigerung<sup>3</sup>, vorhandene Kapazitäten wirksamer einzusetzen. Sicherlich können beide Strategien nicht isoliert voneinander betrachtet werden. Identifiziert man erfolgversprechende Projekte und hat eine Priorisierung bereits stattgefunden, kann es durchaus Sinn machen, durch Wachstum das Mehr an Aufgaben zu erfüllen. Zunächst sollte aber eine Konzentration auf die Auswahl der Themen und die Definition der Entwicklungsprojekte erfolgen.

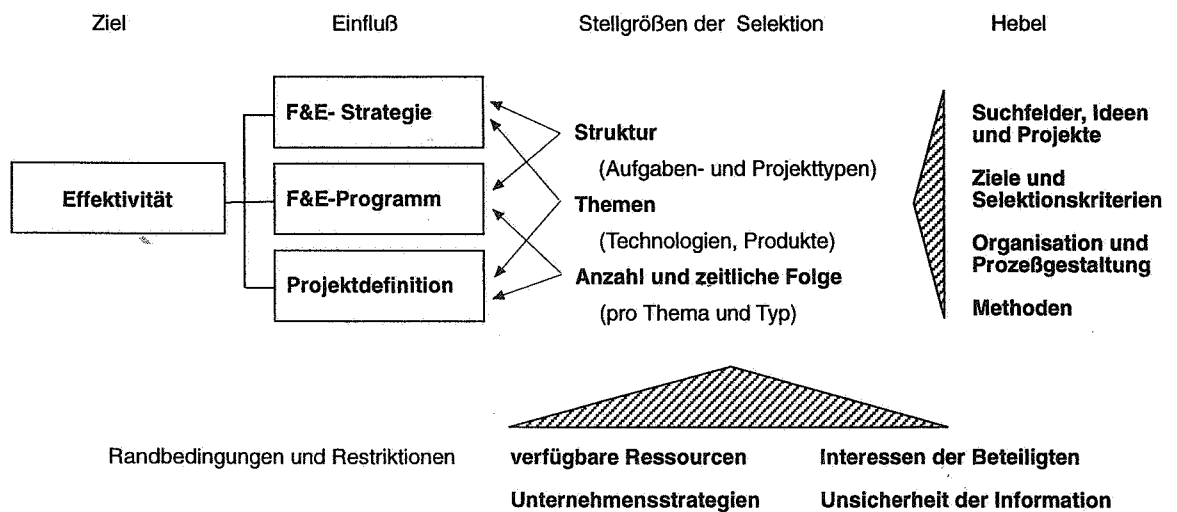


Abbildung 3: Problemstellung<sup>o</sup>

Ein F&E-Portfoliomanagement beeinflusst über drei Stellgrößen die Effektivität (Vgl. Abbildung 3). Dies sind die Struktur des Projektportfolios nach Aufgaben- und Projekttypen, die Wahl der F&E-Themen für Technologien und Produkte sowie die Gesamtzahl und zeitliche Positionierung von F&E-

<sup>1</sup> Vgl. SAAD ET AL. (1991), S. 13. In Analysen des Stifterverbands der Deutschen Wissenschaft läßt sich keine Korrelation zwischen F&E-Intensitäten und Innovationsraten erkennen, vgl. SCHRÖDER (1997), S. 307. Ebenso SVDW (1994), S. 38 ff., SVDW (1997), S. 8 ff. D.h. die Höhe des Mitteleinsatzes ist nicht erfolgsentscheidend. GIERL und KOTZBAUER kommen nach einer theoretischen und empirischen Analyse zu dem unbefriedigenden Schluß, daß extrem geringer wie auch extrem hoher F&E-Aufwand zu Umsatz- und Gewinnverlusten des Unternehmens führt, vgl. GIERL und KOTZBAUER (1992), S. 987.

<sup>2</sup> SCHRÖDER versteht unter Synergien die kostenlose Inanspruchnahme vorhandener Potentiale. Vgl. SCHRÖDER (1998), S. 153.

<sup>3</sup> Vgl. hierzu die Prinzipien des simultaneous engineering, ausführlich bei WILDEMANN (1993a), S. 27 ff.: Vorverlagerung von Erkenntnisprozessen, Erhöhung der deterministischen Prozeßanteile, d.h. Erhöhung der Planbarkeit der Prozesse, Parallelisieren, Integrieren und Beschleunigen von Aktivitäten. Ebenso die dort angegebene Literatur. WILDEMANN (1994a), WILDEMANN (1994b) sowie die Leitfäden WILDEMANN (1993c) und WILDEMANN (1997c).



Projekten und Themen je Projekt. Das Ziel dabei ist die optimale Ausschöpfung knapper Ressourcen, eine Verteilung des Risikos sowie eine Minimierung der Flopquote<sup>1</sup>. Zwar ist das Ziel allgemein klar definiert, unklar jedoch ist der Weg. Welche Projekte werden auf welche Weise ausgewählt? Welche organisatorischen Voraussetzungen unterstützen die Selektion, welche Abläufe sind geeignet, nach welchen Kriterien und mit welchen Methoden werden Projekte selektiert? Das Entscheidungs- und Steuerproblem resultiert aus Randbedingungen und Restriktionen sowie der Informationsunsicherheit. Die Komplexität der Bewertung und Auswahl der „richtigen“ F&E-Projekte wird durch die mehrdimensionale Zielsetzung, die Vielfalt an möglichen Portfoliozusammenstellungen in Abhängigkeit der gewählten Strategie sowie von der Tatsache bestimmt, daß zum Zeitpunkt der Entscheidung nur unsichere oder unvollständige Informationen zur Verfügung stehen<sup>2</sup>. Somit erweist sich die Portfoliozusammenstellung als komplexes Entscheidungsproblem unter Unsicherheit<sup>3</sup>. Erschwert wird das Problem durch den bereichsübergreifenden Charakter von Innovationsprozessen und die damit verbundene Heterogenität der Beteiligten, wodurch typische Schnittstellenprobleme<sup>4</sup> überwunden werden müssen. Neben der Verfügbarkeit von Ideen und von für deren Realisierung vorhandenen Ressourcen sind dies weitere Randbedingungen im Selektionsprozeß. Eine Objektivierung der

---

<sup>1</sup> Hier: Anteil der Mißerfolge an der Gesamtzahl gestarteter Projekte. Anders HOFFMANN, der unter dem Begriff Flop die „eleganteste Bezeichnung für das am Markt Vorbeiproduzieren“ versteht und die Floprate als das Verhältnis aus Mißerfolgen zur Anzahl am Markt eingeführter Produkte definiert, vgl. HOFFMANN (1979), S. 40 f. Vgl. dazu auch BOOZ, ALLEN & HAMILTON (1982), S. 3, 7 und 14, BÜRGEL ET AL. (1996a), S. 3. EICHHORN definiert einen Flop als Fehlschlag bei der Entwicklung bzw. Einführung neuer Produkte, wobei ein neues Produkt sowohl markt- als auch betriebsneu sein kann, und legt als Maßstab für den Mißerfolg die Ziele und Erwartungen der Unternehmen fest, vgl. EICHHORN (1996), S. 12. Es existieren eine Reihe von Untersuchungen, die das technische und wirtschaftliche Risiko von F&E-Projekten quantifizieren und in Flopraten auszudrücken versuchen. Die Ergebnisse von 32 Studien weisen jedoch nicht zuletzt wegen des methodischen Problems der Definition der Floprate Schwankungen zwischen 25 und 95% auf; vgl. CRAWFORD (1979), S. 11 f., ebenso EICHHORN (1996), S. 6 f. und STEVENS und BURLEY (1997), S. 22 f. Das technische Risiko ist dabei tendenziell niedriger als das wirtschaftliche Risiko. Da letztendlich aber der Markt über den Erfolg entscheidet, muß eine Flopquote beide Aspekte berücksichtigen. Vgl. auch die Zusammenfassung der empirischen Studien zur Flopermittlung bei EICHHORN (1996), S. 6 f. sowie STEVENS und BURLEY (1997), S. 21.

<sup>2</sup> Bereits hier sei darauf hingewiesen, daß die Projektselektion keine zeitpunktbezogene Einzelentscheidung darstellt, sondern vielmehr ein zeitkontinuierlicher Prozeß ist. Trotz der stetigen Informationskonkretisierung im Laufe der Projektdefinition und Projektselektion ist ein beliebiger Entscheidungszeitpunkt durch einen Grad an Unvollständigkeit und Unsicherheit gekennzeichnet.

<sup>3</sup> Vgl. zum Begriff der Unsicherheit im Rahmen von F&E-Aktivitäten z.B. SCHRÖDER (1993), S. 252, BROCKHOFF (1969), S. 12 und RÖSMANN (1977). BÜRGEL ET AL. differenzieren Unsicherheit 1. Ordnung (für den Eintritt bestimmter Ereignisse lassen sich keine Wahrscheinlichkeiten angeben) und Unsicherheit 2. Ordnung (die Ereignisse selbst sind unbekannt). Davon abzugrenzen ist der Begriff des Risikos, welches eine bekannte Wahrscheinlichkeit für das Eintreten eines Ereignisses voraussetzt. Beides gilt für technische und wirtschaftliche Aspekte. Vgl. BÜRGEL ET AL. (1996a), S. 2. Zur Modellierung unsicherer Daten vgl. BANDEMER (1992).

<sup>4</sup> Vgl. zur Schnittstellenproblematik auch die Untersuchungen von BROCKHOFF (1989) sowie die Arbeiten von GAISER (1993), WOLFRUM (1994), EURINGER (1995), SEIDEL (1996) sowie die Literaturrecherche von GRIFFIN und HAUSER (1996) zur Schnittstelle F&E-Marketing.

Entscheidung ist notwendig, sonst kann sich der beste Redner oder der stärkste Promotor<sup>1</sup> anstelle einer gesamtheitlichen Strategie durchsetzen.

Unternehmensstrategien, die nicht ausreichend operationalisiert sind, werden bei Selektionsentscheidungen vielfach vernachlässigt, Projekte werden unabhängig von der gewählten Unternehmensstrategie selektiert. Es fehlt an der Durchgängigkeit bei der Zusammenstellung des F&E-Portfolios aus der F&E-Strategie sowie dem Ableiten der F&E-Strategie aus der Unternehmensstrategie<sup>2</sup>. Zumeist werden Projekte nur unzureichend in die Technologie- und Produkt- oder Marktstrategie integriert<sup>3</sup>. Eine Durchgängigkeit wird zwar in der Literatur gefordert<sup>4</sup>, ist aber in der Praxis noch nicht umgesetzt. Die Folgen sind eindeutig: Unklare oder widersprüchliche Aufgabenstellungen verhindern eine schnelle Realisierung. Es fehlt an der Operationalisierung sowie an dafür geeigneten Instrumenten. Zu klären ist der Zusammenhang zwischen dem Projektplanungs- und Selektionsprozeß und dem Prozeß der Strategieentwicklung im Unternehmen.

Die Problemstellung läßt sich zusammenfassend durch mehrere Lücken beschreiben. Zunächst besteht eine Realisierungslücke, wie die Studien der Marktwirksamkeit der F&E-Leistung bestätigen: durch ein geeignetes Portfoliomanagement kann ein großes Potential erschlossen werden. Neben dieser Möglichkeit besteht eine Notwendigkeit für die Unternehmen, Projekte zu selektieren, um die Kapazitätslücke zu schließen. Bei einer fehlenden Systematik zur Zusammenstellung des F&E-Portfolios bildet dieses die Unternehmensstrategie nur zufällig oder unzureichend ab, und es besteht eine strategische Lücke. Eine Prozeßlücke liegt vor, wenn durch mangelndes Prozeßverständnis in den frühen Phasen des Innovationsprozesses die Selektion organisatorisch zu wenig verankert ist. Eine Organisationslücke, da weder die Strukturierung des Problems ausreichend vollzogen ist noch die Prinzipien der Ressourcensteuerung geeignet sind, höchstmögliche Effektivität zu erreichen. Zuletzt kann eine Methodenlücke identifiziert werden, da herkömmliche Methoden den Anforderungen nicht gerecht werden.

Aus den Problemkomponenten leitet sich der Gegenstand der vorliegenden Arbeit ab. Ihr Ziel ist es, einen Beitrag zur Steigerung der Effektivität der Entwicklungsleistung durch die Konzeption eines Portfoliomanagements zu leisten. Neben der Identifikation von Gestaltungshebeln und deren theoretischer Systematisierung sollen die Ansätze auf ihre empirische Fundierung

---

<sup>1</sup> Erfahrungsgemäß hat hier das Marketing und der Vertrieb die besseren Voraussetzungen. Wenn dann noch eine Umsatzbeteiligung der Vertriebsmitarbeiter dazukommt, besteht die Gefahr der kurzfristigen Optimierung. Technologiebereitstellung ohne vordergründig direkten Anwendungsbezug, und langfristige Zukunftsprojekte kommen zu kurz.

<sup>2</sup> Vgl. BULLINGER ET AL. (1995). Vgl: WHEELWRIGHT und CLARK (1992b), S. 32, die in vielen Unternehmen konzeptionelle Schwächen hinsichtlich der Einbindung der Projektdefinition in die Unternehmensstrategie identifizieren.

<sup>3</sup> Vgl. WHEELWRIGHT und CLARK (1992b), S. 33.

<sup>4</sup> Vgl. z.B. BULLINGER ET AL. (1995), S. ff.

untersucht und hinsichtlich ihres Beitrags zur Lösung praxisrelevanter Problemstellungen bewertet werden. Dazu ist es erforderlich, bestehende Defizite in der Selektionssystematik von Unternehmen zu erfassen und die Lösungsansätze hinsichtlich ihres Verbesserungsbeitrags zu bewerten. Angesichts der praxisrelevanten Problemstellung ist eine empirische Forschungskonzeption sinnvoll, auf deren Basis verallgemeinerbare Handlungsempfehlungen erarbeitet werden sollen. Problematisch erweist sich der Anspruch auf generelle Aussagen zur Selektion einzelner Projekte. Vielmehr gilt es, ein strukturiertes Vorgehen zu konzipieren, welches es den Unternehmen ermöglicht, den Methodenbaukasten zu beherrschen und somit auf die spezifische Unternehmenssituation die richtige Antwort zu finden. Hierfür sollen Strategien, Prinzipien, ein Prozeß und Methoden bereitgestellt werden. Eine Lösung des Problems muß zwischen Systematik und Pragmatismus gesucht werden, bei der strategisch geleitetes systematisches Vorgehen unternehmerischem Handeln in keinster Weise entgegenstehen darf. Dies setzt zunächst eine Systematisierung möglicher Lösungsansätze zu der vorliegenden Problematik voraus.

## **1.2 Behandlung der Problemstellung und Forschungsansätze in der Literatur**

Die Problemstellung gehört zu den zentralen Themen des Forschungs- und Entwicklungsmanagements, Technologie- sowie des Innovationsmanagements<sup>1</sup>. Mit ihr befassen sich eine Reihe von Autoren mit unterschiedlicher Schwerpunktsetzung, Lösungsansätze liegen jedoch nur partiell vor. Es ist sinnvoll, vorhandene Ansätze der Felder

- strategische Unternehmensplanung,
- strategisches Technologiemanagement,
- Erfolgsfaktorenforschung,
- Innovations- und F&E-Management,
- Projektmanagement und Controlling,
- Investitionsplanung und Budgetierung sowie
- Entscheidungstheorie

den Problemkomponenten zuzuordnen.

In der Literatur zur Unternehmensplanung sind zahlreiche Ansätze und Modelle zu finden, die das Risiko unternehmerischer Entscheidung zu minimieren versuchen<sup>2</sup>. Die strukturierte Erfassung der Ausgangssituation, rationale Analyse möglicher Optionen und der Einsatz qualitativer und quantitativer Entscheidungsmodelle unterstützten ein Vorgehen anhand einer

---

<sup>1</sup> Zur Abgrenzung der Disziplinen vgl. HAUSCHILDT (1997), S. 27 ff., BÜRGELE ET AL. (1996a), S. 14 f., zum Begriff des Managements vgl. z.B. STAEBLE (1991a), S. 65 ff.

<sup>2</sup> Vgl. z.B. KREIKEBAUM (1989), MARR und PICOT (1991), S. 658-673.

festgelegten Strategie<sup>1</sup>. Die einzelnen Schritte und Methoden einer klassischen strategischen Handlungskette<sup>2</sup>, die Analyse der Ausgangssituation<sup>3</sup>, das Festlegen eines Ziels, die Definition des optimalen Wegs zum Ziel, die Implementierung der Strategie und das Controlling der Übereinstimmung von Ziel und Zielerreichung können jedoch nur bedingt auf Innovationsprozesse übertragen werden. Die Schritte sind zwar grundsätzlich auf die Planung von Innovationsaktivitäten applizierbar und können eine Entscheidungsfindung vorbereiten, doch bereits die Definition von Zielen erfordert im Forschungs- und Entwicklungsbereich ein spezifisches Vorgehen und spezielle Werkzeuge<sup>4</sup>. Allerdings lassen sich Lebenszykluskonzepte und Portfoliomodelle, wie sie aus der Geschäftsplanung bekannt sind, auf die F&E-Projektplanung übertragen, eine integrale Verknüpfung des Gesamtprozesses der strategischen Planung bis hin zur Ressourcenallokation in F&E wird zwar gefordert<sup>5</sup>, ist aber noch nicht geleistet<sup>6</sup>.

Die Kundenorientierung als Prinzip der Unternehmensführung hat neben der normativen Komponente im unternehmerischen Handeln die Entwicklung einer Vielzahl von Werkzeugen verursacht, welche die Unternehmensplanung unterstützen. Ein sehr mächtiges, aber auch in der Anwendung schwieriges Instrument ist das House of Quality der Methode Quality Function Deployment (QFD). Zahlreiche Veröffentlichungen zu QFD<sup>7</sup> widmen sich dem Produktplanungsprozeß, klammern aber den Selektionsprozeß aus und vernachlässigen die strategische Komponente der Produktplanung. Abgesehen von wenigen Veröffentlichungen<sup>8</sup> wurde aus diesem Betrachtungswinkel die QFD-Methode nicht weiter diskutiert. Eine Übertragung der

<sup>1</sup> Vgl. z.B. die Strategietypen nach ANSOFF und STEWART für Anwendungstechnologien: Marktführerschaft (first to market), Anpassung an den Marktführer (follow the leader), Anwendungstechnik (application engineering) und Billighersteller (me too). Vgl. ANSOFF und STEWART (1967), S. 71 ff.

<sup>2</sup> Vgl. ANSOFF ET AL. (1976), S. 1, GÄLWEILER (1981), S. 84.

<sup>3</sup> Zur Analyse der Ausgangssituation gehören Marktforschung, Konkurrenzanalyse sowie eine Analyse der eigenen Stärken und Schwächen. Vgl. z.B. HINTERHUBER (1992), Abschnitt 5.1.

<sup>4</sup> Vgl. RÖB (1994), S. 7.

<sup>5</sup> Vgl. BROCKHOFF ET AL. (1988b), S. 197.

<sup>6</sup> GAISER sieht in den für die F&E-Planung konzipierten strategischen Planungsmethoden Instrumente zur Unterstützung der „Meinungsbildung in strategischen Fragen“. Er nennt hierbei die F&E-Portfoliotechnik, Lebenszykluskonzepte, das S-Kurvenkonzept, Lückenanalysen, die strategische Suchfeldanalyse, die strategische Patentanalyse, Risikoprofile und das Erfahrungskurvenkonzept. Vgl. GAISER (1993), S. 50 f.

<sup>7</sup> Vgl. SULLIVAN (1986), S. 39-50, SULLIVAN (1988), S. B3/1-B3/41, SULLIVAN (1991), S. 681-686, HAUSER und CLAUSING (1988a), S. 63-73, HAUSER und CLAUSING (1988b), S. 57-70, CLAUSING (1988), S. 63-76, EUREKA und RYAN (1988), S. 77-87, SCOLLARD (1988), S. 89-96, KING (1989), BLÄSING (1989), AKAO (1990), AKAO (1992), AMERICAN SUPPLIER INSTITUTE (1993), DIERKERS (1990), S. 375-390, HOLINSTAT (1991), S. 181-198, HJORT ET AL. (1992), S. 17-29, SCHULER (1992), S. 715-719, SCHULER (1993a), S. 31-35, SCHULER (1993b), S. 87-91, SPECHT und SCHMELZER (1992), S. 531-547, HAUSER (1993), S. 61-70, WILDEMANN (1993a), S. 95 ff., TITTEL und ZOSCHKE (1993), S. 605, GRAESSEL und ZEIDLER (1993), S. 59-63, CURTIUS und ERTÜRK (1994), S. 394-402, EVERSHEIM ET AL. (1994), S. 66-70, HUNTER und VAN LUNDINGHAM (1994), S. 55-59.

<sup>8</sup> Vgl. den Ansatz zur strategischen Forschungsplanung bei CHEN und BULLINGTON (1993), S. 49-52 sowie die Anwendung des QFD zur Unterstützung des Benchmarking bei SWANSON (1993), S. 81-84.

Methode auf den entscheidenden Prozeß der Portfolioplanung ist bisher nicht erfolgt.

Das Technologiemanagement befaßt sich als ein Teil des strategischen Managements, der die Aufrechterhaltung der technologischen Wettbewerbsfähigkeit zum Ziel hat<sup>1</sup>, mit der Technologieprognose und -bewertung<sup>2</sup>, sowie der Technologiefolgenabschätzung<sup>3</sup>. Es werden jedoch nicht wie im Innovationsmanagement einzelne Innovationsprojekte betrachtet; im Vordergrund steht das Technologiepotential des Unternehmens. Zumeist beziehen sich die Ansätze des Technologiemanagements weniger auf Anwendungstechnologien oder Produkttechnologien als vielmehr auf Prozeßtechnologien und konzentrieren sich im Schwerpunkt auf die Fertigung<sup>4</sup>. In diesem Zusammenhang werden Instrumente wie Stärken-Schwächen-Analysen<sup>5</sup>, Scoringverfahren<sup>6</sup>, die Erfahrungskurve<sup>7</sup>, das Technologieportfolio<sup>8</sup>, der Technologiekalender<sup>9</sup>, der Technologielebenszyklus und die S-Kurve<sup>10</sup>, aber auch der Produktlebenszyklus<sup>11</sup> sowie Roadmaps<sup>12</sup> vorgeschlagen. Eine Integration der Instrumente in die Bewertung und Selektion einzelner F&E-Projekte ist nur ansatzweise erfolgt. MEMPEL beispielsweise generiert aus der Überprüfung des Beitrags zur Geschäfts-, Markt- und Technologiestrategie, die mit obigen Instrumenten dokumentiert werden, Kriterien für die Projektbewertung<sup>13</sup>. Das Technologieportfolio gibt Normaussagen für die Durchführung von F&E-Projekten, die bestimmte Technologien nutzen oder fördern<sup>14</sup>.

Die Diskussion der Kernkompetenzen eines Unternehmens hat einen weiteren Beitrag zur Strategielehre geleistet<sup>15</sup>. Neben der Marktorientierung erhält die Ressourcenorientierung einen gleichwertigen Stellenwert. Kernkompetenzen sind herausragende technologische, organisatorische und methodische Fähigkeiten, die vom Kunden wahrgenommen und honoriert werden, sowie vom Wettbewerber nicht oder nur mit erheblichem zeitlichen

<sup>1</sup> Vgl. BROCKHOFF (1992), S. 112 und HAUSCHILDT (1993a), S. 26.

<sup>2</sup> Die Technologiebewertung als Mittel zur Effektivitätssteigerung beschreibt REMINGER (1993).

<sup>3</sup> Zur Abgrenzung des Risk-Managements vgl. FRANKE (1993), S. 54 ff. sowie 160 ff.

<sup>4</sup> Vgl. z.B. EWALD (1989), SCHLAWECK (1991), S. 16 f. sowie S. 32.

<sup>5</sup> Vgl. z.B. KREIKEBAUM (1997), S. 139 f. SCHLAWECK (1991), S. 117 ff.

<sup>6</sup> Vgl. z.B. BÜRGELE ET AL. (1996b), SCHLAWECK (1991), S. 169.

<sup>7</sup> Vgl. z.B. KREIKEBAUM (1997), S. 98-109, BULLINGER (1994), S. 118.

<sup>8</sup> Vgl. z.B. PFEIFFER ET AL. (1982), WILDEMANN (1987), S. 53 ff., PFEIFFER ET AL. (1986), HAHN (1992), PFEIFFER und DÖGL (1997), S. 405 ff., SCHLAWECK (1991), S. 16 ff.

<sup>9</sup> Vgl. z.B. WILDEMANN (1987), S. 59 ff., SCHLAWECK (1991), S. 271 ff.

<sup>10</sup> Vgl. SAAD ET AL. (1991), S. 66 f., vgl. auch KRUBASIK (1982), SERVATIUS (1985), S. 133 ff., PERRILLIEUX (1987), S. 35 ff., BROCKHOFF (1992), S. 173 ff., BURGHARDT (1988), S. 29 f., BULLINGER (1994), S. 124 ff., SCHLAWECK (1991), S. 142.

<sup>11</sup> Vgl. z.B. SCHLAWECK (1991), S. 78. Zum frühzeitigen Markteintritt durch rechtzeitige Technologieentwicklung vgl. auch PISANO und WHEELWRIGHT (1995), S. 93 ff.

<sup>12</sup> Vgl. z.B. SCHLAWECK (1991), S. 100 f., BARKER und SMITH (1995), S. 21 ff.

<sup>13</sup> Vgl. MEMPEL (1989), S. 184 ff.

<sup>14</sup> Vgl. die Übersicht der Technologieportfoliokonzepte bei SCHMELZER (1992), S. 79.

<sup>15</sup> Vgl. PRAHALAD und HAMEL (1990), S. 79-91 bzw. deutsch PRAHALAD und HAMEL (1991), S. 66-78. Ferner HAMEL und PRAHALAD (1991), S. 81-92, STALK ET AL. (1992), S. 57-69.

und kostenmäßigen Aufwand imitiert werden können<sup>1</sup>. Dahinter steht die Überzeugung, daß die Orientierung an Märkten und Kundenbedürfnissen allein noch keine langfristig erfolgreiche Strategie garantiert, weil sich Kundenbedürfnisse rasch ändern können und die einseitig marktorientierte Ausrichtung zur Überbetonung kurzfristiger Projekte mit geringem Innovationsgrad führen kann<sup>2</sup>. Die Erweiterung der Strategielehre durch die Ressourcenorientierung stellt bezüglich Selektionsentscheidungen eine Verallgemeinerung der Überlegungen im Rahmen des Technologieportfolios dar. Der Unterschied zwischen dem Technologieportfolio und dem Portfolio der Kernkompetenzen besteht in der umfassenderen Bedeutung von Kernkompetenzen. Kernkompetenzen resultieren nicht nur daraus, daß Produkt- und Verfahrenstechnologien in einer Vielzahl von Produkten und Märkten anwendbar sind. Sie müssen darüber hinaus durch Konkurrenten schwer imitierbar sein<sup>3</sup>. Diese Nichtimitierbarkeit wird durch die spezifische Kombination von Technologiebeherrschung mit organisatorischen Lernprozessen erreicht<sup>4</sup>. Dadurch erhält das Portfolio der Kernkompetenzen qualitativ einen anderen Charakter als das Technologieportfolio und gewinnt bei Selektionsentscheidungen an Bedeutung. Offen ist jedoch die methodische Einbindung der Kernkompetenzbetrachtung in das F&E-Management. Hierfür gibt es partielle Ansätze<sup>5</sup>. BULLINGER ET AL. beispielsweise schlagen vor, bei der Projektselektion ein Portfolio mit den Achsen Marktrelevanz und Kernkompetenzrelevanz (Einfluß auf die Kernkompetenzen) einzusetzen<sup>6</sup>. Hierbei wird davon ausgegangen, daß nur die Projekte ausgewählt werden können, die den Kernkompetenzen des Unternehmens entsprechen<sup>7</sup>. Diese Annahme ist kritisch zu hinterfragen, da auch Projekte, die außerhalb der Kernkompetenzen angesiedelt sind, äußerst erfolgreich sein können. Die Gefahr bei diesem Ansatz ist, die Selektionsentscheidung mit einer Eigen- oder Fremdentwicklungsentscheidung zu frühzeitig zu verknüpfen. Zunächst sollte eine Entscheidung über die Durchführung des Projektes unabhängig von der Ressourcenzuordnung gefällt werden.

Die Erfolgsfaktorenforschung leistet zur Problemstellung einen wesentlichen Beitrag, weshalb diesem Gebiet ein eigenes Kapitel gewidmet ist. Die Attraktivität der empirischen Erfolgsfaktorenforschung liegt in ihrer konzeptionellen Einfachheit: Durch die Untersuchung abgeschlossener Innovationsprojekte sollen Merkmale identifiziert werden, die für Erfolg oder Mißerfolg ausschlaggebend sind, wobei man davon ausgeht, daß die für die Vergangenheit ermittelten Zusammenhänge auch in Zukunft gelten. Insbesonde-

<sup>1</sup> Vgl. z.B. BULLINGER ET AL. (1995), S. 188-193.

<sup>2</sup> Vgl. OSTERLOH (1994), S. 47.

<sup>3</sup> Vgl. HAMEL und PRAHALAD (1991), S. 66 ff.

<sup>4</sup> Vgl. OSTERLOH (1994), S. 50.

<sup>5</sup> Vgl. z.B. BULLINGER ET AL. (1995), S. 187-211.

<sup>6</sup> Vgl. BULLINGER ET AL. (1995), S. 204 ff. Die Bewertung erfolgt nach einem definierten Bewertungsschema, aus der Positionierung im Portfolio werden Normstrategien abgeleitet.

<sup>7</sup> Vgl. BULLINGER ET AL. (1995), S. 204.

re die Arbeiten von COOPER und KLEINSCHMIDT sowie KOTZBAUER im deutschen Sprachraum<sup>1</sup> liefern Aussagen zur Strategiewahl und Kriterien- definition für den Selektionsprozeß. Allerdings kann die Erfolgsfaktorenfor- schung nur Anhaltspunkte geben, da die Extrapolation von in der Vergan- genheit zu zukünftig erfolgreichen Innovationen aufgrund der Komplexität der Ursachen-Wirkungszusammenhänge nur eingeschränkt möglich ist<sup>2</sup>. Tabelle 1 gibt einen Überblick über Studien zur Identifikation von Erfolg und Mißerfolg diskriminierenden Merkmalen. Eine Auswertung der Studien in Kapitel 2.3.2 liefert wertvolle Erkenntnisse über die Bedeutung der Se- lektion in den frühen Phasen des Innovationsprozesses und gibt Hinweise auf Prinzipien und entscheidungsrelevante Kriterien der Selektion.

Studie	Untersuchungs- gegenstand	Branche	Ort und Zeitraum
SAPPHO, Phase I <sup>3</sup>	29 Paare von Innovatio- nen (58 Projekte in 29 Unternehmen)	Chemie, Wissenschaftliche Geräte, Investitionsgüter	Westeuropa 1950-1970
SAPPHO, Phase II <sup>4</sup>	43 Paare von Innovatio- nen	Chemie, Wissenschaftliche Geräte	Europa und USA 1950-1970
SAPPHO in Ungarn <sup>5</sup>	kleinere Untersuchung	Elektronikindustrie	Ungarn vor 1976
NewProd I, (Phase I) <sup>6</sup>	195 Produktinnovationen (102 Erfolge, 93 Mißer- folge) in 103 Unterneh- men	Chemie, Elektronik, Tele- kommunikation, Wissen- schaftliche Geräte, Ausrü- stungsgegenstände, Materia- lien (Investitionsgüter)	Kanada vor 1979
COOPER Neu- produkt- strategien <sup>7</sup>	Gesamtprogramm- strategien im Rahmen der Innovationspolitik	122 Firmen kanadischer Investitionsgüterhersteller	Kanada 1981

- Fortsetzung nächste Seite -

<sup>1</sup> Siehe dazu auch die Synopse bei KÖHLER (1993), S. 256 ff. sowie die systematische Aufbereitung der empirischen Erfolgsfaktorenforschung bei SCHRÖDER (1997), 305 ff. Insbesondere S. 343 und EICHHORN (1996), S. 23 ff. Vgl. auch die Reviews der Erfolgsfaktorenforschung bei COOPER (1993), S. 50-57, STAUDT und KRIEGESMANN (1994), S. 131-150 sowie KLEINSCHMIDT ET AL. (1996), S. 1-9. SABISCH erwähnt darüber hinaus weitere Studien von POTH (1986) und PLINKE (1990), Vgl. SABISCH (1991), S. 202.

<sup>2</sup> STAUDT spricht in diesem Zusammenhang von einem Extrapolationskurzschluß, vgl. STAUDT (1985), S. 76.

<sup>3</sup> Vgl. SCIENCE POLICY RESEARCH UNIT, UNIVERSITY OF SUSSEX (1974).

<sup>4</sup> Vgl. ROTHWELL ET AL. (1974).

<sup>5</sup> Vgl. SZAKARITS (1976).

<sup>6</sup> COOPER (1979a), COOPER (1979b), COOPER (1980), CALANTONE und COOPER (1981), COOPER (1985a).

<sup>7</sup> Vgl. COOPER (1983b), COOPER (1984a), COOPER (1984b), COOPER (1984c), COOPER (1985b), COOPER (1986), vgl. auch COOPER (1993), S. 295 ff.



Studie	Untersuchungsgegenstand	Branche	Ort und Zeitraum
NewProd III, (Phase II) <sup>1</sup>	203 Innovationen (123 Erfolge, 80 Mißerfolge) in 125 Unternehmen	vgl. NewProd Phase I	Kanada vor 1985
New Products Management for the 80 <sup>2</sup>	Neuproduktinnovationen in 700 US-Firmen	Industriegüter (60%), Konsumgüter (40%)	USA und Europa 1968-1982
NYSTRÖM und EDVARDSON <sup>3</sup>	121 Produktinnovationsprojekte	Lebensmittelindustrie	Schweden 1969 - 1978
PIMS <sup>4</sup>	2900 Geschäftseinheiten (Stand 8/1986)	Konsumgüter, Industriegüter, Handel & Dienstleistungen	vor allem Nordamerika und Europa (ab 1972)
PETERS und WATERMAN <sup>5</sup>	Exzellente Unternehmen aus einer Gesamtheit von 62 Unternehmen	Spitzentechn., Konsumgüter, Invest.- und Gebrauchsgüter, Dienstleistung, Projektmanagement und Prozeßindustrie	USA 1961-1980
SIP, Phase I <sup>6</sup>	59 Paare erfolgreiche und erfolglose Innovationen	Elektronik, Wissenschaftliche Geräte	USA vor 1982
SIP, Phase II <sup>7</sup>	118 Innovationen (77 Erfolge, 71 Mißerfolge) in 86 Unternehmen	Elektronik	USA vor 1983
COOPER und KLEINSCHMIDT NewProd in the Chemical Industry <sup>8</sup>	103 Innovationen (68 Erfolge, 35 Mißerfolge) in 21 Unternehmen	Chemie	USA, Kanada, Großbritannien, Deutschland vor 1989
LINK <sup>9</sup>	Erfolgs- und Mißerfolgskriterien für Produktinnovationen der letzten fünf Jahre	135 Großunternehmen (überwiegend Hersteller) der Investitionsgüterindustrie	Australien 1980-1985
LARSON und GOBELI <sup>10</sup>	Erfolg und Mißerfolg, abhängig von der Projektorganisation		vor 1988

- Fortsetzung nächste Seite -

<sup>1</sup> COOPER und KLEINSCHMIDT (1986), COOPER und KLEINSCHMIDT (1987a), COOPER und KLEINSCHMIDT (1987b), COOPER und KLEINSCHMIDT (1987c), COOPER und KLEINSCHMIDT (1988), KLEINSCHMIDT und COOPER (1988), COOPER und KLEINSCHMIDT (1990a), COOPER (1990b), COOPER und KLEINSCHMIDT (1991), KLEINSCHMIDT und COOPER (1991), COOPER und KLEINSCHMIDT (1993c), COOPER (1993), S. 57 ff.

<sup>2</sup> Vgl. BOOZ, ALLEN & HAMILTON (1982).

<sup>3</sup> Vgl. NYSTRÖM und EDVARDSON (1982).

<sup>4</sup> Vgl. SCHOEFLER ET AL. (1974).

<sup>5</sup> Vgl. PETERS und WATERMAN (1982).

<sup>6</sup> Vgl. MAIDIQUE und ZIRGER (1984).

<sup>7</sup> Vgl. ZIRGER und MAIDIQUE (1990).

<sup>8</sup> Vgl. COOPER und KLEINSCHMIDT (1993a), COOPER und KLEINSCHMIDT (1993b), COOPER und KLEINSCHMIDT (1993d), COOPER und KLEINSCHMIDT (1993e), COOPER und KLEINSCHMIDT (1994), COOPER und KLEINSCHMIDT (1995c) sowie KLEINSCHMIDT und COOPER (1995).

<sup>9</sup> Vgl. LINK (1987), S. 108-118, vgl. KÖHLER (1993), S. 276 ff.

<sup>10</sup> Vgl. LARSON und GOBELI (1988), S. 180-190, vgl. auch COOPER (1993), S. 56 f.



Studie	Untersuchungsgegenstand	Branche	Ort und Zeitraum
BÖCKER und KOTZBAUER <sup>11</sup>	66 erfolgreiche, 43 erfolglose Produktentwicklungen der letzten fünf Jahre	technische Investitionsgüter	Deutschland 1988-1989
KOTZBAUER <sup>12</sup>	120 Innovationen (74 Erfolge, 46 Mißerfolge) in 74 Unternehmen	diverse Wirtschaftszweige	Deutschland vor 1988
KÖHLER ET AL. <sup>13</sup>	Neuproduktpolitik in 153 industriellen Großunternehmen	verschiedene Konsum- und Investitionsgüterbranchen	Deutschland 1988
HP- Studies <sup>14</sup>	erfolglose Produktinnovationen	Hewlett Packard interne Studie	USA 1991
GlobalTech Project I <sup>15</sup>	129 Paare	Chemie, Elektroindustrie, Anlagen-, Maschinen- und Flugzeugbau	China 1990-1994
GlobalTech Project II <sup>16</sup>	788 Innovationen von 404 Unternehmen	diverse Branchen	Japan 1991-1994
Product Definition in High Technology Industries <sup>17</sup>	6 Paare	Elektronische Systeme, Großunternehmen	USA vor 1994
PISANO und WHEELWRIGHT <sup>18</sup>	Prozeßinnovationen	Chemische Industrie	vor 1995

*Tabelle 1: Studien zur Identifikation von Erfolgsfaktoren im Innovationsprozeß*

Einen weiteren Ansatz, aus dem Hinweise auf die Gestaltung des Selektionsprozesses resultieren, findet man bei RÖB<sup>1</sup>, der die Evolutionstheorie auf das Management angewandter Forschung überträgt und Forschungsstrategien ableitet. Er setzt in einer Analogiebildung zwischen Forschung und Biologie hierbei die Innovation der Mutation in der Evolution gleich<sup>2</sup>. Diese von RÖB zunächst für die angewandte Forschung entwickelten Ideen lassen sich im Sinn von Trendaussagen ebenso auf das Selektionsproblem in der Entwicklung übertragen.

<sup>11</sup> Vgl. BÖCKER und KOTZBAUER (1989), vgl. KÖHLER (1993), S. 278 ff.

<sup>12</sup> Vgl. KOTZBAUER (1992), S. 97 ff.

<sup>13</sup> Vgl. KÖHLER ET AL. (1990), vgl. auch KÖHLER ET AL. (1988), KÖHLER (1993), S. 280 ff.

<sup>14</sup> Vgl. COOPER (1993), S. 55.

<sup>15</sup> Vgl. PARRY und SONG (1994) sowie SONG und PARRY (1994).

<sup>16</sup> Vgl. SONG und PARRY (1996).

<sup>17</sup> Vgl. BACON ET AL. (1994), S. 32-56.

<sup>18</sup> Vgl. PISANO und WHEELWRIGHT (1995), S. 93 ff.

<sup>1</sup> Vgl. RÖB (1994).

<sup>2</sup> Vgl. RÖB (1994), S. 57.

Im Innovations- und F&E-Management liegen eine Reihe von Ansätzen vor, welche die eingangs aufgezeigten Lücken zu schließen versuchen. Beide Disziplinen befassen sich mit betrieblichen Querschnittsprozessen und Schnittstellenproblemen und wachsen durch die ganzheitliche Betrachtung und die schnittstellenübergreifende Prozeßsicht immer mehr zusammen<sup>1</sup>. Zwar erfaßt das Innovationsmanagement auch nichttechnische Bereiche, allerdings kommen die gleichen Instrumente zum Einsatz. Obwohl zunächst der F&E-Prozeß nur Teil des Innovationsprozesses ist<sup>2</sup>, wird kritisiert, daß bereits F&E-Prozesse vielfach isoliert von anderen Unternehmensprozessen und Funktionsbereichen ablaufen. Insbesondere die Schnittstellen zu den marktorientierten Funktionen wie Marketing und Vertrieb sind Gegenstand der Diskussion<sup>3</sup>. Die Schnittstellenprobleme in Innovationsprozessen werden in der Literatur allerdings weniger im Zusammenhang mit Portfolioentscheidungen als vielmehr bei der Produktdefinition wie bei Ausführungsentscheidungen im Entwicklungsprozeß behandelt. Ansätze zum Schnittstellenmanagement<sup>4</sup> liefert das simultaneous engineering<sup>5</sup>, die auf die Problemstellung übertragbar sind. Nach der Konzentration der wissenschaftlichen Diskussion auf Konzepte zur effizienten Abwicklung einzelner Projekte sind zwei Tendenzen im Innovationsmanagement zu erkennen. Zum einen wird der Multiprojektmanagementprozeß<sup>6</sup> in den Betrachtungsfokus gerückt, zum anderen erfolgt eine Schwerpunktbildung auf die frühen Phasen des Innovationsprozesses<sup>7</sup>. Zwar ist hierdurch eine Ausrichtung des Innovationsmanagements auf strategische Entscheidungen festzustellen<sup>8</sup>, es werden jedoch im Vergleich zu Abwicklungskonzepten wenig konkrete Gestaltungsempfehlungen gegeben, um Portfolioentscheidungen ausreichend operationalisieren zu können. Ein geschlossenes Konzept hierfür ist trotz vieler Lösungsansätze nicht ersichtlich. Eine explizite Betrachtung des Selektionsprozesses als integrale Komponente des Innovationsprozesses ist nur ansatzweise zu finden<sup>9</sup>. Das Selektionsproblem wird im Innovationsmanagement vor allem in zweierlei Hinsicht angesprochen. Zum einen werden Ideenmortalitätsuntersuchungen<sup>10</sup> angestellt, zum anderen wird die Bedeutung und Notwendigkeit

<sup>1</sup> Vgl. den historischen Überblick über Managementaspekte in F&E bei BÜRGELE ET AL. (1996a), S. 23 ff. Vgl. vor allem die drei Generationen von ROUSSEL ET AL. (1991), S. 23 ff. sowie COOPER (1994a), S. 3 ff.

<sup>2</sup> Zur Abgrenzung der Prozesse vgl. BROCKHOFF (1992), S. 30, ebenso BÜRGELE ET AL. (1996a), S. 14.

<sup>3</sup> Vgl. BROCKHOFF (1989), MANNS (1992), BROCKHOFF und PEARSON (1992), S. 318 ff.

<sup>4</sup> Vgl. BROCKHOFF (1989), WILDEMANN (1994a), WILDEMANN (1994b), EVERSHEIM ET AL. (1995).

<sup>5</sup> Vgl. z.B. PANTELE und LACEY (1989), PREMAUER (1989), EVERSHEIM (1989), EVERSHEIM, ET AL. (1989), WILDEMANN (1992b), EHRENSPIEL (1992), ENG (1994), EHRENSPIEL (1995), EVERSHEIM ET AL. (1995), KROTTMAIER (1995), LINCKE (1995), STOCKMAR (1995), BULLINGER und WARSCHAT (1995).

<sup>6</sup> Zum Begriff und Konzept des Multiprojektmanagements vgl. z.B. HAUSCHILDT (1993a) S. 65 ff., BURGHARDT (1988) S. 237 f.

<sup>7</sup> Vgl. z.B. COOPER (1988), S. 237 ff.

<sup>8</sup> Vgl. KHURANA und ROSENTHAL (1997), S. 103, ebenso KELLER (1996), S. 9.

<sup>9</sup> Vgl. z.B. DESCHAMPS und NAYAK (1995), S. 124 ff., WHEELWRIGHT und CLARK (1995), S. 65 ff. KHURANA und ROSENTHAL (1997), S. 103 ff.

<sup>10</sup> Vgl. BOOZ, ALLEN & HAMILTON (1982), S. 15, STEVENS und BURLEY (1997), S. 16 f.

der Selektion herausgestrichen. Im F&E-Management wird die Problemstellung bei der Programmplanung und Budgetierung behandelt<sup>1</sup>. F&E-Programmplanung und F&E-Budgetierung werden als Bestandteile eines gesamtbetrieblichen Planungs-, Steuerungs- und Kontrollsystems verstanden. Budgetierung beschäftigt sich mit monetären Größen, Programmplanung mit sachlich inhaltlichen Fragen. Im wesentlichen werden Kriterien, Erfolgsfaktoren und methodische Aspekte für die Zusammenstellung des F&E-Projektportfolios diskutiert. Einen Überblick über die eingesetzten Methoden findet man bei BROSE, THOMA, GAISER ET AL., BROCKHOFF, SCHMELZER, WILDEMANN, BÜRCEL ET AL. sowie BÖHM<sup>2</sup>. THOMA plädiert dafür, die Vorteile der ein- und mehrdimensionalen Verfahren miteinander zu verbinden und diese in Abhängigkeit vom jeweiligen Informationsstand anzuwenden. WILDEMANN fordert die Operationalisierung des Methodenbaukastens. Zwar gibt es Vorschläge für eine zeitliche Aneinanderreihung<sup>3</sup>, es fehlt jedoch an einer inhaltlichen Verknüpfung der Methoden. Den Anwendungsstand von Verfahren zur Bewertung von F&E-Projekten in der Unternehmenspraxis über verschiedene Zeiträume zeigt nachfolgende Tabelle. Offensichtlich hat sich in den letzten Jahrzehnten wenig hinsichtlich der Praxisrelevanz der Instrumente verändert. Immer wieder wird eine Lücke zwischen Theorie und Praxis der ex-ante-Beurteilung von F&E-Projekten identifiziert<sup>4</sup>. Neuere Untersuchungen zeigen einen Trend zur Standardisierung der Selektionsentscheidung, weisen jedoch ebenso auf Defizite im Methodeneinsatz hin und betonen die unzureichende Erfolgswirksamkeit der eingesetzten Systematik<sup>5</sup>. Die angebotenen Instrumente sind offenbar noch nicht praxisgerecht in einen Gesamtzusammenhang gebracht.

Neben Problemen der Auswahl und dem Einsatz der Methoden werden Defizite in der Selektionssystematik identifiziert. In der Studie von SCHUSTER werden als Entscheidungskriterien bei der Planung, Durchführung, Weiterführung oder dem Abbruch von F&E-Vorhaben vor allem Preisbildung, laufende Betriebskosten, Herstellkosten und Investitionen genannt<sup>6</sup>. Zwar fließen neben den genannten Kostengrößen auch nicht quantifizierbare Fak-

<sup>1</sup> Bei BROCKHOFF findet man eine anhand strategischer Ebenen hierarchisch strukturierte Zusammenstellung der bekannten Methoden und Verfahren. Vgl. BROCKHOFF (1992), S. 111 ff, zur Budgetierung vgl. BROCKHOFF (1987). Zur F&E-Programmplanung vgl. z.B. BÜRCEL ET AL. (1996a), S. 101-116, SAAD ET AL. (1991), S. 93 ff., LITTLE (1994), S. 108 f. und 115 ff.

<sup>2</sup> Vgl. die Zusammenstellungen bei BROSE (1982), S. 214 ff, THOMA (1989), S. 27-30 sowie S. 167, WILDEMANN (1993a), S. 180, SCHMELZER (1992), S. 68 sowie 116 ff. und GAISER ET AL. (1989), S. 45, BÜRCEL ET AL. (1996a), S. 104 ff., BROCKHOFF (1992), S. 253, BÖHM (1996), S. 46 ff. und S. 56 ff., insbesondere S. 58.

<sup>3</sup> Vgl. COMMES und LIENERT (1983), S. 352, zitiert nach THOMA (1989), S. 168.

<sup>4</sup> Vgl. THOMA (1989), S. 61, BÖHM (1996), S. 56 ff. Dahingegen sieht GAISER eine Vorreiterrolle der Praxis in bezug auf entwicklungszeitverkürzende, also effizienzorientierte Controllingansätze, vgl. GAISER (1993), S. 35.

<sup>5</sup> Vgl. WILDEMANN (1993a), S. 181 f. Die Studie identifizierte jedes vierte Projekt als unwirtschaftlich, vgl. S. 191.

<sup>6</sup> Vgl. SCHUSTER (1988), S. 83.

toren ein, doch konnten teilweise keine Angaben darüber gemacht werden, in welcher Form und mit welcher Gewichtung die Größen bei der Selektion Berücksichtigung finden. Es gibt in der Regel keinen systematischen Ansatz oder ein Vorgehensmodell zur Selektion. Die Berücksichtigung der Einflußfaktoren bleibt damit mehr oder weniger dem Zufall überlassen, da keine verbindlichen Beurteilungskriterien oder Verfahren vorgegeben sind. Inwieweit die Größen in die Entscheidungsprozesse einfließen, hängt somit von der Umsicht und dem Kenntnisstand der Verantwortlichen ab<sup>1</sup>. Dieser für die Praxis gültige Sachverhalt stößt in der Theorie auf kein schlüssiges Lösungskonzept.

Studie	Branche, Ort und Zeitraum	Untersuchungsbefund
ALLEN <sup>2</sup>	316 Unternehmen der britischen Industrie aller Branchen, aussagefähige Gesamtheit von 112 Unternehmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 14% verwenden keine quantitativen Verfahren,</li> <li>• 88% Schätzungen über Entwicklungskosten, wirtschaftliche Erfolgswahrscheinlichkeit und technische Durchführbarkeit,</li> <li>• 33% Checklisten, Projektindices oder mathematische Methoden,</li> <li>• 33% einheitliche Beurteilungsverfahren für alle Projekte, einige getrennte Verfahren für Forschungs- und Entwicklungsprojekte,</li> <li>• 40% keine formalisierten Verfahren,</li> <li>• 11% numerische Gewichtssysteme und Projektprofile für Projekt-Stärken und -Schwächen.</li> </ul> <p>Zusammenfassend stellt ALLEN eine begrenzte Anwendung, aber zunehmendes Interesse der Praxis an formalisierten Verfahren fest.</p>
NÄSLUND und SELLEDT <sup>3</sup>	69 Industrieunternehmen Schweden, 1971	nur 32 der Befragten wenden eines oder mehrere quantitative Verfahren zur Projektbeurteilung an. Eine höhere Verbreitung haben quantitative Methoden in den USA.
BECKER <sup>4</sup>	193 Industrieunternehmen USA, 1973/74	nur 33% verwenden formalisierte Beurteilungs- und Auswahlverfahren, wobei die tatsächliche Anwendungsrate noch niedriger vermutet wird <sup>5</sup> .
HIGGINS und WATTS <sup>6</sup>	50 Unternehmen unterschiedlicher Branchen in Großbritannien, 1985	Die Studie belegt eine geringe Anwendungsrate; die einfachsten Verfahren sind am beliebtesten. 44% nutzen einfache Checklisten und Projektprofile. Zwischen Verfahrensempfehlungen und der tatsächlichen Anwendung in der Praxis besteht eine große Lücke.

- Fortsetzung nächste Seite -

<sup>1</sup> Vgl. SCHUSTER (1988), S. 83 ff.

<sup>2</sup> Vgl. ALLEN (1970).

<sup>3</sup> Vgl. NÄSLUND und SELLEDT (1973), insbesondere S. 78.

<sup>4</sup> Vgl. BECKER (1980).

<sup>5</sup> Vgl. BECKER (1980), S. 34, der auch eine Folgestudie zitiert.

<sup>6</sup> Vgl. HIGGINS und WATTS (1985) und HIGGINS und WATTS (1986).

Studie	Branche, Ort und Zeitraum	Untersuchungsbefund
LIBERATORE und TITUS <sup>1</sup>	40 Führungskräfte in 29 Unternehmen der amerikanischen Industrie, 1986	Weit verbreitete Verwendung von finanzwirtschaftlich orientierten Größen. In 80% der Fälle wird mindestens ein quantitatives Verfahren eingesetzt. Einsatz von Checklisten und Scoringverfahren, nicht dagegen mathematische Programmierung oder Optimierung.
SCHUSTER <sup>2</sup>	3 Konzerne der Elektrotechnik in Deutschland, 1986	Keine systematische technisch-wirtschaftliche Beurteilung unter Kosten- und Leistungsaspekten und möglichen Entwicklungspotentialen, sondern eine „strukturlose Entscheidungsfindung“.
THOMA <sup>3</sup>	7 Unternehmen der deutschen Automobilindustrie, 1989	Fallweise Beurteilung großer Fahrzeugprojekte mittels betriebswirtschaftlich-quantitativer Größen, wenig formalisiert. Bei 5 Unternehmen in Form „verbaler Zusatzinformationen“, davon bei 3 durch Checklisten oder Projektprofil ergänzt. Ein Unternehmen erstellt eine Checkliste, eines ein „schriftliches Diskussionspapier“.
GAISER <sup>4</sup>	15 technologieintensive Unternehmen aus vier Branchen (Automobil, Informationstechnik, Pharmazie und Maschinenbau), Deutschland, 1988	7 Unternehmen verbinden die Portfoliotechnik mit einer Wirtschaftlichkeitsanalyse. Letztere bildet in der Automobilindustrie die Entscheidungsbasis aufgrund guter Prognostizierbarkeit von Kosten und Erlösen. Drei Unternehmen setzen keine standardisierten Methoden ein, nur ein Unternehmen verwendet eine Nutzwertanalyse, drei weitere nutzen Kriterienchecklisten. 12 sehen einen Handlungsbedarf bei der systematischen Unterstützung von Abbruchentscheidungen.
WILDEMANN <sup>5</sup>	12 Unternehmen des Arbeitskreises „Just-In-Time in F&E“ sowie 5 Fallstudien, Deutschland und Schweiz, 1991/92 <sup>6</sup>	Defizite liegen im Nichteinhalten von Effektivitätsprinzipien sowie mangelnden Einsatz geeigneter Methoden zur Realisierung der Prinzipien durch Programmbestimmung, Projektselektion, Risikobeurteilung, Zielgrößenableitung und Budgetierung.

*Tabelle 2: Untersuchungen über die Methodenanwendung bei der F&E-Projektbewertung und Auswahl*

WILDEMANN stellt in seinem Just-In-Time-Konzept für Forschung & Entwicklung Leitlinien zur Steigerung der Effektivität und der Effizienz von Forschung, Entwicklung und Konstruktion auf und definiert Bausteine zu deren Optimierung<sup>6</sup>. Hinter dem Begriff Just-In-Time in F&E verbirgt sich

<sup>1</sup> Vgl. LIBERATORE und TITUS (1986).

<sup>2</sup> Vgl. SCHUSTER (1988).

<sup>3</sup> Vgl. THOMA (1989).

<sup>4</sup> Vgl. GAISER ET AL (1989), GAISER (1993), S. 41 ff., insbesondere die Projektauswahlmethoden auf S. 45.

<sup>5</sup> Vgl. WILDEMANN (1993a), S. 178 ff., insbesondere S. 180.

<sup>6</sup> Vgl. WILDEMANN (1992b), S. 391 ff., WILDEMANN (1993a), S. 23, WILDEMANN (1993b), S. 1251 ff., WILDEMANN (1993c), WILDEMANN (1993d), WILDEMANN (1993e), WILDEMANN (1994a), WILDEMANN (1994b), WILDEMANN (1996a), S. 1-30.

das Ziel, das richtige Produkt in der richtigen Funktionalität zum richtigen Preis in das richtige Marktfenster zu plazieren. Die Projektselektion ist dabei ein Baustein zur Effektivitätssteigerung<sup>1</sup>. Offen bleibt die Gestaltung des Selektionsprozesses und die Verknüpfung der einzelnen nach simultaneous engineering gesteuerten Projekte zu einem in den Innovationsprozeß integrierten Multiprojektmanagement. Die Übertragung der für die Gestaltung von Innovationsprozessen wichtigen Prinzipien auf den gesamten Selektionsprozeß von der Strategiedefinition und Ideenfindung zum erfolgreichen Projektabschluß ist noch nicht erfolgt. Die Autoren nähern sich dem Selektionsprozeß meist durch die Diskussion geeigneter Methoden der Projektbewertung, deren Anwendung sie einen organisatorischen Rahmen geben wollen<sup>2</sup>. SCHMELZER schlägt ein Stufenkonzept mit mehreren Auswahlritten und Entscheidungspunkten vor und ordnet den einzelnen Stufen Instrumente zu<sup>3</sup>. Ausgehend von einer groben qualitativen Bewertung mittels Globalbewertung oder Checklisten erfolgt eine Verfeinerung durch Nutzwertanalysen und Projektportfolios. Erst in der zweiten Stufe empfiehlt er eine quantitative Feinbewertung mittels Nutzwertanalysen und Projektdeckungs- und Renditerechnung. Hierbei wird nicht nach unterschiedlichen Projekt- oder Aufgabentypen in der Entwicklung differenziert und keine Aussage zur Prozeßgestaltung getroffen. Offen bleibt auch die Behandlung der Vielzahl von kleinen Vorhaben, die keinen Projektcharakter besitzen aber Kapazitäten in der Entwicklung binden. Auch für diese Aufgaben muß ein Selektionsmechanismus greifen. THOMA entwickelt ein Instrumentarium zur Entscheidungshilfe für die ex-ante-Beurteilung von Eigen- und Fremdentwicklungsprojekten in der Automobilindustrie. Dazu ermittelt er Kriterien und Kennzahlen zur qualitativen und quantitativen Bewertung und gibt auch Gestaltungsempfehlungen für die Organisation des Verfahrens an. Bei der entwickelten multikriteriellen Beurteilung bei situativer Gewichtung trennt er in eine qualitative Vorauswahl und eine quantitative und qualitative Hauptbewertung<sup>4</sup>. Die gewonnene Information wird parallel dargestellt und vom Entscheidungsträger verarbeitet. Dieser Prozeß der Gesamtbeurteilung wird nicht methodisch unterstützt. Zwar werden Entscheidungsregeln angegeben, doch bleibt die Integration qualitativer und quantitativer Information offen.

In den vergangenen Jahrzehnten hat sich das Projektmanagement<sup>5</sup> als geeignetes Führungskonzept zur Bewältigung umfangreicher Entwicklungsaufgaben etabliert. Entscheidende Impulse hat das Projektmanagement durch die Philosophie des simultaneous engineering im Verbund mit geeigneten In-

---

<sup>1</sup> Vgl. WILDEMANN (1993a), S. 181 f.

<sup>2</sup> Vgl. z.B. BROSE (1982), THOMA (1989), SCHMELZER (1992).

<sup>3</sup> Vgl. SCHMELZER (1992), S. 120 f.

<sup>4</sup> Vgl. THOMA (1989), S. 62 f.

<sup>5</sup> Zur Entstehungsgeschichte von Projekten und Entwicklung des Projektmanagements vgl. z.B. VEITINGER (1997), S. 31 ff.

strumenten wie QFD, Benchmarking und FMEA erhalten<sup>1</sup>. Der Einsatz von simultaneous engineering zieht einen Wandel in der Unternehmenskultur nach sich und wirkt so weit über die Projektebene hinaus. Dennoch löst ein simultaneous-engineering-basiertes Projektmanagement nicht alle Probleme der Steuerung einer Entwicklungsorganisation. Der Planungshorizont ist auf das einzelne Projekt beschränkt. Für die übergreifende Planung des gesamten Bestandes an Projekten unter der Randbedingung beschränkter Ressourcen bietet sich keine Lösung. Zudem konzentriert sich das Projektmanagement auf Vorhaben größeren Umfangs und vernachlässigt die Vielzahl an kleineren Aktivitäten, die jedoch einen großen Anteil der Kapazitäten belegen. Zur Multiprojektsteuerung liegt kein geschlossenes Konzept vor. Es werden zumeist Ansätze zu Teilaspekten ausgearbeitet. Ein Lösungsweg hierfür wird von ADLER ET AL. beschrieben. Sie widmen sich der Frage, wie viele Projekte gleichzeitig eine Organisation abzuwickeln vermag, und lösen das Problem durch Interpretation des Entwicklungsprozesses als Produktionsproblem und Simulation der Aktivitäten im Fluß durch die benötigten Ressourcen. In einer Analogie zur Fertigungssteuerung entwickeln sie ein stochastisches Netzwerkmodell einer Multiprojektorganisation. Dieser Gedanke läßt sich aufgreifen, um die Anzahl gleichzeitig effizient abzuwickelnder Projekte zu ermitteln und in der Organisation zu begrenzen.

Im F&E-Controlling<sup>2</sup> wird ein strategisches, ein operatives F&E- oder Multiprojektcontrolling und das klassische Projekt-Controlling unterschieden<sup>3</sup>. Ähnlich wie im Projektmanagement beziehen sich die meisten Controllingansätze auf einzelne Projekte. Controlling wird als die Basis für ein effizientes Projektmanagement gesehen<sup>4</sup>. Traditionell konzentriert sich das Controlling auf Kostenaspekte, die in F&E um Zeit- und Qualitätsaspekte erweitert werden<sup>5</sup>. Während das Bewußtsein für Kosten- und Zeitcontrolling in F&E in Theorie und Praxis stark ausgeprägt<sup>6</sup> ist, sind auf dem Gebiet des Zielcontrollings<sup>7</sup> noch einige Defizite festzustellen. Ein umfassendes F&E-Controlling bezieht strategische Aspekte mit ein<sup>8</sup>. Allerdings fehlen hier noch die Operationalisierung und Meßgrößenbereitstellung für Flexibilität, Geschwindigkeit und Marktwirksamkeit<sup>9</sup>. GAISER sieht in einem F&E-Controllingsystem eine Unterstützung des Managementprozesses der Pro-

<sup>1</sup> Vgl. z.B. WILDEMANN (1993a), S. 118.

<sup>2</sup> Vgl. z.B. BÜRGELE und ZELLER (1997), S. 218 ff, GAISER und SERVATIUS (1990), GAISER ET AL. (1989), GAISER (1993), S. 15 ff., ebenso die Arbeiten von BÜRGELE (1983), BÜRGELE (1989) und BÜRGELE (1994), EILHAUER (1993).

<sup>3</sup> Eine chronologische Darstellung der Entwicklung und Bedeutung des Projektcontrollings findet sich bei FRANKE (1993), S. 41 ff. Vgl. zum Controlling und Reporting MICHEL (1989).

<sup>4</sup> Vgl. z.B. REINHARDT (1993), S. 4.

<sup>5</sup> Vgl. die Übersicht bei REINHARDT (1993), S. 11.

<sup>6</sup> Vgl. BROCKHOFF und URBAN (1988), S. 1 ff., SCHMELZER und BUTTERMILCH (1988), S. 43 ff.

<sup>7</sup> Vgl. JAENSCH (1992), S. 522, GAISER ET AL. (1989).

<sup>8</sup> Vgl. GAISER ET AL. (1989), GENTNER (1993), BÜRGELE ET AL. (1996a), S. 280 f., GAISER und SERVATIUS (1990), S. 129.

<sup>9</sup> Vgl. z.B. die Auswertung von WERNER und SOUDER (1997a) und (1997b) zum Thema F&E-Meßsysteme.



duktentwicklung<sup>1</sup>, angefangen bei der Einlastung der Neuproduktideen gemäß der F&E-Strategie<sup>2</sup>, bis hin zum Serienanlauf und definiert hierfür sechs Bausteine. Den ersten Baustein bezeichnet er als Konzeption und Betreuung der Projektauswahlverfahren. Hierbei fordert er ein objektives, erfolgsorientiertes und transparentes Verfahren zur Projektselektion, durch das Technologie- und Marktstrategien eingebunden werden und das in enger Zusammenarbeit zwischen F&E, Marketing und Produktion zum Einsatz kommt. Bei der Konzeption sind die Verfahrensorganisation im Sinn von Zuständigkeit, zeitlichen Abläufen und entscheidungsrelevanten Informationen sowie die Instrumente zur Projektbewertung und Auswahl zu definieren. Er nennt beispielhaft Kriterienchecklisten, Wirtschaftlichkeitsrechnungen und die Portfoliomethode. Bewertungen auf der Basis technisch-wirtschaftlicher Kriterien liefern dann Projektprofile, die die Basis für rationale Auswahl- und Abbruchentscheidungen sind. In einem zweiten Baustein verbindet GAISER Projektbudgetierung und Fachbereichsbudgetierung<sup>3</sup>. Erst hier werden Kapazitäten für neue Ideen berücksichtigt, die im aktuellen Projektportfolio noch nicht enthalten sind. Eine Verknüpfung von Projektselektion und Budgetierung der gesamten Kapazität erfolgt nur ansatzweise im Rahmen der Produktkonzeption<sup>4</sup>. Die Budgetierung basiert im wesentlichen auf einer bereits vorhandenen F&E-Strategie und auf definierten Entwicklungsprogrammen<sup>5</sup>. GAISER konzentriert sich im weiteren auf ein Effizienzcontrolling. SCHMELZER<sup>6</sup> definiert F&E-Controlling als Unterstützungssystem für das F&E-Management bei Planung und Kontrolle von Entwicklungsbereichen und Projekten. Er unterscheidet strategisches Entwicklungscontrolling, Entwicklungsbereichscontrolling und Entwicklungsprojektcontrolling anhand von Zielen, Aufgaben, Organisation und Instrumenten<sup>7</sup>. Im Rahmen des operativen Entwicklungsbereichscontrolling stellt er die Methoden zusammen und skizziert einen Bewertungs- und Auswahlprozeß, bestehend aus einer qualitativen Grobbewertung, gefolgt von einer qualitativen und quantitativen Feinbewertung<sup>8</sup>.

Zur Bewertung der Erfolgspotentiale von Innovationsprojekten werden neben Scoring-Modellen und qualitativen Verfahren auch Investitionsrechenverfahren vorgeschlagen<sup>9</sup>. Formal sind die Formeln zur Bewertung von

<sup>1</sup> Insbesondere unter dem Aspekt der Beschleunigung des Produktentwicklungsprozesses, vgl. GAISER (1993), S. 18.

<sup>2</sup> Die F&E-Strategie bildet bei GAISER einen Trichter am Beginn des Produktentstehungsprozesses, in den Ideen eingebracht werden. Vgl. GAISER (1993), S. 18.

<sup>3</sup> Vgl. GAISER (1993), S. 22 f. sowie S. 133 ff.

<sup>4</sup> Vgl. GAISER (1993), S. 136 f.

<sup>5</sup> Vgl. GAISER (1993), S. 134.

<sup>6</sup> Vgl. SCHMELZER (1992), S. 65 ff.

<sup>7</sup> Vgl. SCHMELZER (1992), S. 42 f., S. 68 und 113.

<sup>8</sup> Vgl. SCHMELZER (1992), S. 120 f.

<sup>9</sup> Vgl. z.B. STREBEL (1986), S. 171 f. Die Projektbewertung und -selektion auf der Basis von Nutzwerten und der Ermittlung von Rentabilitäten wird weithin als sinnvoll erachtet. Vgl. BROCKHOFF (1992), S. 247 ff., vgl. auch FREEMAN (1974), vgl. GENTNER (1994), S. 3.



F&E-Projekten und Investitionsprojekten identisch<sup>1</sup>. Problematisch bei der Bewertung von F&E-Projekten erweist sich jedoch einerseits die Erfolgszuordnung auf die jeweiligen Projekte sowie andererseits die a-priori-Messung der auf das Projekt zurückführbaren Zahlungsströme<sup>2</sup>. Darüber hinaus besteht das Zielsystem von Entwicklungsprojekten aus mehreren Zielgrößen, so daß eindimensionale Investitionsrechnungen den realen Projektwert nur partiell widerspiegeln. Herkömmliche Investitionsrechenverfahren scheitern an der Unsicherheit der zum Entscheidungszeitpunkt vorliegenden Information und vor allem an der strategischen Komponente der Innovationsprojekte. Für die Bewertung neuer Produktionstechnologien erweitert WILDEMANN traditionelle Investitionsrechenverfahren um eine strategische Komponente<sup>3</sup>. Diese strategische Investitionsplanung stützt sich auf eine Verknüpfung von Markt- und Technologieportfolio und die Ableitung von Normstrategien<sup>4</sup>. Chancen-/Risiko- sowie Stärken-/Schwächenprofile ermöglichen eine Investitionsbewertung unter strategischen Gesichtspunkten, der Technologiekalender<sup>5</sup> eine zeitliche Planung des Technologieeinsatzes. Argumentenbilanzen und Sensitivitätsanalysen versuchen die Unschärfe der Eingangsgrößen zu bewältigen<sup>6</sup>. Der Weg, die Unsicherheit der „immateriellen“ Investition Innovation durch eine Art Innovationsergebnisrechnung<sup>7</sup> beherrschbar zu machen, kann allenfalls als ergänzender Ansatz gesehen werden. Trotz dieser Schwächen werden Verfahren der Investitionsrechnung, wie die F&E-Projektdeckungsrechnung und Marginalrenditerechnung, die Kapitalwertmethode und Break-even-time-Analysen<sup>8</sup> in der Praxis für die Projektbewertung angewandt<sup>9</sup>. Auch BROCKHOFF stützt die Projektbewertung neben subjektiven Erfolgswahrscheinlichkeiten auf erwartete Kapitalwerte<sup>10</sup>, eine dynamische Aufwands-Ertragsbeurteilung wird auch von WILDEMANN vorgeschlagen<sup>11</sup>.

Die Budgetierung ist mit der Programmplanung eng verknüpft und liefert zugleich die Randbedingung für das Portfoliomanagement. Budget und Pro-

<sup>1</sup> Die Bewertung von Investitionen in Forschung und Entwicklung untersucht BROCKHOFF, quantitative Ansätze finden sich ebenso bei RÖB und POPP. Vgl. BROCKHOFF (1969), S. 401, BROCKHOFF (1972), S. 709 ff. Vgl. RÖB (1995), S. 519 ff. Vgl. POPP (1996), S. 25 ff.

<sup>2</sup> Ausnahmen bilden die Auftragsforschung bzw. rein auftragsorientierte Entwicklungen, vgl. BROCKHOFF (1969), S. 401. Vgl. NIPPA und REICHWALD (1990), S. 97 f., die neben dem Meßgrößen-, dem Meßproblem und dem Zurechenproblem auch auf eine Situationsabhängigkeit und ein Komplexitätsproblem hinweisen.

<sup>3</sup> Vgl. WILDEMANN (1987).

<sup>4</sup> Vgl. WILDEMANN (1987), S. 48 ff.

<sup>5</sup> Vgl. WILDEMANN (1987), S. 59 ff.

<sup>6</sup> Vgl. WILDEMANN (1987), S. 66 und 183.

<sup>7</sup> Vgl. HAUSCHILDT (1994), S. 1017 ff.

<sup>8</sup> Das Kriterium Break-even-Zeit wird beispielweise bei HP angewendet, vgl. GAISER (1993), S. 101 f., ferner HORVÁTH und GENTNER (1992), S. 181.

<sup>9</sup> Vgl. SCHMELZER (1992), S. 118 f.

<sup>10</sup> Vgl. BROCKHOFF (1969), S. 402 f.

<sup>11</sup> Vgl. WILDEMANN (1993a), S. 194.

gramm werden meist sukzessive in mehreren aufeinander folgenden Planungsschritten festgelegt<sup>1</sup>, wodurch die Komplexität und der Planungsumfang reduziert wird. Die Abstimmung zwischen diesen einzelnen Planungsschritten wird durch Rückkopplungsprozesse sichergestellt. Zur Unterstützung der Budgetierung in F&E werden Top-down- und Bottom-up-sowie kombinierte<sup>2</sup> Ansätze, die teilweise durch Simulationsverfahren und Benchmarking<sup>3</sup> ergänzt werden, vorgeschlagen. Einige Autoren, wie beispielsweise KUHN<sup>4</sup> oder PINKWART<sup>5</sup>, behandeln die Frage nach der optimalen Budgethöhe für F&E, andere schließen wie STOCKBAUER oder SCHLARMANN<sup>6</sup> die Programmplanung und Selektion mit ein. Methodenelemente und Vorgehensschritte können zur Lösung des Selektionsproblems teilweise übernommen werden. KERSTEN<sup>7</sup> hat für die Budgetierung von Investitionen in Prozeßinnovationen die dynamische Investitionsrechnung umgekehrt. Aus einer umfassenden Wirkungsanalyse von Prozeßinnovationen im Unternehmen und am Markt wird das geeignete Investitionsbudget bestimmt. Aus der Festlegung von Einzelinvestitionsbudgets wird das Gesamtbudget ermittelt und mit Hilfe des Technologiekalenders strategisch priorisiert. Dieser Ansatz läßt sich in zweierlei Hinsicht aufgreifen. Zum einen kann über die Wirkungsanalyse von Innovationsprojekten ein Zielbudget abgeleitet werden, zum anderen können Roadmaps zur zeitlichen Priori-

<sup>1</sup> Vgl. SCHLARMANN (1987), S. 128 ff.

<sup>2</sup> Vgl. z.B. das Gegenstromverfahren von STOCKBAUER (1991), S. 136 ff.

<sup>3</sup> Die Integration von Benchmarking als Gegenpol zur Bottom-up-Planung wird von PIERZ vorgeschlagen. Vgl. PIERZ (1995), S. 43-53.

<sup>4</sup> KUHN hat ein Rechenmodell zur Ermittlung des optimalen Gesamtbudgets für F&E entwickelt. Ausgehend von einer gegebenen Projektkette werden aus Erwartungswerten für Gewinn oder Verlust sowie Erfolgs- oder Mißerfolgswahrscheinlichkeiten als Funktion der F&E-Aufwendungen für jedes einzelne Projekt die optimalen F&E-Aufwendungen errechnet. Die Summe der optimalen Aufwendungen für die einzelnen Projekte ergibt das optimale F&E-Budget. Vgl. SCHLARMANN (1987), S. 13 ff entlehnt bei KUHN (1969), S. 1 ff.

<sup>5</sup> PINKWART schlägt ein Simulationsmodell auf Basis der Chaosforschung vor. Vgl. PINKWART (1991), S. 88 ff. In diesem wird die wirtschaftliche Entwicklung eines Unternehmens in Abhängigkeit von einer F&E-Rate und deren Änderung betrachtet. Die F&E-Rate gibt an, wieviel Prozent des durch Umsatzrendite und Umsatz beschriebenen Bruttogewinns das Unternehmen in einer Periode für F&E ausgibt, vgl. PINKWART (1991), S. 74. In der Simulation werden fünf verschiedene Forschungsstrategien überprüft. Unternehmenszusammenbrüche treten sowohl bei einer zu geringen als auch einer zu hohen F&E-Rate auf. Daraus läßt sich schließen, daß eine „optimale“ F&E-Intensität existiert, die in einem mittleren Bereich liegt. Dies stimmt mit Untersuchungen von GIERL und KOTZBAUER (1992) überein, vgl. S. 974 ff. Nach einer Änderung der F&E-Intensität ist ein Zusammenbruch des Unternehmens in den ersten Jahren besonders wahrscheinlich. Da chaotische Systeme stark von den Anfangsbedingungen abhängen und schon kleine Veränderungen der Anfangsbedingungen die weitere Unternehmensentwicklung sehr stark beeinflussen können, ist eine Verallgemeinerung der Simulationsergebnisse mit Vorsicht zu genießen.

<sup>6</sup> SCHLARMANN schlägt zur Entlastung der Planung eine Vorselektion durch schnelle und einfache Aussonderung der von vornherein ungeeignet erscheinenden Projekte vor. Ein Projekt wird dabei auf Durchführbarkeit sowie auf qualitative und quantitative Vorteilhaftigkeit geprüft. Die Vorselektion ist ein permanenter Prozeß und nicht an einen bestimmten Zeitpunkt geknüpft. Im zweiten Schritt erfolgt die eigentliche Planung von Budget und Programm. Als Optimierungskriterien werden Gewinn und Sicherheit verwendet. Eine Trennung von kalkulierbaren und nicht kalkulierbaren Projekten versucht die Unschärfeproblematik zu berücksichtigen. Vgl. SCHLARMANN (1987), S. 134 ff.

<sup>7</sup> Vgl. KERSTEN (1989), vor allem S. 124 ff.

sierung einzelner Projekte beitragen. Eine Art Target-Budgeting wird auch von HILBERT vorgeschlagen, der eine Verknüpfung der Budgetierungspraxis in F&E mit der Target-Costing-Systematik nutzt, um die Budgethöhe und somit die Randbedingungen für Selektionsentscheidungen festzulegen<sup>1</sup>.

Ogleich es sich bei der Portfoliozusammenstellung um ein Entscheidungsproblem handelt, äußert sich HAUSCHILDT kritisch hinsichtlich der Anwendung entscheidungstheoretischer Vorgehensweisen<sup>2</sup> und weist darauf hin, daß sich Innovationen nur schwer in das Paradigma der Entscheidungstheorie einfügen lassen<sup>3</sup>. Dies liegt zum einen an der fehlenden Abgrenzbarkeit von anderen Entscheidungen, zum anderen an der mangelnden Isolierbarkeit und Zurechenbarkeit der Erfolgsbeiträge von Innovationsentscheidungen. Vielfache, sich mit zunehmender Konkretisierung wandelnde Zielsetzungen, a-priori nicht definierte Alternativen und unkalkulierbare Unsicherheit bei unscharfer Informationssituation widersprechen der Entscheidungslogik, die trotz vielfältiger Erweiterungsansätze<sup>4</sup> bisher nur unzureichende Resultate liefert. Das Problem verschärft sich bei zunehmendem Vorfeld- oder Forschungscharakter des betrachteten Innovationsprojektes. Während bei Entwicklungsprojekten durch fortgeschrittene Konkretisierung die Ziele auf Basis des zum Entscheidungszeitpunkt vorhandenen Wissens definiert werden können, scheitert dies bei der Forschung. Hier soll ja durch die Schaffung neuen Wissens die Realisierung von zeitfernen Zielen ermöglicht werden, zu denen der Lösungsweg im Entscheidungszeitpunkt nicht aufgrund vorhandenen Wissens eindeutig definierbar ist. Dennoch liefert die Entscheidungstheorie die Strukturierung des Problems, allein die Methoden sind andere. HAUSCHILDT beschreibt das Innovationsproblem als eine Kette von Ja-Nein-Entscheidungen zur Fortführung oder zum Abbruch des Projekts bei fortlaufend geänderter Zielfunktion. Innovation wird als eine Sequenz nicht erfolgter Abbruchentscheidungen interpretiert<sup>5</sup>, so daß Auswahl und Abbruch gemeinsam betrachtet werden. LANGE, BALACHANDRA, BROCKHOFF und WILDEMANN befassen sich mit Abbruchentscheidungen von F&E-Projekten und definieren Abbruchkriterien<sup>6</sup>. Der Projektabbruch kann ein „verdeckter Erfolgsfaktor“<sup>7</sup> sein und ist ein nicht unwesentlicher Baustein des Selektionsprozesses, zumal dies ein Werkzeug zur Kapazitätsgewinnung darstellt. Allerdings muß im Sinn der Vorverlagerung von Erkenntnis-

<sup>1</sup> Vgl. HILBERT (1995), S. 354-364, insbesondere S. 362 f.

<sup>2</sup> Vgl. zur Entscheidungstheorie die Übersicht bei HEINEN (1991); S. 26 ff., zur normativen Entscheidungstheorie vgl. SIEBEN und SCHILDBACH (1975), S. 1, zur deskriptiven Entscheidungstheorie vgl. BAMBERG und COENENBERG (1991), S. 1 ff.

<sup>3</sup> Vgl. HAUSCHILDT (1997), S. 414, obgleich er entscheidungslogische Instrumente in einzelnen Modulen des Innovationsprozesses wie für die Projektselektion bejaht.

<sup>4</sup> Vgl. HAUSCHILDT (1997), S. 414, der vor allem LAUX (1996) erwähnt.

<sup>5</sup> Vgl. HAUSCHILDT (1993a), S. 331. Vgl. ALBABA (1975), S. 160. Vgl. HAUSCHILDT (1997), S. 414.

<sup>6</sup> Vgl. LANGE (1993), WILDEMANN (1993a), S. 193 f., BROCKHOFF (1993b), BALACHANDRA und RAELIN (1984), BALACHANDRA (1994).

<sup>7</sup> so z.B. BOUTELLIER und GASSMANN (1997), S. 73, Vgl. auch BÜRCEL und ZELLER (1997), S. 221 f.

sen im Innovationsprozeß<sup>1</sup> der Fokus auf der Auswahlentscheidung, nicht auf der Abbruchentscheidung liegen. NOKIA verwendet ein plakatives Bild für dieses Vorgehen unter dem Titel „Jaguar-Prinzip“: observe - check platform - flex muscles - jump<sup>2</sup>. Das sorgfältig selektierte F&E-Projekt ist nicht mehr aufzuhalten. Die aufgestellten Abbruchkriterien<sup>3</sup> liefern zweifellos wertvolle Hinweise auf zu nutzende Selektionskriterien. In ein Portfoliomanagement sind neben Kriterien zur Aufnahme von neuen Projekten ebenso Bestimmungsfaktoren für den Abbruch einzubeziehen.

Als jüngerer Bereich der Entscheidungsforschung untersucht das Operations Research<sup>4</sup> die Anwendung von mathematischen Methoden zur Vorbereitung optimaler Entscheidungen. Das Problem der quantitativen mathematischen Modellierung von Selektionsentscheidungen liegt allerdings in der Natur langfristiger strategischer Planungsprobleme<sup>5</sup>:

- Das System ist nichtlinear, hat viele Freiheitsgrade und ist nicht vollständig beschreibbar,
- spontane Einzelereignisse können einen nicht vorab kalkulierbaren, strukturverändernden Einfluß haben,
- Randbedingungen und Kausalitäten sind nicht genau bekannt und unterliegen einer Dynamik,
- andere Systemgrößen wie z.B. Ressourcen sind dagegen relativ genau vorgegeben und in der Regel begrenzt.

In einem solchen komplexen System ist die Prognosemöglichkeit bereits formal begrenzt, die Systemkausalitäten durch einfache Ursache-Wirkungszusammenhänge nicht angebbar. Hierzu kommen drei weitere Einflußgrößen, die in der Praxis bei weitem überwiegen. Zum einen die Unmöglichkeit, in einem gegebenen Zeitpunkt das System in seiner Ausgangssituation und in seiner Dynamik hinreichend scharf zu erfassen und zu beschreiben. Ferner die ständige, unvorhersehbare Änderung der systembestimmenden Beziehungen und Parameter. Und drittens der Eingriff des Menschen mit seinen hoch nichtlinearen Entscheidungen, die wiederum systemgestaltende Auswirkungen haben. Aus den aufgeführten Gründen erscheint eine quantitative mathematische Behandlung der Problemstellung bereits im Ansatz wenig erfolgversprechend. Dennoch befassen sich eine Reihe von Autoren

<sup>1</sup> Vgl. Die Prinzipien der Effizienzsteigerung von F&E bei WILDEMANN (1993a), S. 27 ff. Die Selektion hat einen wesentlichen Effektivitätsaspekt: Die richtigen Themen auswählen. Die Selektion hat aber ebenso einen Effizienzaspekt: Durch die Zersplittung der Ressourcen (Verzettelungsstrategie) werden geistige Rüstzeiten hervorgerufen. Dadurch wird die time-to-market verlängert. Gleiches gilt für Ressourcenabzug bei Umpriorisierung. D.h. das Effizienzkriterium Vorverlagerung von Erkenntnissen gilt auch hier: Durch die methodisch unterstützte Projektselektion wird der Abbruch bzw. die Umpriorisierung unwahrscheinlicher.

<sup>2</sup> Vgl. BOUTELLIER und VÖLKER (1997), S. 88.

<sup>3</sup> Vgl. BALACHANDRA und RAELIN (1984), BALACHANDRA (1994), LANGE (1993).

<sup>4</sup> Das „Operations Research“ hat sich während des 2. Weltkriegs in England und den USA zunächst zur Lösung militärischer Aufgabenstellungen entwickelt und wurde erst später auf betriebswirtschaftliche Fragestellungen übertragen, vgl. SIEBEN und SCHILDBACH (1975), S. 9 f. DOMSCHKE und DREXL (1991).

<sup>5</sup> Vgl. z.B. RÖB (1994), S. 9 ff.

vor allem im anglo-amerikanischen Sprachraum mit Operations-Research-Modellen<sup>1</sup>. In der amerikanischen Managementliteratur wird das Selektionsproblem (R&D project-selection<sup>2</sup>) traditionell als Optimierungsproblem unter Nebenbedingungen behandelt. Da die Beziehungen zwischen Entwicklungsprojekten konkurrierend, komplementär oder substitutional sein können, stellt sich nicht nur die Frage nach der Vorteilhaftigkeit der einzelnen Projektalternativen, sondern auch nach dem Gesamtoptimum des Entwicklungsprogramms. Das optimale Entwicklungsprogramm setzt sich aus der Kombination von Entwicklungsprojekten zusammen, die eine vorgegebene Zielfunktion unter Berücksichtigung von Restriktionen (z.B. finanzielle, technische, personelle Begrenzung der Ressourcen) am besten erfüllen. Es handelt sich folglich um ein multiinterdependentes Optimierungsproblem mit multipler Zielsetzung, welches sich theoretisch durch simultane Auswahl im Rahmen von Planungsmodellen lösen läßt. Die verfügbaren Modelle sind jedoch aufgrund der hohen Komplexität der Algorithmen praxisfremd und schwer handhabbar. Weitere Schwächen werden vor allem in getroffenen Einschränkungen, mangelnder Realitätsnähe, Anpassungsfähigkeit, Transparenz, Nachprüfbarkeit und Wirtschaftlichkeit gesehen<sup>3</sup>. Ferner wird das Selektionsproblem durch die Schwierigkeit der Beschreibung der Plansituationen, Zielfunktionen und Nebenbedingungen verkompliziert. Erforderliche Daten stehen meist zum Zeitpunkt der Planung noch nicht oder nicht ausreichend genau zur Verfügung. Dies gilt beispielsweise für Projekterlöse und Projektkosten. Dies alles sind Gründe, weswegen mathematische Planungsmodelle zur Optimierung des Entwicklungsprogramms in der Praxis nur begrenzt Anwendung finden<sup>4</sup>.

Zusammenfassend lassen sich als Hauptdefizite das mangelnde Verständnis von Selektionsprozessen, deren Gestaltung und Integration in konzeptionell abgesicherte und in der Praxis implementierte Abläufe sowie die unzureichende Methodenunterstützung hinsichtlich der Behandlung unscharfer Informationen identifizieren. Das Methodenproblem ist bisher am wenigsten zufriedenstellend gelöst. Zwar ist eine Fülle an Methoden zur Unterstützung strategischer Planungsprozesse vorhanden, doch werden diese meist losgelöst voneinander diskutiert und nicht auf das Projektselektionsproblem, welches

<sup>1</sup> Vgl. BAKER und POUND (1964), vor allem die Reviews von CETRON ET AL. (1967), AUGOOD (1973), BAKER (1974) sowie BAKER und FREELAND (1975), ferner LIBERATORE und TITUS (1983), S. 962 ff., SCHMIDT und FREELAND (1992), auch ORAL ET AL. (1991), GRANOT und ZUCKERMAN (1991), ALI ET AL. (1993); einen aktuellen Überblick geben LIBERATORE und STYLIANOU (1995), S. 1296 ff. Ferner COFFIN und TAYLOR (1996), FAHRNI und SPÄTIG (1990).

<sup>2</sup> Vgl. die Literaturübersichten bei JACKSON (1983), SOUDER und MANDAKOVIC (1986), DANILA (1989), FAHRNI und SPÄTIG (1990) sowie HALL und NAUDA (1990). Es lassen sich projektorientierte (project evaluation) und optimierungsorientierte (project selection) Ansätze unterscheiden. Projektorientierte Ansätze evaluieren mögliche Projekte, um eine Prioritätenreihenfolge zu erhalten, Optimierungsansätze basieren auf mathematischer Programmierung.

<sup>3</sup> Vgl. SCHMELZER (1992), S. 119.

<sup>4</sup> Vgl. SCHMIDT und FREELAND (1992), S. 189 ff.

aus einem zusammenhängenden Prozeß von der Strategieplanung bis zum Projektstart besteht, angewandt. Vorgehensmodelle zur Zusammenstellung des Projektportfolios sind nur in Ansätzen vorhanden<sup>1</sup> und integrieren vorhandene Methoden nur punktuell.

### **1.3 Charakterisierung des Lösungsansatzes und Gang der Untersuchung**

Wie die vorangehenden Ausführungen zeigen, wurden bisher nur einige Aspekte der Problemstellung aus verschiedenen Sichtweisen heraus betrachtet und zumeist wenig zusammenhängend behandelt. Keines der erörterten Konzepte geht in zufriedenstellender Weise auf die Komplexität der Entscheidungsfindung bei unscharfer Information in dem frühen Stadium des Innovationsprozesses ein. Zwar sind Ansätze zur Bewältigung der Einzelprobleme vorhanden, eine fundierte Auseinandersetzung mit der Gesamthematik und ein geschlossener Lösungsansatz ist jedoch nicht existent. Um die noch offenen Punkte abzudecken, ist sowohl eine Modellierung und Gestaltung des Selektionsprozesses wie auch eine instrumentelle Ergänzung erforderlich. Die Methodendiskussion führt zu der Identifikation einer Methodenlücke: Auf der einen Seite sind mathematischen Methoden, die - vollständige Information vorausgesetzt - durch Berücksichtigung vielfältiger Einflußgrößen eine exakte Antwort auf das Selektionsproblem liefern aber praktisch nicht handhabbar sind, auf der anderen Seite die simplifizierenden Methoden, die meist nur das Problem strukturieren und visualisieren, allerdings die Entscheidungsfindung nur unzureichend unterstützen. Sie beruhen meist auf einer intuitiven Reduktion der Realität auf zwei oder wenig mehr Dimensionen, wodurch die Handhabbarkeit zwar erhöht, die Realität aber nicht ausreichend genau abgebildet wird. Ein Weg, der die Lücke zu schließen vermag, kann der Einsatz unscharfer Mathematik sein, die der menschlichen Informationsverarbeitung nahekommt und somit den Einsatz von Entscheidungsunterstützungssystemen in komplexem Umfeld ermöglicht<sup>2</sup>. Hierbei können die Vorteile qualitativer und quantitativer Methoden verknüpft und ein praktikables und wirksames Verfahren entwickelt werden.

Durch den Einsatz von Fuzzy-Logic<sup>3</sup> kann unscharfe Information wie in einem Portfolio unter Berücksichtigung einer Vielzahl qualitativer und quantitativer Zielgrößen wie bei einer Nutzwertanalyse, aber nicht-linear verknüpfbar, verarbeitet werden. Dies ist eine Verallgemeinerung der Portfoliomethode auf  $n$  Dimensionen. Eine Integration der Fuzzy-Logic zur Projektbewertung und Entscheidungsunterstützung in das Portfoliomanagement erscheint daher sinnvoll. Ein Entscheidungsunterstützungsmodell muß

<sup>1</sup> Vgl. z.B. das Trichtermodell von WHEELWRIGHT und CLARK (1992b), S. 111 f., CLARK und WHEELWRIGHT (1995), oder Filteransätze bei GESCHKA und LAUDEL (1992), S. 56 ff.

<sup>2</sup> Vgl. KREIKEBAUM (1997), S. 83-87.

<sup>3</sup> Vgl. ZADEH (1965), ZIMMERMANN (1991), S. 11-16, ROMMELFANGER (1994), S. 7-13.



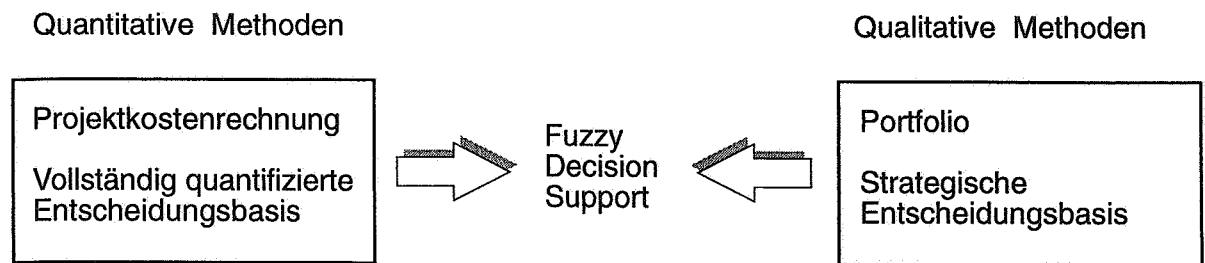


Abbildung 4: Fuzzy-Logic zum Schließen der Methodenlücke

in der Lage sein, vielfältige Aspekte zu berücksichtigen, auf der anderen Seite aber in seiner Komplexität limitiert sein, um in der Praxis Akzeptanz zu erhalten.

Ziel der Arbeit ist ein analytisch fundiertes und empirisch abgesichertes Vorgehensmodell zur Steuerung des Entwicklungsportfolios, das in der Lage ist, die in Theorie und Praxis bestehenden Lücken zu schließen und somit einen Beitrag zur Steigerung der Marktwirksamkeit der Entwicklungsleistung von Unternehmen leistet. Aufbauend auf den theoretischen Grundlagen und einer empirischen Analyse der Selektionspraxis wird hierzu ein prozeßorientiertes Entscheidungsmodell entwickelt und damit ein Lösungsansatz bereitgestellt, der möglichst umfassend die aufgezeigten Teilprobleme abdeckt. Hierbei werden im wesentlichen drei Lösungsansätze verfolgt:

1. Die Identifikation und Gestaltung eines Selektionsprozesses zur Schließung der durch die theoretische Diskussion von Innovationsprozessen und die empirische Analyse der Selektionspraxis ermittelten Prozeßlücke.
2. Die Übertragung der QFD-Systematik auf den Selektionsprozeß zur Schließung der Strategielücke und Reduzierung der Schnittstellenprobleme.
3. Der Einsatz von Fuzzy-Logic zur Behandlung der Unschärfe der Informationen und zur Überwindung der Methodenlücke.

Die Übertragung der QFD-Planungssystematik auf die Projektselektion und der Einsatz unscharfer Mathematik zur Bewertung der Projekte kann die Prozeß- und Methodenlücke schließen. Bewertungskriterien und Entscheidungsregeln liefert die Erfolgsfaktorenforschung. Bei der Konzeption des Vorgehensmodells wird dem Paradigma der Zeitkausalität<sup>1</sup> gefolgt. Dies besagt, daß erkannte und nachvollziehbare Zusammenhänge zwischen Vergangenheit und Gegenwart mittels Kenntnis der Gegenwart grundsätzlich die Zukunft prognostizierbar machen. Dies ist zwar nur sehr eingeschränkt richtig, liefert aber einen Anhaltspunkt für die Entscheidungsfindung. Aus der Analyse erfolgreicher Innovationsprojekte werden Selektionskriterien für die Auswahl aktueller Vorhaben abgeleitet. Auch bei Aufgabe determi-

<sup>1</sup> Vgl. Röß (1994), S. 10.

stischer Modelle unter Einbezug evolutionstheoretischer Elemente ist dies prinzipiell richtig. Durch Verständnis der alten Verhältnisse kann unter ihrer Kenntnis eine neue Evolution eingeleitet werden<sup>1</sup>. Aus diesem Grund wird es möglich, Entscheidungsregeln anzugeben.

Der Gang der Arbeit soll anhand Abbildung 5 verdeutlicht werden. Im Anschluß an diese Einführung in die Thematik und die Charakterisierung der empirischen Untersuchung erfolgt in Kapitel 2 eine Erarbeitung des theoretischen Bezugsrahmens. Dieser spannt sich auf zwischen der Modellierung von Innovationsprozessen, der Diskussion der Effektivität von F&E, der Erfolgsfaktorenforschung und der Entscheidungstheorie. Er beinhaltet die Definition des Untersuchungsgegenstandes sowie eine Klärung der verwendeten Begriffe. Als Strukturierungsmodelle dienen die Systemtechnik<sup>2</sup>, die Prozeßbetrachtung<sup>3</sup> und das Modell des Projektlebenszyklus<sup>4</sup>. Diese konzeptionellen Grundlagen ermöglichen die Strukturierung des Selektionsproblems durch eine Abgrenzung von Inputfaktoren, Rahmenbedingungen und Outputgrößen. Das Portfoliomanagement wird als wesentlicher integraler Bestandteil des Innovationsprozesses dargestellt, die Einflußfaktoren und Gestaltungsansätze herausgearbeitet. Eine Auswertung empirischer Untersuchungen und die Übertragung evolutionstheoretischer Elemente auf die Modellierung von Innovationsprozessen liefern Gestaltungshinweise. Eine Situationsanalyse von Selektionsprozessen in der Unternehmenspraxis zeigt Defizite und Verbesserungsansätze auf. In Kapitel 3 wird das Entscheidungsobjekt genauer klassifiziert und ein typabhängiges Vorgehensmodell vorbereitet. Die Diskussion von Zielen und Selektionskriterien erfolgt in Kapitel 4. Der Prozeß des Portfoliomanagements wird in Kapitel 5 strukturiert und die Inhalte der Phasen definiert. Neben Aspekten der Prozeßgestaltung wird der Einfluß von Organisationsstruktur und Unternehmenskultur diskutiert. Das Kapitel 6 widmet sich den Methoden und ordnet diese den Prozeßphasen zu. Vorhandene Methoden, die bisher für die Problemstellung eingesetzt werden, können durch die Zuordnung zu Prozeßabschnitten und Aufgabentypen effizienter angewandt werden. Die Übertragung der Methode Quality Function Deployment auf die Problemstellung führt zu einem Project Portfolio Deployment, einer systematischen Vorgehensweise zur zielorientierten Zusammenstellung des Projektportfolios. Eine Fallstudie verdeutlicht die Umsetzung der aufgestellten Selektionsprinzipien und des entwickelten Vorgehensmodells. Als Methodik zur Bewältigung der Unschärfe wird in Kapitel 7 nach Aufzeigen der Grenzen bisheriger Methoden zur Entscheidungsunterstützung auf die unscharfe Mathematik zurückgegriffen. Nach einer kurzen Einführung in die Theorie unscharfer Mengen wer-

<sup>1</sup> Vgl. RÖB (1994), S. 61.

<sup>2</sup> Vgl. PATZAK (1982), PATZAK (1989), DAENZER und HUBER (1992), vgl. zum Systemdenken S. 4 ff.

<sup>3</sup> Vgl. STRIENING (1988), S. 17.

<sup>4</sup> Vgl. zum Lebenszykluskonzept, dessen Ursprünge und Anwendungen SIEGWART und SENTI (1995), insbesondere S. 3-5.



den die Grundlagen des unscharfen Schließens und der Fuzzy-Logic erläutert. Darauf aufbauend wird die Struktur eines Entscheidungsunterstützungssystems erarbeitet. Eine weitere Fallstudie verifiziert das Konzept.

Die Ergebnisse der empirischen Analyse werden den Themengebieten jeweils am Ende des Kapitels zugeordnet. Theoretische Ansätze werden dort empirischen Befunden gegenübergestellt. Nur die in der Unternehmenspraxis bestätigte Akzeptanz des entwickelten Modells macht den gewählten Ansatz zu einem wertvollen Instrument des F&E-Managements. Die für beide Unternehmen der Fallstudien vollkommen unterschiedlichen Rahmenbedingungen, angefangen bei der Branche, dem Produktprogramm und der Marktsituation bis hin zur Unternehmensstruktur, verdeutlichen die Praktikabilität des Selektionsverfahrens. Kapitel 8 bildet den Abschluß der Arbeit mit einer Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse und einem Ausblick auf Ansatzpunkte für weitere Forschungsarbeiten.

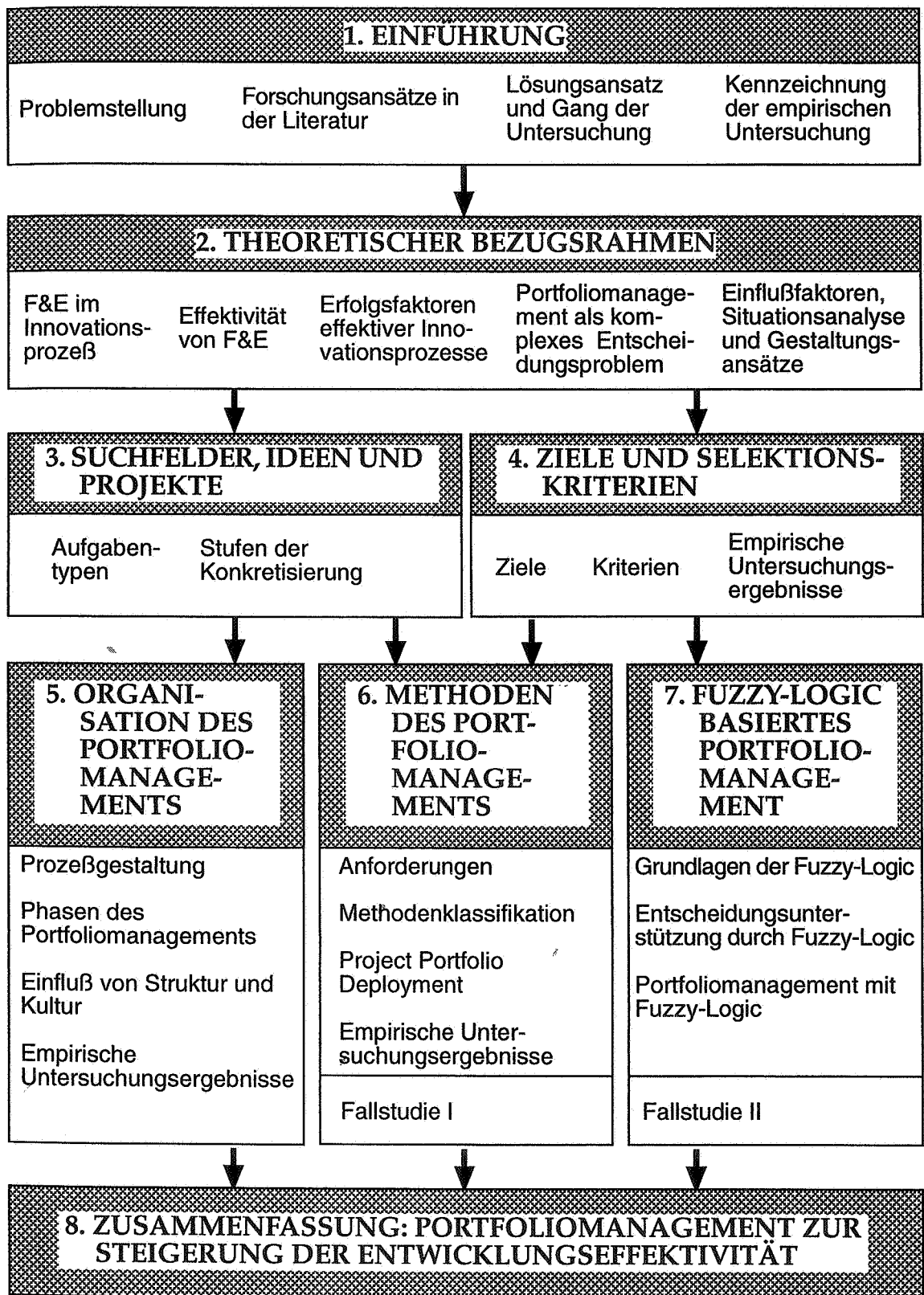


Abbildung 5: Vorgehensweise

## **1.4 Kennzeichnung der empirischen Analyse**

### **1.4.1 Untersuchungsmethodik**

Um den in der Literatur dokumentierten Wissensstand sowie die in dieser Arbeit aufgestellten Hypothesen zur Effektivitätssteigerung durch Projektselektion in Forschung und Entwicklung in Bezug zu den in der Praxis relevanten Bedingungen zu setzen, liegt der Arbeit eine empirische Analyse zugrunde. Diese Analyse erhebt nicht den Anspruch, allgemeingültige Aussagen zu treffen, sondern soll die Ableitung von Hypothesen empirisch untermauern und praktisch verwertbare Erkenntnisse und Gestaltungsempfehlungen als Ergebnis liefern. Aufgrund des geringen Stichprobenumfangs sowie der nichtrepräsentativen Auswahl der befragten Unternehmen sind keine statistisch abgesicherten Schlüsse auf eine Grundgesamtheit möglich<sup>1</sup>. Streng genommen gelten die aus der empirischen Analyse gezogenen Schlüsse zunächst nur für die ausgewählte Stichprobe. Dennoch können die aufgestellten Prinzipien und erarbeiteten Konzepte auch stichprobenübergreifend von Interesse sein. Das erstellte Theoriemodell wird anhand Expertenmeinungen und real existierenden Situationen der Praxis validiert und angereichert. Die empirische Fundierung dient damit der Ermittlung von Tendenzaussagen und der Plausibilitätsprüfung erstellter Konzepte.

Als problematisch erweist sich die Zeitspanne zwischen Handlung und Eintreten des Erfolgs im Innovationsprozeß. Heutiger Erfolg ist auf richtige Entscheidungen in der Vergangenheit zurückzuführen, gleiches Verhalten mag morgen schon nicht mehr erfolgreich sein, da sich entscheidende Rahmenbedingungen verändert haben können. Die vorliegende Untersuchung stützt sich diesbezüglich auf folgende Hypothese: Unternehmen, die heute erfolgreich sind, haben in der Vergangenheit gelernt, Projekte richtig zu selektieren. Diese Praxis wenden sie heute an, um sich auch in wandelnden Umfeldbedingungen einen langfristigen Erfolg zu sichern. Aus dieser Lernkontinuität können trotz fehlender Langzeitdaten wertvolle, allgemein interpretierbare Erkenntnisse gewonnen werden.

### **1.4.2 Empirische Basis und Typologisierung der untersuchten Einheiten**

Da bei einer Vielzahl von Unternehmen der Innovationsprozeß zu den Kernprozessen gerechnet wird und viele Firmen aufgrund der Sensibilität der Daten einen Einblick verwehren, erfolgte die Auswahl der Stichprobe auch nach den Kriterien „Zugänglichkeit“ und „Kooperationsbereitschaft“ der Unternehmen. Die untersuchte Stichprobe setzt sich aus 39 Unternehmenseinheiten zusammen, die durch die langjährigen Forschungsaktivitäten von PROF. DR. HORST WILDEMANN mit dem LEHRSTUHL FÜR BETRIEBS-

---

<sup>1</sup> Vgl. KREYSZIG (1991), S. 18 f.

WIRTSCHAFTSLEHRE MIT SCHWERPUNKT LOGISTIK der TECHNISCHEN UNIVERSITÄT MÜNCHEN verbunden sind. Insbesondere wurden Teilnehmer des zwischen Oktober 1991 und November 1992 durchgeführten Arbeitskreises zu „Just-In-Time in Forschung und Entwicklung und Konstruktion“<sup>1</sup> in die Stichprobe integriert, so daß die im Arbeitskreis diskutierten Konzepte hinsichtlich ihrer Wirkung überprüft werden konnten. Die Daten wurden in Form eines Fragebogens erhoben und die Ergebnisse in Interviews mit den Verantwortlichen aus den Unternehmen diskutiert. Die Teilnehmer der Untersuchung wurden zu Strategien, Instrumenten und Verfahren zur Selektion von F&E-Projekten befragt. Ferner wurden allgemeine Unternehmensdaten erhoben, um eine Klassifizierung zu ermöglichen und die getroffenen Aussagen zu diesen Klassen in Relation zu setzen, um Trenderkenntnisse über erfolgreiche Selektion zu erhalten und Gestaltungsansätze zur Effektivitätssteigerung in der Entwicklung abzuleiten. Die Erhebung wurde im Herbst und Winter 1996/97 durchgeführt. Den Mitwirkenden sei an dieser Stelle nochmals herzlich für Ihre Offenheit und Kooperationsbereitschaft gedankt.

Die Struktur der Stichprobe wird anhand der Branchenzugehörigkeit, der Unternehmensgröße, deren Organisation sowie der Art des Geschäfts deutlich (vgl. Tabelle 3). Die empirische Analyse bezieht sich auf Gesamtunternehmen sowie abgeschlossene Einheiten innerhalb eines Unternehmens, in denen eine autonome Projektselektionsentscheidung möglich ist. Um die konzeptionellen Aussagen in Bezug zur Unternehmensgröße und -kultur zu setzen, wurde auch jeweils die übergeordnete Einheit abgefragt. Hierbei variiert die Stichprobe zwischen Einzelunternehmen und Konzernen mit einem Umsatz zwischen 19,4 Mio. DM und 100 Mrd. DM. Die Umsatzspanne der betrachteten Einheiten liegt zwischen 19,4 Mio. DM und 68,8 Mrd. DM. Die betrachteten Einheiten haben zwischen 60 und 200.000 Mitarbeiter, davon zwischen 5 und 8.000 Entwickler. Die Unternehmen agieren überwiegend in innovativen Volumenmärkten (67%), in denen vor allem ein günstiges Preis/Leistungsverhältnis erzielt werden muß. 10 der Befragten befinden sich in reifen Märkten, nur 3 gaben an, eine innovative Marktnische zu besetzen. Die in der Stichprobe enthaltene Heterogenität erweist sich als besonders interessant für die Verifizierung der aufgestellten Thesen sowie deren Umsetzbarkeit unter verschiedensten Rahmenbedingungen. Im Mittel sind in den befragten Unternehmen 13 Entwickler pro 100 Mitarbeiter beschäftigt. Auch dieser Wert schwankt zwischen 2 und 53, was sich in den unterschiedlichen F&E-Intensitäten widerspiegelt, die durch die verschiedenen Produkte und Technologien begründet werden. Bei der Interpretation der Antworten ist das Aufgabengebiet des interviewten Gesprächspartners sowie dessen persönliche Teilnahme an Selektionsentscheidungen zu

---

<sup>1</sup> Vergleiche hierzu die Veröffentlichungen von WILDEMANN (1993a) sowie WILDEMANN (1993b), REINHARDT (1993), CASTIGLIONI (1994), GEMMERICH (1995) und BAUER (1995).

berücksichtigen. Hierbei entstammen 87 % dem Bereich Forschung und Entwicklung, 23 der 39 Befragten nehmen selbst am Selektionsprozeß aktiv teil.

<b>Branche</b>	Elektronik und Elektrotechnik	Maschinenbau sowie metallverarbeitende Industrien	Automobil- und Fahrzeugindustrie	Medizintechnik	Anlagenbau und Bau-nebenbranche	Chemie	Optik	Luftfahrt	Klima- und Kältetechnik
n = 39	35 %	13%	17%	8%	8%	5%	3%	8%	3%
<b>Be-fragte Ein-heiten</b>	Unternehmen, Gesellschaft 36%			Konzern, Unternehmensgruppe 8%		Unternehmensbereich, Sparte 56%			
<b>Umsatz</b>	< 100 Mio. 35%	100-250 Mio. 24%	250-500 Mio. 22%	500-1000 Mio. 8%	> 1 Mrd. 11%				
<b>Mit arbeiter</b>	< 500 50%	500-1000 25%	1000-1500 8%	1500-3000 6%	> 3000 11%				
<b>Organi sation</b>	funktional 28%			divisional 15%		Matrix 57%			
<b>Oberste Stufe der F&amp;E-Leitung</b>	1. Ebene (Vorstand, Mitglied der Geschäftsführung) 31%			2. Ebene (Bereichsleiter) 51%		3. Ebene (F&E-Abteilungsleiter) 18%			
<b>Art des Ge-schäfts</b>	Produkt 64%		System 24%		Anlagen 10%		Dienstleistung 2%		

*Tabelle 3: Rahmendaten der untersuchten Unternehmen*

Die Heterogenität der Stichprobe macht für differenzierte Aussagen eine Klassenbildung erforderlich. Entscheidende Differenzierungskriterien sind

- die Größe, welche die Kultur und Methodik im Unternehmen beeinflusst,
- die Branche, die das Produkt, den Technologieeinsatz und damit die Aufgabenstellung und F&E-Intensität festlegt,
- die Innovationsaktivität, die von der gewählten Strategie und dem Geschäft abhängt und
- der Gesamterfolg, der schließlich das Resultat des gezielten Ressourceneinsatzes darstellt.

Bezüglich der Größe muß zwischen großen und kleinen sowie Einheiten großer Unternehmen unterschieden werden. Da vor allem in großen Unternehmen mehr Methodik zum Einsatz kommt und auch die Kulturen zumeist von der Gesamtorganisation geprägt werden, werden Einheiten großer Unternehmen gesondert betrachtet. Zu den kleinen Unternehmen werden solche gezählt, deren Beschäftigtenzahl unter 1000 Mitarbeitern liegt.

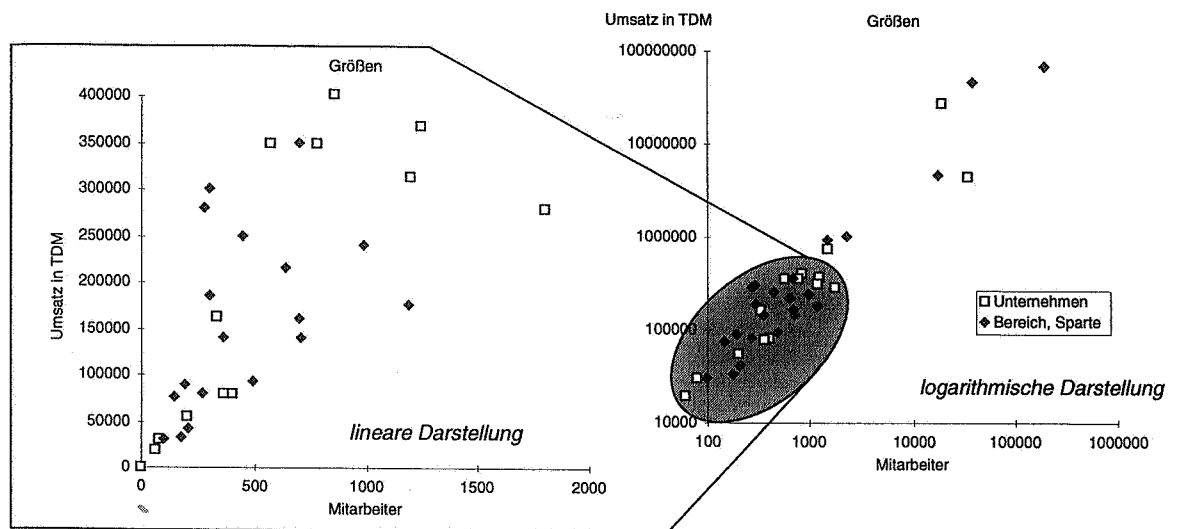


Abbildung 6: Umsatz und Mitarbeiter der befragten Unternehmen.

Eine Differenzierung nach forschungsintensiven und weniger forschungsintensiven Unternehmen erfolgt anhand ihrer F&E-Intensitäten. Hierbei orientiert sich die Clusterbildung an der in neueren Statistiken gebräuchlichen Einteilung der Produkte, für die F&E betrieben wird, in die drei Technologiegruppen Spitzentechnologie, Höherwertige Technik und Sonstige Technik. Dabei umfaßt die Spitzentechnik Produkte, die eine F&E-Intensität von mindestens 8,5%, die höherwertige Technik solche, die eine F&E-Intensität zwischen 8,5 und 3,5% benötigen. Produkte, die unter einer F&E-Intensität von 3,5% liegen, werden unter der sonstigen Technik erfaßt. Der Anteil der Spitzentechnologie am gesamten F&E-Budget ist in der chemischen Industrie und der Elektrotechnik am höchsten. Im Maschinenbau wird dagegen überwiegend F&E für höherwertige Technik betrieben<sup>1</sup>. Wie aus Abbildung 7 zu entnehmen ist, werden von der untersuchten Stichprobe teilweise low-tech-Produkte in den jeweiligen Branchen entwickelt. Dies gilt für die befragten chemischen Unternehmen und teilweise für die Medizintechnik und Optik sowie die metallverarbeitenden Unternehmen.

<sup>1</sup> Vgl. SVDW (1995), S. 6.

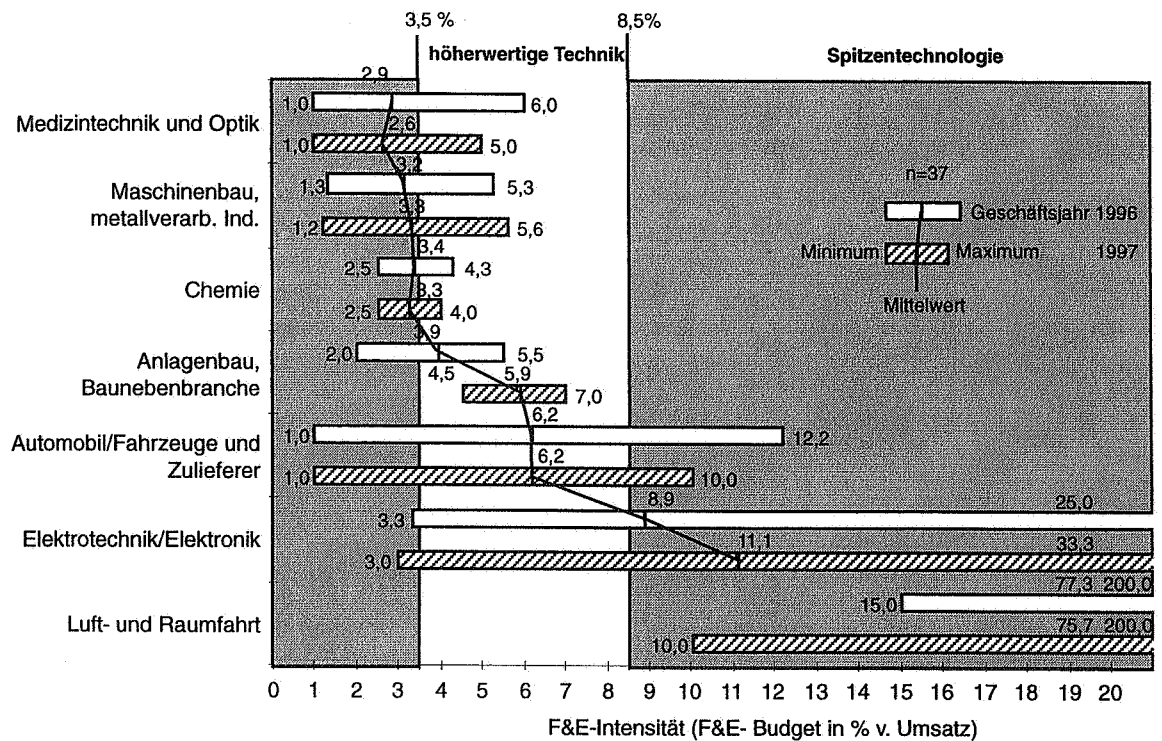


Abbildung 7: F&E-Intensitäten der befragten Unternehmen

Die Häufigkeiten der F&E-Intensitäten verteilen sich wie in Abbildung 8 dargestellt. Hieraus ergibt sich die Aufteilung in 18 F&E-intensive Unternehmen mit einer Intensität größer als 6% und 19 weniger F&E-intensive Unternehmen. Zwei Drittel der Einheiten verbuchen seit 1990 eine Zunahme des F&E-Budgets und erwarten eine Fortführung dieses Trends bis 2001. Diese Tendenz wurde in der Klassenbildung berücksichtigt. Zwei der Befragten haben keine Angaben zur Höhe ihres F&E-Budgets gemacht.

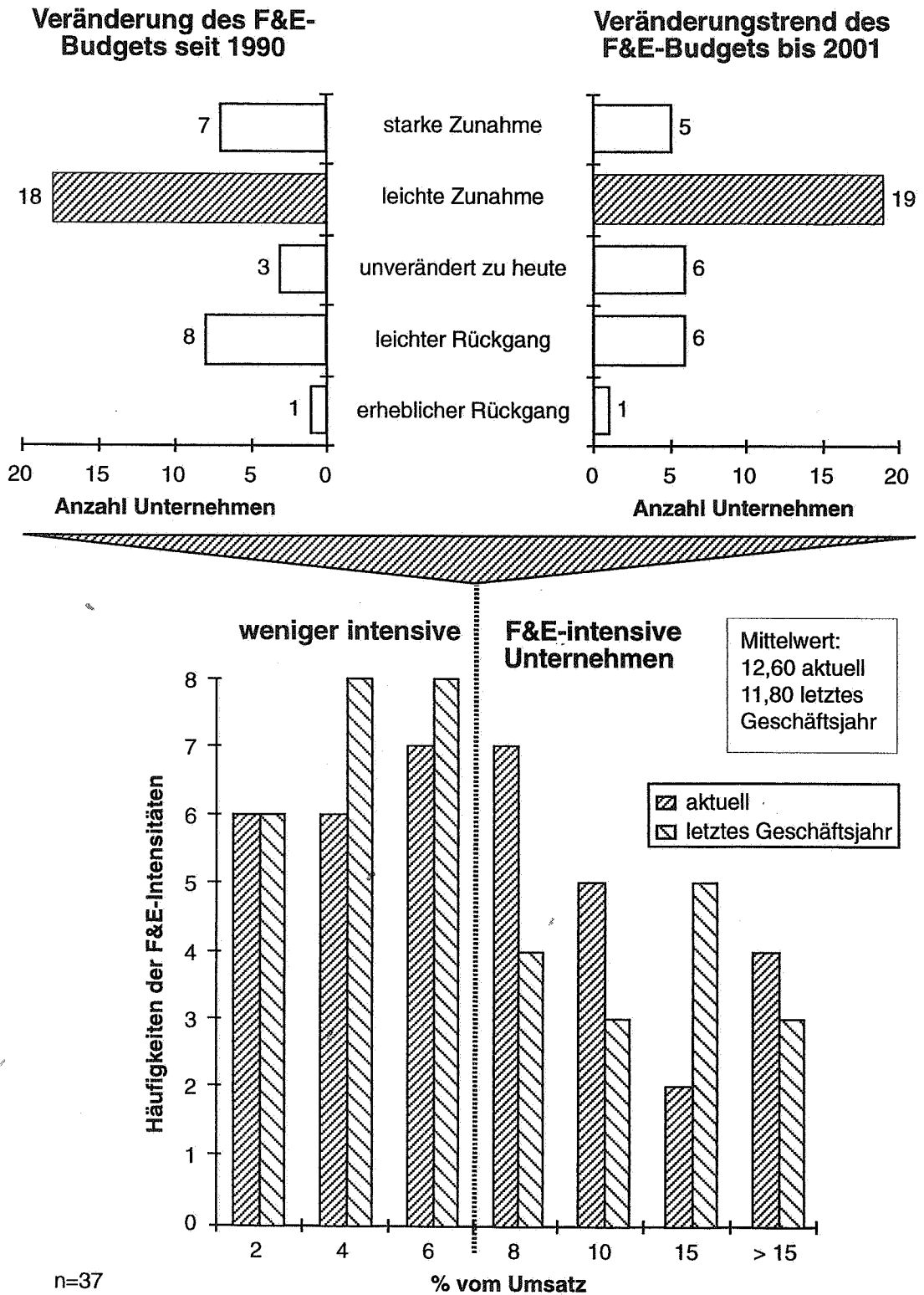


Abbildung 8: Entwicklung des F&E-Budgets und Häufigkeiten der F&E-Intensitäten



Die Klassifizierung der Stichprobe nach den Kriterien Umsatzwachstum und Umsatzrendite der letzten drei Jahre ergibt eine Clusterung in erfolgreiche und weniger erfolgreiche Unternehmen, wie in Abbildung 9 dargestellt. Die beiden Differenzierungskriterien Profitabilität und Umsatzwachstum werden nach dem Qualitätsniveau von den Befragten als wichtigste Zielgrößen zur Unternehmensteuerung genannt, sind also auch im Fokus der Betrachtung. 62% der Befragten sind nach dieser Unterscheidung zu den erfolgreichen Unternehmen zu rechnen. Zusammenfassend ergeben sich die in Tabelle 4 aufgeführten Klassen, die bei der Auswertung unterschieden werden.

## Umsatzwachstum

	Potentiale		Gewinner	
> 10%	2	4	5	23 = 62% erfolgreiche Unternehmen
2 ... 10%	3	5	4	
(<0) ... 2%	6	3	4	
	Verlierer		Substanz	
	(<0) ... 3%	3 ... 6%	> 6%	Umsatzrendite der letzten 3 Jahre
14 = 38% weniger erfolgreiche Unternehmen				

Abbildung 9: Klassenbildung nach Unternehmenserfolg

Klasse	Differenzierungskriterien	Ausprägung und Umfang (n=39)
Größe	Anzahl Mitarbeiter, Umsatz, Projektzahl	31% große Unternehmen 24% kleine Unternehmen 45% kleine Einheiten von Unternehmen
F&E-Intensität	Branche, F&E-Budget pro Umsatz	49% F&E-intensive Unternehmen 51% weniger intensive Unternehmen
Erfolg	Umsatzwachstum und Rendite	62% erfolgreiche Unternehmen 38% weniger erfolgreiche Unternehmen

Tabelle 4: Zusammenfassung Klassenbildung