

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

## **RISIKOBEWUSSTES F&E-PROGRAMM-MANAGEMENT**

**- THEORETISCHE UND EMPIRISCHE MODELLANALYSE -**

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Marco Heck

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 der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften am ..... angenommen.

## Inhaltsverzeichnis

ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	IV
TABELLENVERZEICHNIS.....	VII
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....	VIII
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	<b>1</b>
1.1 PROBLEMSTELLUNG .....	4
1.2 BEHANDLUNG DER THEMATIK IN DER LITERATUR .....	8
1.2.1 Innovations-, F&E- und Technologiemanagement.....	9
1.2.2 Projekt- und Multiprojektmanagement .....	12
1.2.3 Risikomanagement .....	15
1.2.4 Finanzmanagement.....	17
1.2.5 Entscheidungstheorie .....	19
1.2.6 Erfolgsfaktorenforschung.....	22
1.3 ZIELSETZUNG UND VORGEHENSWEISE .....	28
<b>2 KONZEPTIONELLER BEZUGSRAHMEN</b> .....	<b>31</b>
2.1 F&E-PROJEKTE ALS BASIS.....	31
2.1.1 Charakterisierung von F&E .....	32
2.1.2 Merkmale von F&E-Projekten .....	36
2.1.3 F&E im Rahmen des Innovationsprozesses.....	38
2.2 F&E-PROGRAMM-MANAGEMENT ALS GESTALTUNGSRAHMEN .....	41
2.2.1 Charakterisierung des F&E-Programm-Managements.....	42
2.2.2 F&E-Programm-Management im strategischen Planungszusammenhang .....	45
2.2.3 Aufgabenspektrum des F&E-Programm-Managements.....	47
2.2.4 Wesentliche Prozesse im F&E-Programm.....	51
2.3 RISIKO IN F&E .....	51
2.3.1 Charakterisierung des Risikobegriffs.....	52
2.3.2 Projekt- versus Programmrisiken.....	58
2.3.3 Zusammenfassende Systematisierung der Risiken .....	68
2.4 RISIKOMANAGEMENT ALS HANDLUNGSRAHMEN EINES BEWUSSTEN UMGANGS MIT RISIKEN .....	70
2.4.1 Charakterisierung des Risikomanagements .....	70
2.4.2 Zielsetzung des Risikomanagements .....	72

2.4.3	Risikomanagementprozess .....	74
2.4.4	Modell eines unternehmensweiten Risikomanagement-Systems ....	79
2.5	LEITLINIEN ZUR UMSETZUNG DES RISIKOMANAGEMENTS IM F&E-PROGRAMM-MANAGEMENT .....	81
2.5.1	Integration sicherstellen .....	82
2.5.2	Risiken optimieren und Chancen nutzen .....	83
2.5.3	Programm-Balance gewährleisten .....	84
2.5.4	Synergiepotenziale sichern.....	86
2.5.5	Fokussierung erreichen .....	87
2.5.6	Risikobewusstsein fördern .....	89
2.5.7	Risikotransparenz schaffen .....	90
2.6	ZUSAMMENFASSUNG DES BEZUGSRAHMENS .....	91
<b>3</b>	<b>MODELLBILDUNG ZUM RISIKOBEWUSSTEN F&amp;E-PROGRAMM-MANAGEMENT</b> .....	<b>93</b>
3.1	SYSTEMTHEORETISCHE GRUNDLAGEN ZUR MODELLFUNDIERUNG.....	93
3.2	SYSTEMORIENTIERTE MODELLBILDUNG.....	95
3.3	MODELLBASIERTE AUFGABENANALYSE.....	97
3.3.1	Aufgaben der risikobewussten F&E-Programm-Planung .....	98
3.3.2	Aufgaben der risikobewussten Steuerung.....	102
3.3.3	Aufgaben der risikobewussten Kontrolle .....	104
3.3.4	Aufgaben der risikobewussten Informationsversorgung.....	106
3.4	ANALYSE DER MODELLSPEZIFISCHEN EINFLUSSFAKTOREN .....	110
3.4.1	Projektbezogene Einflussfaktoren .....	112
3.4.2	Unternehmensbezogene Einflussfaktoren.....	121
3.4.3	Umfeldbezogene Einflussfaktoren.....	126
3.4.4	Programmbezogene Einflussfaktoren .....	129
3.5	ZUSAMMENFASSUNG DER MODELLBILDUNG .....	134
<b>4</b>	<b>GESTALTUNGSFELDER DES RISIKOBEWUSSTEN F&amp;E-PROGRAMM-MANAGEMENTS</b> .....	<b>136</b>
4.1	RISIKOBEWUSSTES F&E-PROGRAMM-PLANUNGSSYSTEM .....	136
4.1.1	Die Bedeutung des Zielsystems für das risikobewusste Planungssystem .....	136
4.1.2	Planungssystematik .....	139

4.1.3	Risikoidentifikation als Element der Planung .....	144
4.1.4	Instrumente zur Risikoidentifikation .....	146
4.1.5	Analyse des Instrumenteneinsatzes zur Risikoidentifikation.....	152
4.1.6	Risikoanalyse und -bewertung im Planungssystem.....	154
4.1.7	Quantitative Verfahren zur Risikoanalyse und -bewertung .....	157
4.1.8	Semi-quantitative Verfahren zur Risikoanalyse und -bewertung..	179
4.1.9	Qualitative Verfahren zur Risikoanalyse und -bewertung .....	191
4.1.10	Zeitpunkt der Bewertung.....	202
4.1.11	Analyse der Verfahrenseignung zur Risikoanalyse und -bewertung.....	206
4.2	RISIKOBEWUSSTES F&E-PROGRAMM-STEUERUNGSSYSTEM.....	208
4.2.1	Ursachenbezogene Risikohandhabungsstrategien.....	209
4.2.2	Wirkungsbezogene Risikohandhabungsstrategien .....	221
4.2.3	Vorgehensweise zur Auswahl von Risikohandhabungsstrategien .....	232
4.3	RISIKOBEWUSSTES F&E-PROGRAMM-KONTROLLSYSTEM.....	236
4.3.1	Projekt- und Programm-Fortschrittskontrolle.....	236
4.3.2	Maßnahmenkontrolle zur Risikohandhabung.....	240
4.3.3	Prämissenkontrolle der Planung.....	242
4.3.4	Kontrolle des risikobewussten F&E-Programm-Managements ....	243
4.4	RISIKOBEWUSSTES INFORMATIONSVERSORGUNGSSYSTEM.....	245
4.4.1	Informationsbeschaffung.....	246
4.4.2	Informationsaufbereitung.....	250
4.4.3	Informationsbereitstellung .....	253
4.5	ZUSAMMENFASSUNG DER GESTALTUNGSELEMENTE.....	258
<b>5</b>	<b>EMPIRISCHE ANALYSE BESTEHENDER ANSÄTZE ZUM RISIKOBEWUSSTEN F&amp;E-PROGRAMM-MANAGEMENT</b> .....	<b>262</b>
5.1	DATENBASIS UND ERHEBUNGSMETHODIK.....	262
5.2	VERGLEICH DER EINFLUSSGRÖßEN DER FALLSTUDIEN .....	265
5.3	FALLSTUDIENANALYSE .....	269
5.3.1	Gestaltung der risikobewussten F&E-Programm-Planung.....	269
5.3.2	Eingesetzte Risikohandhabungsstrategien zur Steuerung .....	282
5.3.3	Ausgestaltung des risikobewussten Kontroll- und Informationsversorgungssystems.....	287
5.4	ERGEBNISSE DER EMPIRISCHEN ANALYSE UND ABLEITUNG VON GESTALTUNGSEMPFEHLUNGEN .....	293

---

5.4.1 Reifegrad der realisierten Systeme.....	294
5.4.2 Risikoidentifikation.....	296
5.4.3 Risikoanalyse- und -bewertung.....	299
5.4.4 Risikohandhabung.....	302
5.4.5 Risikoüberwachung.....	304
5.5 ZUSAMMENFASSUNG DER GESTALTUNGSEMPFEHLUNGEN .....	307
<b>6 ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>311</b>
<b>7 LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>321</b>

---

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Evolutionsstufen des Risikomanagements im Projekt- und Multiprojektmanagement .....	14
Abbildung 1-2: Gang der Untersuchung .....	29
Abbildung 2-1: Aufgabentypen in F&E.....	34
Abbildung 2-2: Merkmale von F&E-Projekten .....	38
Abbildung 2-3: Der Innovationsprozess als Multiprozess .....	39
Abbildung 2-4: F&E-Programm- und F&E-Projekt-Management als vermaschte Management-Regelkreise.....	44
Abbildung 2-5: Aufgabeninhalte des F&E-Programm- und F&E-Projekt-Managements .....	50
Abbildung 2-6: Erklärung von Risiko in F&E.....	57
Abbildung 2-7: Zeitabhängige Entwicklung des Risikos im Innovationsprozess .....	60
Abbildung 2-8: Prognoserisiko in Abhängigkeit der Entwicklungsdauer .....	64
Abbildung 2-9: Beispiele für Projektinterdependenzen .....	66
Abbildung 2-10: Zusammenhang zwischen Erfolgsrisiko des F&E-Programms und Ressourcenrisiko .....	67
Abbildung 2-11: Dekomposition der Risiken in F&E .....	69
Abbildung 2-12: Ursachenbezogene versus wirkungsbezogene Risikohandhabungsstrategie.....	78
Abbildung 2-13: Modell eines unternehmensweiten Risikomanagement-Systems.....	80
Abbildung 2-14: Leitlinien für eine Integration des Risikomanagements im F&E-Programm-Management.....	81
Abbildung 2-15: Programm-Balance .....	85
Abbildung 2-16: Einfluss der Kernkompetenzen auf den Innovationserfolg.....	88
Abbildung 3-1: Modell des risikobewussten F&E-Programm-Managements ...	97
Abbildung 3-2: Risikobewusste F&E-Programm-Planung .....	100
Abbildung 3-3: Risikobewusste F&E-Programm-Steuerung .....	103
Abbildung 3-4: Risikobewusste F&E-Programm-Kontrolle .....	106
Abbildung 3-5: Risikobewusstes Informationsversorgungssystem.....	107
Abbildung 3-6: Einflussfaktoren des risikobewussten F&E-Programm-Managements .....	112
Abbildung 3-7: Das P-T-M Innovationsschema .....	113

Abbildung 3-8: Ableitung des optimalen Innovationsgrads.....	114
Abbildung 3-9: Vorhersagbarkeit in Abhängigkeit des Technologie- Lebenszyklus .....	119
Abbildung 3-10: Korrelation Ressourcenarten und Risiko .....	123
Abbildung 3-11: Market Pull versus Technology Push Projekte .....	124
Abbildung 3-12: Fixkosten-/Marktportfolio .....	125
Abbildung 4-1: Management der Eintrittswahrscheinlichkeit.....	145
Abbildung 4-2: Vorgehensweisen zur Risikoidentifikation .....	147
Abbildung 4-3: Denkmodell für die Szenario-Technik .....	152
Abbildung 4-4: Risikomatrix zur Erfassung der Projekt- und Programmrissen.....	155
Abbildung 4-5: Verfahren zur Risikoanalyse und -bewertung.....	156
Abbildung 4-6: Beispiel einer Sensitivitätsanalyse .....	163
Abbildung 4-7: Die Bestimmung des „Expected Commercial Value“ .....	165
Abbildung 4-8: Dynamisches Chancen- und Risikoportfolio nach POPP .....	166
Abbildung 4-9: Die Kriterien zur Risiko- und Chancenbeurteilung .....	171
Abbildung 4-10: Chancen-/Risikoanalyse mit dem Risiko-Chancen-Kalkül .....	172
Abbildung 4-11: Vergleich von (Projekt-)Risikoprofilen .....	175
Abbildung 4-12: Risikoportfolio nach BÜRGELE et al. ....	181
Abbildung 4-13: Beispiel eines Projektverflechtungsgraphen .....	187
Abbildung 4-14: Interdependenz-Matrizen.....	188
Abbildung 4-15: Interdependenz-Graphen .....	190
Abbildung 4-16: Risikoportfolio nach ARTHUR D. LITTLE .....	194
Abbildung 4-17: Risikoportfolio nach DE MAIO et al. ....	195
Abbildung 4-18: Portfolio mit Unschärfepositionierung.....	197
Abbildung 4-19: Risikoportfolio nach PROCTER&GAMBLE.....	198
Abbildung 4-20: Die Unsicherheitskarte nach PEARSON .....	201
Abbildung 4-21: Die „Familiarity Matrix“ mit Normstrategien.....	202
Abbildung 4-22: Anwendung der Verfahren der Risikoanalyse und -bewertung im Verlauf des Innovationsprozesses .....	206
Abbildung 4-23: Risikohandhabungsstrategien.....	208
Abbildung 4-24: Primäre versus sekundäre Informationsgewinnung .....	211
Abbildung 4-25: Risikoverlauf und Abbruchentscheidungen.....	214
Abbildung 4-26: Gestaltungsaspekte und Zielsetzung der Risikozerlegung .....	226

Abbildung 4-27: Situationsspezifische Strategien der Entwicklungszeitverkürzung .....	230
Abbildung 4-28: Risikomanagement-Matrix nach DATTA et al. ....	235
Abbildung 4-29: Verknüpfung zwischen Gate-Review und F&E-Programm-Review .....	238
Abbildung 4-30: Prüfprogramm für die Entscheidung über die Weiterführung von F&E-Projekten .....	240
Abbildung 4-31: Informationsaufbereitung durch Projektübersichten.....	251
Abbildung 4-32: Hierarchisch strukturiertes Berichtswesen.....	255
Abbildung 5-1: Klassifizierung der Fallstudien.....	268
Abbildung 5-2: Fallstudie 1: Systematik zur Generierung des F&E-Programms .....	270
Abbildung 5-3: Fallstudie 1: Projektinterdependenzen .....	271
Abbildung 5-4: Fallstudie 2: Vorgehensweise zur Projektselektion .....	272
Abbildung 5-5: Fallstudie 3: Risikoorientierte Vorgehensweise bei Neuproduktentwicklungen .....	274
Abbildung 5-6: Fallstudie 4: Vorgehensweise bei der Projektselektion .....	276
Abbildung 5-7: Fallstudie 4: Ermittlung des Risikos .....	277
Abbildung 5-8: Fallstudie 4: Scoring Modell für die Ermittlung des Technologie-Risikos.....	278
Abbildung 5-9: Fallstudie 5: Risikoanalyse auf Projekt- und Programmebene	279
Abbildung 5-10: Fallstudie 5: Ausgabemasken für die Risikoanalyse .....	281
Abbildung 5-11: Fallstudie 4: Priorisierung der Risiken für die Festlegung der Risikohandhabungsstrategien.....	284
Abbildung 5-12: Fallstudie 5: Auswertung des „Quantitative Risk Assessment (QRA)“ .....	286
Abbildung 5-13: F&E-Programm-Risikoprofil .....	291
Abbildung 5-14: Project Alert Monitor (PALM).....	292
Abbildung 5-15: Positionierung der Fallstudien.....	296

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1: Erfolgsfaktoren .....	25
Tabelle 1-2: Übersicht und Bewertung der Literaturansätze.....	27
Tabelle 2-1: Übersicht der in der Literatur verwendeten Risikokategorien.....	59
Tabelle 2-2: Risikomanagement-Konzepte in der Literatur .....	75
Tabelle 2-3: Integrationsaspekte des F&E-Programm-Managements .....	82
Tabelle 3-1: Zuordnung der Leitlinien zu den Modellelementen .....	98
Tabelle 3-2: Chancen und Risiken technologischer Führer- und Folgerstrategie .....	117
Tabelle 4-1: Eignung der verschiedenen Instrumente zur Risikoidentifikation ..	153
Tabelle 4-2: Probabilistic-Event-Analyse auf Programmebene .....	169
Tabelle 4-3: Indikatoren des technischen und wirtschaftlichen Risikos.....	184
Tabelle 4-4: Subjektive Erfolgswahrscheinlichkeiten zur Diskriminierung von erfolgreichen und erfolglosen F&E-Projekten .....	204
Tabelle 4-5: Eignung der Methoden der Risikoanalyse und -bewertung für das risikobewusste F&E-Programm-Management.....	207
Tabelle 4-6: Risikomatrix als Instrument der Maßnahmenkontrolle .....	241
Tabelle 5-1: Überblick der Fallstudien .....	263
Tabelle 5-2: Ausprägungen der Einflussgrößen in den Fallstudien.....	266
Tabelle 5-3: Bewertungsraster zur Ermittlung des Risikomanagement-Reifegrads.....	295
Tabelle 5-4: Eingesetzte Instrumente zur Risikoidentifikation.....	297
Tabelle 5-5: Eingesetzte Methoden der Risikoanalyse und -bewertung.....	300
Tabelle 5-6: Schwerpunkte bei der Festlegung von Risikohandhabungsstrategien .....	302
Tabelle 5-7: Intensität des Kontroll- und Informationsversorgungssystems .....	305
Tabelle 5-8: Zusammenfassung der Gestaltungsempfehlungen.....	308

**Abkürzungsverzeichnis**

AktG	Aktiengesetz
Aufl.	Auflage
BB	Betriebs-Berater: Zeitschrift für Recht und Wirtschaft
CAD	Computer Aided Design
CAE	Computer Aided Engineering
CAPM	Capital-Asset-Pricing-Modell
CAX	CA-Techniken
d.h.	das heisst
DB	Der Betrieb
DBW	Die Betriebswirtschaft
DMU	Digital Mock Up
et al.	et alii
etc.	et cetera
F&E	Forschung und Entwicklung
f.	folgende (Seite)
ff.	folgende (Seiten)
FMEA	Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse
FS	Fallstudie
ggf.	gegebenenfalls
HBR	Harvard Business Review
HGB	Handelsgesetzbuch
Hrsg.	Herausgeber
i.e.S.	im engeren Sinne
IEEE	Institute of Electrical and Electronical Engineers
IDW	Institut der Wirtschaftsprüfer in Deutschland e.V.
Jg.	Jahrgang
KonTraG	Gesetz zur Kontrolle und Transparenz im Unternehmensbereich
LK	Lenkungsreis
Mio.	Millionen
PERT	Program Evaluation and Review Technique
QFD	Quality Function Deployment
RP	Rapid Prototyping
S.	Seite
Sp.	Spalte
vgl.	vergleiche
VR	Virtual Reality
z.B.	zum Beispiel
ZfbF	Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung
ZfB	Zeitschrift für Betriebswirtschaft
ZfO	Zeitschrift für Führung und Organisation

# 1 EINLEITUNG

Die langfristige Existenzsicherung ist eines der zentralen Ziele einer Unternehmung.<sup>1</sup> Maßnahmen zur Existenzsicherung werden um so zwingender, je rascher sich die technologischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen des Unternehmens ändern.<sup>2</sup> Aufgrund sinkender Technologie- und Produktlebenszyklen bei zunehmender Sättigung der Märkten reicht es für die Sicherung des langfristigen Überlebens eines Unternehmens nicht aus, das existierende Produktprogramm zu pflegen und dafür neue Marktsegmente zu erschließen.<sup>3</sup> Vielmehr ist es notwendig, durch eine permanente Forschungs- und Entwicklungstätigkeit kontinuierlich Innovationen in den Markt einzuführen.<sup>4</sup> Nach Expertenmeinungen werden Unternehmen in Zukunft in noch größerem Maße von Innovationen abhängig sein als bisher.<sup>5</sup> Für die aktive Zukunftsvorsorge und -sicherung wird die Forschungs- und Entwicklungstätigkeit zum entscheidenden Erfolgsfaktor.<sup>6</sup> Die Innovation wird damit zum Schlüssel der Zukunft.<sup>7</sup>

Der offensichtlich großen Bedeutung von Innovationen für den Unternehmenserfolg steht jedoch bei jeder geplanten Neuproduktentwicklung das Risiko des Misserfolgs gegenüber.<sup>8</sup> Neue Produkte garantieren nicht automatisch das Erreichen von Wachstums- und Gewinnzielen.<sup>9</sup> In diesem Zusammenhang manifestiert sich Risiko als Sterblichkeit von Ideen und Projekten im Projektverlauf, in die

---

<sup>1</sup> Dieses Ziel wird auch dem Gesetz zur Kontrolle und Transparenz im Unternehmensbereich (KonTraG) zugrunde gelegt. Nach KonTraG hat die Unternehmensleitung die Pflicht, das Vermögen zu sichern und Gefahren von dem Unternehmen abzuwehren. Vgl. KonTraG; vgl. auch § 93 Abs. 1 Satz 1 AktG und § 43 Abs. 1 GmbHG

<sup>2</sup> Vgl. zum Wandel der Rahmenbedingungen z.B. COOPER, R. (1993), S. 7; GRIFFIN, A. (1997), S. 430, WILDEMANN, H. (2001c), S. 375; WILDEMANN, H. (1997c), S. 5

<sup>3</sup> Vgl. ALBERS, S.; EGGERS, S. (1991), S.44

<sup>4</sup> Vgl. PERILLIEUX, R. (1991), S. 23; STOCKBAUER, H. (1989), S. 56

<sup>5</sup> Vgl. KLEINSCHMIDT, E.; GESCHKA, H.; COOPER, R. (1996) S. 1

<sup>6</sup> Vgl. BOOZ, ALLEN & HAMILTON (1991), S. 23; vgl. STOCKBAUER, H. (1989), S. 1; WILDEMANN, H. (1993a), S. 9; wie eine Studie von BOOZ, ALLEN & HAMILTON zeigt, ist das Management vieler Unternehmen davon überzeugt, dass durch die Einführung von Neuprodukten eine Verbesserung der Wachstumsaussichten und der Renditesituation erreicht werden kann. So ergab ihre Befragung bei 700 amerikanischen Unternehmen im Jahre 1980, dass durch die Einführung neuer Produkte ein um 35% höherer Wachstumsbeitrag und ein um 40% höherer Gewinnbeitrag für die folgenden fünf Jahre erwartet wurde. Befragungen in Deutschland zeigen ähnliche Befunde und weisen Neuprodukten ebenfalls einen zentralen Stellenwert bei der Sicherung des Überlebens und des Wachstums eines Unternehmens zu. Vgl. KOTZBAUER, N. (1992), S. 1

<sup>7</sup> Vgl. ZAHN, E. (1991), S. 34

<sup>8</sup> Vgl. BOOZ, ALLEN & HAMILTON (1991), S. 23; vgl. KLEINSCHMIDT, E.; GESCHKA, H.; COOPER, R. (1996) S. 1; vgl. FAHRNI, P.; SPÄTIG, M. (1990), S. 158; vgl. SEIDEMANN, W. (1999), S. 6

<sup>9</sup> Vgl. KOTZBAUER, N. (1992), S.1

bereits investiert wurde.<sup>1</sup> Je nach Produktspezifikum ist damit zu rechnen, dass 20% bis 70% aller neu in den Markt eingeführter Produkte Flops werden, d.h. sie nicht die Erwartungen des Unternehmens erfüllen.<sup>2</sup> Nach MANSFIELD et al. erreichen nur circa 40% der F&E-Projekte ihre technische Zielsetzungen. Von den erfolgreich abgeschlossenen Projekten wurden immerhin 45% wegen mangelnder ökonomischer Erfolgsaussichten nicht weiter verfolgt; von den, auf dem Markt eingeführten verbleibenden waren 60% wirtschaftlich nicht erfolgreich.<sup>3</sup> Demnach liegt die Misserfolgsrate bei 87% der von einem Unternehmen begonnenen F&E-Projekte. BALACHANDRA et al. sprechen davon, dass von den circa 16.000 Produkten, die innerhalb eines Jahres im Markt neu eingeführt wurden, nur ca 10% ihre wirtschaftlichen Ziele erreichen.<sup>4</sup> Die Marktwirksamkeit der eingesetzten Entwicklungsleistung, die Entwicklungsproduktivität, ist damit zu gering. 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>5</sup>, scheint in der Praxis nicht verwirklicht zu sein. Fehlgeschlagene F&E-Projekte bedeuten fehlinvestierte Mittel und fehlende Erfolgspotenziale in der Zukunft.<sup>6</sup> Beides wirkt negativ auf die F&E zurück, so dass dann, wenn die fehlgeschlagenen Projekte überhand nehmen, wegen der fehlenden finanziellen Basis die Fortführung der F&E-Tätigkeit und damit die Existenz des Unternehmens überhaupt gefährdet erscheint.<sup>7</sup> Die Ergebnisse der verschiedenen Untersuchungen zur Sterblichkeit von F&E-Projekten verdeutlichen somit, dass der Aspekt des Risikos untrennbar mit der F&E-Tätigkeit verbunden ist und dass das wirtschaftliche Risiko der Innovationstätigkeit oftmals höher ist als das technische Risiko.<sup>8</sup> Das F&E-Management muss mit diesem Risiko umgehen, um trotzdem die gewünschten Ergebnisse mit möglichst minimalem Zeit- und Kostenaufwand zu realisieren.<sup>9</sup> Nach HÄUBER könnten bis zu 30% der für Forschung und Entwicklung aufgewendeten Kosten vermieden werden, wenn die zugänglichen Informationen zur Beseitigung der risikoverursachenden Informationsdefizite konsequenter berücksichtigt würden.<sup>10</sup> Gerade in Zeiten, in denen der Druck auf die Margen die

<sup>1</sup> Vgl. BÜRGE, H.; ACKEL-ZAKOUR, R. (2000), S. 58

<sup>2</sup> ALBERS, S.; EGGERS, S. (1991), S.44

<sup>3</sup> Vgl. MANSFIELD, E.; RAPOPORT, J.; SCHNEE, J.; WAGNER, S.; HAMBURGER, M. (1981), S. 417ff.; vgl. auch SEIDEMANN, W. (1999), S. 90

<sup>4</sup> BALACHANDRA, R.; FRIAR, J. (1997), S. 276

<sup>5</sup> Vgl. WILDEMANN, H. (1993a), S. 9

<sup>6</sup> Vgl. STOCKBAUER, H. (1989), S. 73, vgl. WILDEMANN, H. (1993a), S. 21

<sup>7</sup> Vgl. EICHHORN, J. (1997), S. 44; vgl. FRANKE, A. (1997), S. 170

<sup>8</sup> Vgl. CHAPMAN, C.; WARD, S. (1997a), S. 3; vgl. COOPER, R. (1981), S.47; vgl. MADAUSS, B. (2000), S. 490; vgl. POPP, W. (1989), S. 213; vgl. TRITTE, G.; SCRIVEN, E.; FUSFELD, A. (2000), S.1

<sup>9</sup> Vgl. BÜRGE, H.; HALLER, C.; BINDER, M. (1996), S. 3; WEARNE stellt hierzu folgendes fest: „Risk or uncertainty is the only reason why managers are needed.“, WEARNE, S. (1997), S. 105

<sup>10</sup> Vgl. HÄUBER, E. (1994), S. 68 und S. 70

Spielräume für F&E einengt, kommt daher verstärkt die Frage zur gezielten Chancennutzung und Risikobegrenzung in F&E auf.<sup>1</sup> Im Rahmen der wertorientierten Führung gilt es, dem vielschichtigen Aspekt Risiko besser Rechnung zu tragen und somit auf eine Wertmaximierung bei kontrollierbarem Risiko hinzuwirken.<sup>2</sup> Während bislang von einem gegebenen Risiko in F&E ausgegangen wurde, soll nunmehr das Risiko als beeinflussbare Größe aufgefasst werden<sup>3</sup> und das Management der Risiken als eine (unternehmens)wertschöpfende Aufgabe gesehen werden.<sup>4</sup> Durch den bewussten, kontrollierten Umgang mit Risiken soll eine risikobewusste Chancennutzung gewährleistet werden und damit Wettbewerbsvorteile und eine Unternehmenswertsteigerung realisiert werden.<sup>5</sup> Besonders in wettbewerbsintensiven Industrien wird damit das Risiko nicht mehr als Nachteil, sondern als Wettbewerbsmöglichkeit angesehen.<sup>6</sup> Eine wichtige Voraussetzung, um Wettbewerbsvorteile zu erzielen, ist dabei die Fähigkeit des F&E-Managements, das eigene Risiko als zusätzliche Steuerungsgröße zu begreifen, es zu operationalisieren und aktiv zu gestalten. Das F&E-Management muss hierzu die von ihm bereits eingegangenen und noch einzugehenden Risiken identifizieren, messen sowie steuern und regeln.<sup>7</sup> Aus der Erfahrung von ROBERT und WEISS gehen erfolgreiche Innovatoren nur sehr wohl kalkulierte Risiken ein. Sie wägen das Risiko gegen den erzielbaren Nutzen ihrer Innovation ab: „Innovation ist eine [...] Angelegenheit sorgfältiger Analyse, methodischer Planung und geschulten Augenmaßes dafür, was schiefgehen könnte.“<sup>8</sup> Daraus folgt, dass das F&E-Management einerseits über eine ausreichende Risikobereitschaft verfügen muss, damit Chancenpotenziale realisiert werden können, und es andererseits bei der Auswahl von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten neben den Gewinnchancen in Form von Renditezielen auch Auswirkungen von Verlustrisiken in das Kalkül einzubeziehen hat.<sup>9</sup> Wegen der steigenden Risiken für das F&E-Programm insgesamt werden Entwicklung und Implementierung von Risikosteuerungssystemen auf Multiprojektmanagementebene immer wichtiger.<sup>10</sup> Damit rückt das Risikomanagement auf strategischer Ebene, verstanden als Kontrolle und Lenkung

---

<sup>1</sup> Vgl. PRITZER, B. (1999), S. 147

<sup>2</sup> Vgl. WILDEMAN, H. (2001a), S. 21ff.

<sup>3</sup> Vgl. ECKERT, D. (1985), S. 6

<sup>4</sup> Vgl. FÜSER, K.; GLEISSNER, W.; MEIER, G. (1999), S. 753

<sup>5</sup> Vgl. KPMG (1998), S. 7; vgl. TEICHMANN, U.; ERKENS, N. (2000), S. 8

<sup>6</sup> RUPING, K.; VON ZEDTWITZ, M. (2001), S. 364f.; einige Autoren sprechen sogar von einem Paradigmenwechsel: „Risk management represents a new paradigm for many project-driven organizations.“ PINTO, J. (2002), S. 23

<sup>7</sup> Vgl. HAHN, D. (1987), S. 139

<sup>8</sup> ROBERT, M., WEISS, A. (1990), S. 32

<sup>9</sup> Vgl. BROCKHOFF, K. (1996), Sp. 540f.; vgl. Vgl. SAAD, K.; ROUSSEL, P.; TIBY, C. (1991), S. 44

<sup>10</sup> Vgl. WOLLMANN, P.; PLEUGER, G. (2002), S. 107

der auftretenden Risiken im F&E-Programm<sup>1</sup>, in den Fokus der Betrachtungen: „Therefore, risk, uncertainties, and probabilities of success must be somehow built into the portfolio model and be visible in the project selection process.“<sup>2</sup> Gleichzeitig stellt COOPER jedoch fest, dass das Konzept des Risikomanagements im F&E- und Innovationsmanagement noch nicht sehr weit fortgeschritten ist.<sup>3</sup>

## 1.1 Problemstellung

Die Forschung und Entwicklung steht im Spannungsfeld von Erfolgsvoraussetzung und Verlustursache: „For R&D projects, there's always a trade-off between risk and opportunity.“<sup>4</sup> Die Neuproduktentwicklung kann ebenso riskant sein wie ein Verzicht auf Innovationen, da nur eine im wirtschaftlichen Sinn erfolgreiche F&E-Tätigkeit Erfolgspotenziale für die Zukunft zu schaffen vermag.<sup>5</sup> Für die Unternehmenspraxis ergibt sich das Problem, die Voraussetzungen für die Ausnutzung von Chancen und die Vermeidung von Risiken bei der Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zu schaffen. SAAD et al. sprechen in diesem Zusammenhang von einem bewussten Jonglieren mit den Risiken und Chancen von Innovationen.<sup>6</sup> Die Schlüsselaufgabe des F&E-Programmanagements besteht in einer Abwägung der potenziellen Ertragschancen gegenüber dem Risiko eines Fehlschlages.<sup>7</sup> Nach BÜRGELE et al. darf die Problematik aber keinesfalls dazu führen, dass das Risiko, das eingegangen werden soll, zu minimieren ist, da dadurch Innovationen verhindert werden, die den Schlüssel zu langfristigem wirtschaftlichem Erfolg darstellen.<sup>8</sup> Da hinter jedem Risiko auch Chancen stehen,<sup>9</sup> darf das Risiko nicht minimiert oder gar eliminiert werden. Es gilt in aller Regel: „Kein Risiko ohne Chance, aber auch keine Chance ohne Risiko“<sup>10</sup>. Nach SOMMERLATTE muss dem Unternehmen immer bewusst bleiben, dass längerfristig das größte Risiko darin besteht, nicht zu innovieren und von den innovativen Produkten und Leistungen der Konkurrenz überrollt zu werden.<sup>11</sup> Das Risiko bei Innovationen ist vielmehr durch eine gezielte Identifikation, Bewertung und Handhabung zu optimieren, um dadurch ein bewusstes Eingehen von Risiken

---

<sup>1</sup> Vgl. SEIDEL, M.; STAHL, M. (2001), S.100

<sup>2</sup> MORRIS, P.; TEISBERG, E.; KOLBE, A. (1991), S. 35

<sup>3</sup> Vgl. COOPER, R. (1981), S. 48

<sup>4</sup> Vgl. WANG, J.; ROUSH, M. (2000), S. 15

<sup>5</sup> Vgl. STOCKBAUER, H. (1989), S. 53

<sup>6</sup> Vgl. SAAD, K.; ROUSSEL, P.; TIBY, C. (1991), S. 5

<sup>7</sup> Vgl. ABETTI, P.; STUART, W. (1988), S. 40

<sup>8</sup> Vgl. BÜRGELE, H.; ACKEL-ZAKOUR, R. (2000), S. 55

<sup>9</sup> Vgl. LÜCK, W. (2002a), S. 30

<sup>10</sup> LÜCK, W. (2002c), S. 52

<sup>11</sup> Vgl. SOMMERLATTE, T. (2001), S. 11

zu ermöglichen. COOPER stellt hierzu fest, dass „Effective new product venture management is effective risk management.“<sup>1</sup> Innerhalb des F&E-Managements muss deshalb zunächst eine Atmosphäre der Offenheit gegenüber strategischen Risiken geschaffen und die Bereitschaft gefördert werden, sich mit bedrohlichen Risiken bewusst auseinander zu setzen.<sup>2</sup> Das F&E-Management muss einerseits den Risikoaspekten in F&E Rechnung tragen und andererseits gleichzeitig die sich ergebenden Chancen gezielt ausnutzen. Überlegungen, die zu einer Trennung zwischen Chancen- und Risikomanagement führen, stehen einer integrativen Lösung im Wege<sup>3</sup> und sind daher bei Neuproduktvorhaben nicht zielführend. SCHUSTER konstatiert jedoch für die Praxis ein Ungleichgewicht zwischen Chancen- und Risikomanagement.<sup>4</sup> Er stellt fest, dass die Mehrheit der Manager von ihrer Anlage, ihrem Werdegang und ihrer individuellen Interessenlage her primär um eine persönliche Risikominimierung bemüht sind.<sup>5</sup> Die Lösung der Problematik sollte in einer Kombination von Chancen- und Risikomanagement bestehen. Die Priorität für das F&E-Management sollte bei dem Chancenmanagement liegen, das durch ein systematisches, strukturiertes und flächendeckendes Risikomanagement flankierenden Unterstützung erhält. Risiken sollten in diesem Verständnis immer bewusst und kontrolliert eingegangen werden und nur dann, wenn sie einen Beitrag zur Wertsteigerung des Unternehmens leisten können.

In dem Spannungsfeld zwischen Chance und Risiko ist es die Aufgabe des F&E-Managements, die Effektivität und Effizienz der Entwicklungsleistung unter Berücksichtigung der Risiken zu steigern. Voraussetzung hierfür ist, dass die Risiken frühzeitig identifiziert und Maßnahmen zu ihrer Handhabung<sup>6</sup> eingeleitet werden. Risikomanagement bedeutet dabei mehr als reaktives Verhalten zur Minimierung des Schadensausmaßes im Risikoeintrittsfall: „A considerably more intelligent strategy for risk management is to be proactive. A proactive strategy begins long before technical work is initiated.“<sup>7</sup> Risikomanagement ist keine alleinige Aufgabe in Problem- und Krisensituationen,<sup>8</sup> sondern ein wichtiger Bestandteil der täglichen Entscheidungen im Rahmen des F&E-Managements. Trotz der erkennbaren Bedeutung des Risikomanagements sind deutliche Defizite in den bestehenden

---

<sup>1</sup> Vgl. COOPER, R. (1979), S. 93

<sup>2</sup> Vgl. SCHUSTER, H.-P. (1988), S. 25

<sup>3</sup> Vgl. BIERFELDER, W. (1985), S. 5

<sup>4</sup> Vgl. SCHUSTER, H.-P. (1988), S. 26

<sup>5</sup> Vgl. SCHUSTER, H.-P. (1988), S. 25

<sup>6</sup> SEIFERT stellt bei einem Unternehmen der Konsumgüterindustrie fest, dass circa 30% des F&E-Budgets dafür eingesetzt wurden, das Risiko von Produkten und Produktionsprozessen einzugrenzen. Vgl. SEIFERT, W. (1986), S. 102

<sup>7</sup> WANG, J.; ROUSH, M. (2000), S. 202

<sup>8</sup> Vgl. JACOB, H. (1986), S. 3

Ansätzen erkennbar. Diese Defizite lassen sich zu folgenden Punkten zusammenfassen:

- Dominanz der technischen Risiken: Nicht zuletzt durch die Dominanz von Technikern im F&E-Geschehen<sup>1</sup> erfolgte bisher häufig eine Fokussierung der technischen Risiken. Das Risikomanagement in F&E muss jedoch neben den technischen Risiken auch die wirtschaftlichen Risiken stärker berücksichtigen:<sup>2</sup> „This means, that we have to look beyond R&D to manage risk, and we must go beyond the familiar R&D risk-management tools, such as design reviews and engineering prototype testing.“<sup>3</sup> Dies bedingt auch eine Abkehr von übertriebenen Quantifizierungsbemühungen der Risiken: „The focus on project risk management development has slightly turned from development of the quantitative side into development understanding about the risk management process.“<sup>4</sup>
- Mangelnde Intensität: Risikomanagement wird häufig als reaktive Aufgabe in Problemsituationen verstanden. HAMEL und PRAHALAD belegen, dass sich das Management in weniger als drei Prozent ihrer verfügbaren Zeit mit Risikomanagement beschäftigt.<sup>5</sup> Notwendig ist jedoch eine mehr proaktive Handlungsweise im Umgang mit Risiken. Voraussetzung hierfür ist die Bereitstellung von Ressourcen für das Management der Risiken.
- Schwerpunkt der Risikomanagementaktivitäten bei der Projektrealisierung: Bisherige Risikomanagementaktivitäten beschränken sich auf die Optimierung der Risikolage einzelner Projekte. Es kann jedoch festgestellt werden, dass analog zu den gestalterischen Möglichkeiten in den frühen Phasen des Projektlebenszyklus auch die potenziellen Risiken deutlich höher sind als in den späteren Phasen.<sup>6</sup> STREBEL bemerkt hierzu, dass die möglichen Verluste aufgrund eintretender Risiken also umso höher sind, je später das Schadensereignis wirksam wird.<sup>7</sup> Weiterhin ist festzustellen, dass die situationsgerechte und begründete Projektbewertung, -auswahl und -priorisierung ein wichtiger Stellhebel zur Steigerung der Effektivität von F&E ist.<sup>8</sup> Falsche Auswahlentscheidungen können auch durch eine hohe Effizienz der Projektrealisierung

---

<sup>1</sup> Vgl. SCHUSTER, H.-P. (1988), S. 32

<sup>2</sup> WANG et al. stellen in diesem Zusammenhang fest, dass „Modern engineering projects require concurrent management of technical risk, cost risk, and schedule risk.“; WANG, J.; ROUSH, M. (2000), S. 199

<sup>3</sup> SMITH, P. (1999), S. 26

<sup>4</sup> ARTTO, K. (1997), S. 12

<sup>5</sup> Vgl. HAMEL, G.; PRAHALAD, C. (1997)

<sup>6</sup> Vgl. BÜRCEL, H.; HESS, S.; KLEINERT, S. (2000), S. 18

<sup>7</sup> Vgl. STREBEL, H. (1968), S. 207

<sup>8</sup> Vgl. WILDEMANN, H. (1993a), S. 181ff.; COOPER et al. stellen hierzu folgendes fest: „There are two ways for a business to succeed at new products: doing projects right, and doing the right projects.“; COOPER, R.; EDGETT, S.; KLEINSCHMIDT, E. (2000), S. 18

nicht ausgeglichen werden.<sup>1</sup> Dementsprechend muss das Risikomanagement bereits im Rahmen der F&E-Programm-Planung vollzogen werden. Somit sollte die Risikoanalyse, -überwachung und -steuerung bereits bei der Projektauswahl beginnen und das F&E-Projekt bis zu seinem Ende begleiten.<sup>2</sup> Die Multiprojektbetrachtung der Risiken im F&E-Programm hat auch den Vorteil, dass Risikosenkungseffekte durch Diversifikation berücksichtigt werden können.

Die Problemstellung für das F&E-Management besteht somit darin, eine simultane Planung von Projekten mit unterschiedlichem Risikogehalt, differierendem Komplexitäts-, Neuheits- und Standardisierungsgrad und voneinander abweichenden Laufzeiten vorzunehmen und diese in ein F&E-Programm zu integrieren. Für den bewussten Umgang mit Risiken sind dabei die vorhandenen Ansätze für ein Risikomanagement auf die Belange im F&E-Programm zu übertragen und anzupassen. Zwar wird immer wieder von einer Integration des Risikomanagements in sämtliche Unternehmensprozesse gesprochen; die Frage, wie dies konkret umgesetzt werden soll, bleibt jedoch zumeist offen.<sup>3</sup> Die hohen Risiken bei Innovationsvorhaben erfordern geeignete Planungs- und Managementkonzepte, die es erlauben, die Risiko- und Chancenkomponenten im Interesse des Unternehmens zu beeinflussen.<sup>4</sup> Zur Chancenverfolgung ist damit ein formalisierter und zielgerichteter Umgang mit Risiken notwendig.<sup>5</sup> Die Vorgehensweise zur Zusammenstellung des F&E-Programms muss gewährleisten, dass die erfolgreichen Projekte die Verluste aus Fehlschlägen ausgleichen beziehungsweise überkompensieren.<sup>6</sup>

Die Problemstellung lässt sich zusammenfassend durch mehrere Lücken beschreiben. Zunächst besteht eine Realisierungslücke, wie die Studien zur Sterblichkeitsrate von F&E-Projekten zeigen. Durch ein effektives Risikomanagement können technische und wirtschaftliche Risiken frühzeitig erkannt und durch ein gezieltes Einwirken auf den Risikoentstehungs- und -wirkungsprozess optimiert werden. Risikomanagement orientiert sich an der zugrunde liegenden Unternehmensstrategie und gewährleistet eine störungsfreie Realisierung der Unternehmensziele. Bei mangelnder Integration des Risikomanagements, des F&E-Programm-Managements und der Unternehmensstrategie verläuft die Zusammenstellung des F&E-Programms zufällig und bei mangelnder Chancen- und

---

<sup>1</sup> Vgl. SCHMELZER, H.-J. (1992), S.114

<sup>2</sup> SCHMELZER, H.-J. (2001), S.169

<sup>3</sup> Vgl. POLLANZ, M. (1999), S. 1277

<sup>4</sup> Vgl. POPP, W.; SCHMITT, M. (1999), S. 107

<sup>5</sup> „Whether the firm establishes risk assessment teams, risk identification „gates“ or some other operating procedure, the end result is to create a more formalized process for a priori determination of the pool of relevant project risks.“ PINTO, J. (2002). S. 24

<sup>6</sup> Vgl. STREBEL, H. (1968), S. 207

Risikoorientierung ab. Durch dieses Integrationsdefizit wird eine strategische Lücke, die zu Effektivitätsverlusten führt, begründet. Eine Prozesslücke liegt vor, wenn durch eine mangelnde Abstimmung des Prozesses zur Zusammenstellung des F&E-Programms und des Risikomanagementprozesses Effizienzverluste entstehen. Zuletzt kann eine Methodenlücke identifiziert werden, da herkömmliche Methoden den Anforderungen der Risikoidentifikation, -analyse, -bewertung und -überwachung im Kontext des F&E-Programms nicht gerecht werden.

Aus der Problemstellung leitet sich der Gegenstand der vorliegenden Arbeit ab, zu dessen Bewältigung folgende Fragen beantwortet werden sollen:

- Wie wird das Risikophänomen und dessen gezielte Beeinflussung im Kontext des F&E-Programm-Managements theoretisch behandelt? Welches Modell eignet sich als Basis der Systemgestaltung?
- Welche Einflussgrößen wirken auf die Gestaltung des Risikomanagements im F&E-Programm und welche Zusammenhänge bestehen zwischen den Ausprägungen der Einflussgrößen und der Systemgestaltung?
- Wie werden die Risiken bei F&E-Projekten und im F&E-Programm systematisch aufgedeckt und wie werden sie gemessen? Welche Methoden sind zielführend und wie werden sie ausgewählt?
- In welcher Richtung ist nach Maßnahmen zur Risikohandhabung zu suchen? Von welchen Umständen hängt die Wahl des konkreten Instruments zur Risikohandhabung ab?
- Wie weit soll die Überwachung der Risiken vorangetrieben werden? Welche Kontrollbereiche sind zu unterscheiden und welche Instrumente sind einzusetzen?
- Wie werden in der Praxis Systeme zum risikobewussten F&E-Programm-Management gestaltet?
- Welche Gestaltungsempfehlungen sind zielführend?

Die Beantwortung der Fragen setzt zunächst eine Systematisierung möglicher Lösungsansätze und eine Untersuchung ihres Beitrags zu der vorliegenden Problematik voraus.

## **1.2 Behandlung der Thematik in der Literatur**

Die Problemstellung gehört zu den zentralen Themen des Innovationsmanagements, des F&E-Managements und des Risikomanagements. Mit ihr befassen sich eine Reihe von Autoren mit unterschiedlicher Schwerpunktsetzung. Lösungsansätze für die formulierte Problemstellung liegen jedoch nur partiell und noch nicht zu einem Gesamtkonzept integriert vor. Es ist sinnvoll, vorhandene Ansätze der Bereiche:

- Innovations-, F&E- und Technologiemanagement,
- Projekt- und Multiprojektmanagement,
- Risikomanagement,
- Finanzmanagement,
- Entscheidungstheorie sowie
- Erfolgsfaktorenforschung

den Problemkomponenten zuzuordnen und nach ihrem Beitrag zur Beantwortung der in der Problemstellung aufgeworfenen Fragen zu untersuchen.

### 1.2.1 Innovations-, F&E- und Technologiemanagement

Das F&E-Management stellt eine Teilmenge des Innovationsmanagements dar und bezieht sich auf naturwissenschaftlich-technische Prozesse im Rahmen der Produkt-/Prozessentstehung.<sup>1</sup> Zu den Aufgaben des Innovationsmanagements sind neben dem Aufgabenspektrum des F&E-Managements zusätzlich die Prozesse zur Produktions- und Markteinführung zu zählen.<sup>2</sup> In der Unternehmenspraxis werden die Grenzen zwischen Innovations- und F&E-Management zunehmend fließend,<sup>3</sup> so dass folgend diese beiden Ansätze parallel betrachtet werden sollen. Die Aufgabe des Technologiemanagements ist die Aufrechterhaltung der technologischen Wettbewerbsfähigkeit, die eine Beschaffung, Speicherung und Verwertung neuen technologischen Wissens beinhaltet.<sup>4</sup> Aufgrund der Neuartigkeit und Komplexität der Innovationsvorhaben bedeutet Innovations- und F&E-Management zwangsläufig auch immer einen Umgang mit Risiken.<sup>5</sup> In der neueren Literatur zum Innovations- und F&E-Management wird zunehmend ein gezieltes Management der Risiken als Chance gesehen. Die steigende Bedeutung des Risikomanagements lässt sich aus einer Analyse der Zitationshäufigkeit in wissenschaftlichen Publikationen ermitteln. So stieg die Bedeutung des Theoriebausteins „Risikomanagement“ im „Journal of Product Innovation Management“ von 1993 mit 0% auf über 16% im Jahre 1998.<sup>6</sup> Damit stellte in 1998 das Risikomanagement eines der am häufigsten bearbeiteten Themen dar. Der Risikoaspekt im Innovations- und F&E-Management wird hierbei jedoch meist nur auf einzelne F&E-Projekte bezogen. Eine Betrachtung der Risiken auf F&E-Programmebene findet nur in Ausnahmefällen statt. So stellt WILDEMANN in seinem Just-In-Time-

---

<sup>1</sup> Vgl. BROCKHOFF, K. (1999), S. 35ff.; BÜRCEL, H.; HALLER, C.; BINDER, M. (1996), S. 15ff.; HAUSSCHILDT, J. (1997), S. 27f.;

<sup>2</sup> BÜRCEL, H.; HALLER, C.; BINDER, M. (1996), S. 15

<sup>3</sup> Vgl. hierzu die Erläuterungen bei ROUSSEL, P.; SAAD, K.; ERICKSON, T. (1991), S. 23ff.

<sup>4</sup> Vgl. BROCKHOFF, K. (1999), S. 70f.; HAUSSCHILDT, J. (1997), S. 28

<sup>5</sup> Vgl. BÜRCEL, H.; HESS, S.; KLEINERT, S. (2000), S. 18

<sup>6</sup> Vgl. BÜRCEL, H.; SCHULTHEISS, R. (1999), S. 27

Konzept für F&E Leitlinien zur Steigerung der Effektivität und Effizienz von Forschung, Entwicklung und Konstruktion auf und definiert Bausteine zu deren Optimierung.<sup>1</sup> Die Steigerung der Effizienz wird dabei durch die Realisierung der fünf Gestaltungsprinzipien:<sup>2</sup>

- Vorverlagerung von Erkenntnisprozessen,
- Erhöhung des Anteils deterministischer Prozesse,
- Parallelisierung von Aktivitäten,
- Integration von Aktivitäten und
- Beschleunigung von Aktivitäten

des Simultaneous Engineering erreicht. Die Umsetzung dieser Prinzipien wirkt doppelt auf die Risiken im Innovations- und F&E-Prozess. Einerseits werden durch Simultaneous Engineering die Innovations- und F&E-Zeiten reduziert, was eine Erhöhung der Prognosegenauigkeit und damit eine Verringerung der Unsicherheit als Bestimmungsfaktor des Risikos mit sich bringt.<sup>3</sup> Andererseits bewirkt Simultaneous Engineering auch eine Minimierung der Risiken aufgrund der Reduktion der Informationsunvollkommenheit entlang des Prozesses.<sup>4</sup> Werden diese Prinzipien nicht ausreichend oder falsch umgesetzt, so können durch eine Verkürzung der Entwicklungszeiten, gepaart mit einer stärkeren zeitlichen Überlappung der Aufgabeninhalte, die Risiken aber auch steigen. Zur Effektivitätssteigerung definiert WILDEMANN die fünf Bausteine „Strategische Ausrichtung der F&E“, „Planung des F&E-Programms“, „Selektion der F&E-Projekte“, „Budgetierung der F&E“ und „Bestimmung der Entwicklungstiefe“.<sup>5</sup> Auf Programmebene nähert sich WILDEMANN dem Risikoaspekt durch die Diskussion geeigneter Methoden zur Projektselektion. Eine explizite Betrachtung der Risiken im F&E-Programm und deren gezielte Steuerung unterbleibt jedoch. Auch bei den Autoren BROCKHOFF, POPP und SPECHT et. al. ist eine Verkürzung der Risikobetrachtung auf den Methodenaspekt festzustellen.<sup>6</sup> Primärer Einsatzbereich dieser Methoden ist die Ebene einzelner Projekte. Eine ganzheitliche Modellbetrachtung zum Management der Risiken auf Programmebene findet sich in der Literatur zum Innovations- und F&E-Management nicht. COOPER stellt in diesem Zusammenhang fest: „Although new product development is one of the riskiest activities of modern corporation, relatively little account is taken of risk measurement in the

---

<sup>1</sup> Vgl. WILDEMANN, H. (1993a), S. 23 und 181

<sup>2</sup> Vgl. WILDEMANN, H. (1993a), S. 27

<sup>3</sup> Vgl. WILDEMANN, H. (1993a), S. 10

<sup>4</sup> Vgl. HÄNGGL, R. (1995), S. 93

<sup>5</sup> Vgl. WILDEMANN, H. (1993a), S. 181ff.

<sup>6</sup> Vgl. BROCKHOFF, K. (1999), POPP, W. (1989); SPECHT, G.; BECKMANN, C.; AMELINMEYER, J. (2002)

R&D project selection literature“.<sup>1</sup> Dieses Defizit stellen auch BÜRGELE et al. fest und entwickeln ein Konzept zum integrierten F&E-Risikomanagement. Im Kern basiert dieses Konzept auf den Phasen der Risikoidentifikation, Risikoquantifizierung und -bewertung sowie auf der Generierung einer Risikostrategie.<sup>2</sup> Zur Risikoidentifikation schlagen BÜRGELE et al. den Einsatz des allgemeinen Risikoportfolios mit den Dimensionen „Wahrscheinlichkeit eines Schadens“ und „Gefährdungsgrad durch Scheitern“ vor. In diesem Portfolio werden die F&E-Projekte positioniert und in drei Risikokategorien priorisiert. Je nach Positionierung im Portfolio können drei verschiedene Risikostrategien zur Handhabung der Risiken identifiziert werden.<sup>3</sup> Eine Detaillierung dieser Risikostrategien wird von den Autoren jedoch nicht vorgenommen. BÜRGELE et al. beschränken sich in ihren Ausführungen auf das Instrument des allgemeinen Risikoportfolios. Eine Betrachtung von alternativen Bewertungsinstrumenten erfolgt nicht. In einer anderen Publikation beschreiben BÜRGELE et al. sechs Bausteine eines integrierten Risikomanagements, die im Wesentlichen einzelne Beispiele von Risikohandhabungsmaßnahmen im Bereich der F&E darstellen.<sup>4</sup> Eine Verknüpfung dieser Handlungsanleitungen mit der Risikobewertung im allgemeinen Risikoportfolio wird von den Autoren jedoch nicht vorgenommen. Auch werden nur selektiv einzelne Maßnahmen zur Risikohandhabung herausgegriffen, die für eine gezielte Anwendung eines übergreifenden Ordnungsschematas und einer Hilfestellung bei der Auswahl bedürfen. SCHMELZER beschreibt in seinem Ansatz Möglichkeiten zur Analyse, Gestaltung und Überwachung der Risiken in Entwicklungsprojekten.<sup>5</sup> Er verknüpft das Risikomanagement mit dem Gating-Prozess und gibt Hinweise zur Gestaltung der Risikoüberwachung bei F&E-Projekten und im F&E-Programm. Eine Diskussion von potenziellen Risikohandhabungsstrategien findet bei SCHMELZER nicht statt. Auch werden keine Hinweise über die potenziellen Ursache-Wirkungsbeziehungen zwischen den Risikofaktoren und den resultierenden Risiken gegeben.

Stellt man das wirtschaftliche Risiko dem technischen gegenüber, so ist nach gängiger Meinung in der Literatur das wirtschaftliche Risiko von F&E ungleich größer als das technische.<sup>6</sup> Annähernd 60% der Projektabbrüche in F&E sind auf unbefriedigende wirtschaftliche Aussichten und nur 40% auf technische Schwierigkeiten zurückzuführen.<sup>7</sup> Folglich entspringt das entscheidende Risiko von F&E-Vorhaben nicht aus der technisch-wissenschaftlichen Unsicherheit, sondern aus

---

<sup>1</sup> COOPER, R. (1981), S. 47

<sup>2</sup> Vgl. BÜRGELE, H.; ACKEL-ZAKOUR, R. (2000), S. 61ff.

<sup>3</sup> Vgl. BÜRGELE, H.; ACKEL-ZAKOUR, R. (2000), S. 66f.

<sup>4</sup> Vgl. BÜRGELE, H.; HESS, S.; KLEINERT, S. (2000), S. 23

<sup>5</sup> Vgl. SCHMELZER, H. (2001), S. 169ff.

<sup>6</sup> Vgl. COMMES, M. T.; LIENERT, R. (1983), S.349; vgl. auch LITTLE, A. D. (1994), S. 85

<sup>7</sup> Vgl. LANGE, E. (1993), S. 36

der markt- und wettbewerbsbezogenen Unsicherheit. Betrachtet man demgegenüber die Behandlung der Risiken in der Literatur zum Innovations- und F&E-Management, so ist festzustellen, dass die Diskussion der technischen Risiken eine weitaus längere Tradition besitzt als die der wirtschaftlichen Risiken. Die bekannten Methoden wie FMEA, SPC und DOE zielen vornehmlich auf eine Bewältigung der technischen Risiken. Insofern kann auch eine Methodenlücke zur Identifikation und Analyse von wirtschaftlichen Risiken im Innovations- und F&E-Management festgestellt werden.

Im Vordergrund des Technologiemanagements steht die Chancen- und Risikobetrachtung des Technologiepotenzials eines Unternehmens. In diesem Zusammenhang werden Instrumente wie Stärken-Schwächen-Analysen,<sup>1</sup> Scoringverfahren,<sup>2</sup> Technologieportfolios,<sup>3</sup> Techniekalender,<sup>4</sup> S-Kurven-Modelle und Technologielebenszyklusanalysen<sup>5</sup> sowie Roadmaps<sup>6</sup> eingesetzt. Eine explizite Berücksichtigung der Risiken ist dabei nur ansatzweise erfolgt. So wird durch das Scoringverfahren und die Stärken-Schwächen-Analysen die Risikoidentifikation und Risikoanalyse methodisch vergleichsweise gut unterstützt. Einen Beitrag zur Risikohandhabung können diese Methoden jedoch nicht leisten. Demgegenüber kann die Risikohandhabung durch die in einigen Technologieportfolios hinterlegten Normstrategien methodisch unterstützt werden. Eine Betrachtung der Ursache-Wirkungskette zwischen Risikofaktor und resultierendem Risiko ist jedoch nicht möglich. Auch erfolgt bei den Technologieportfolios eine unzweckmäßige Überlagerung verschiedener Risikoarten und eine intransparente Aufrechnung der bestehenden Chancen mit den potenziellen Risiken.

### 1.2.2 Projekt- und Multiprojektmanagement

Neben dem Innovations- und F&E-Management können die Ansätze aus dem Bereich des Projekt- und Multiprojektmanagements einen Beitrag zur Bewältigung der Problemstellung leisten. Das Projektmanagement stellt ein Führungskonzept zur Lösung temporärer, interdisziplinärer Aufgaben dar, die einen hohen Grad an Komplexität und Neuartigkeit aufweisen.<sup>7</sup> Das Konzept zur Führung mehrerer paralleler Projekte wird analog als Multiprojektmanagement bezeichnet. Gegen-

---

<sup>1</sup> Vgl. KREIKEBAUM, H. (1997), S. 139f.

<sup>2</sup> Vgl. SCHLAWECK, K. (1991), S. 169

<sup>3</sup> Vgl. PFEIFFER, W.; DÖGL, R. (1997), S. 405ff; BÜRGEL, H.; HALLER, C.; BINDER, M. (1996), S. 97

<sup>4</sup> Vgl. WILDEMANN, H. (1987), S. 59ff.

<sup>5</sup> Vgl. BROCKHOFF, K. (1999), S. 185f.; BÜRGEL, H.; HALLER, C.; BINDER, M. (1996), S. 88ff.; vgl. auch KRUBASIK, E. (1982), S. 29

<sup>6</sup> Vgl. WILDEMANN, H. (2003)

<sup>7</sup> Vgl. PLATZ, J.; SCHMELZER, H. (1986), S. 7

stand des Projektmanagements ist somit das F&E-Projekt, wohingegen sich das Multiprojektmanagement auf das F&E-Programm bezieht. HAUSSCHILDT weist darauf hin, dass aufgrund des aus der Ressourcenkonkurrenz entstehenden Konfliktgehalts das Multiprojektmanagement einer speziellen Koordinationsform bedarf.<sup>1</sup> Das (Multi-)Projektmanagement besteht aus einer organisationalen Ebene, einer Lenkungsebene und einer instrumentalen Ebene.<sup>2</sup> Die organisationale Ebene beschreibt die Gestaltung des Aufbaus und Ablaufs von F&E-Projekten und -Programmen. In der Lenkungsebene sind die Systembestandteile Planung, Überwachung und Steuerung der Zielerreichung von F&E-Projekten und -Programmen enthalten. Schließlich enthält die instrumentale Ebene Methoden, Verfahren und Werkzeuge, die die Lenkung und Organisation von F&E-Projekten und -Programmen unterstützen. Diese Modellvorstellung kann auf das risikobewusste F&E-Programm-Management übertragen werden. Mit der Anwendung von Projekt- und Multiprojektmanagement sollen die Risiken vermindert werden, die mit der Durchführung von F&E-Projekten und -Programmen verbunden sind.<sup>3</sup> Tatsächlich gewinnt das Management der Risiken jedoch erst in jüngster Vergangenheit an Bedeutung im Projekt- und Multiprojektmanagement. Erst seit der Aufnahme eines expliziten Risikomanagementsystems in das vom Project Management Institute (PMI) in Pennsylvania herausgegebene Projektmanagement Standard Handbuch „A Guide to Project Management of Body of Knowledge (PMBOK® Guide)“<sup>4</sup> in 1996 gewann das Risikomanagement an Beachtung. Zusätzlich hat 1997 die U.K. Association for Project Management einen detaillierten Leitfaden „Project analysis and management guide“<sup>5</sup> zum Prozess des Risikomanagements im Kontext des Projektmanagements veröffentlicht. RAZ et al. stellen fest, dass „The management of risk in projects is currently one of the main topics of interest for researchers and practitioners working in the area of project management“<sup>6</sup>. In der jüngsten Ausgabe 2000 des PMI-Handbuchs wurde insbesondere das Kapitel über das Projektrisikomanagement erheblich erweitert. Im PMI-Handbuch werden die Prozessbausteine „Risk Identification“, „Risk Quantification“, „Risk Response Development“ und „Risk Control“ für das Risikomanagement bei einzelnen Projekten beschrieben. Eine Betrachtung des Risikomanagements für das F&E-Programm wird nicht vorgenommen. Nach KÜHN et al. ist eine Risikoanalyse für das Projektportfolio bisher die seltene Ausnahme.<sup>7</sup> Bestenfalls, so stellen die Autoren fest, werden die Projekte in ein Risikoportfolio eingetragen, um riskante von weniger riskanten Vorhaben zu un-

<sup>1</sup> Vgl. HAUSSCHILDT, J. (1997), S. 91

<sup>2</sup> Vgl. PLATZ, J.; SCHMELZER, H. (1986), S. 19ff.

<sup>3</sup> Vgl. PLATZ, J.; SCHMELZER, H. (1986), S. 7

<sup>4</sup> Vgl. PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (1996)

<sup>5</sup> U.K. ASSOCIATION FOR PROJECT MANAGEMENT (1997)

<sup>6</sup> RAZ, T.; MICHAEL, E. (2001), S. 9

<sup>7</sup> Vgl. KÜHN, F.; HOCHSTRAHS, A.; PLEUGER, G. (2002), S. 70

terscheiden. ARTTO et al. bemängeln auch die geringe Anzahl von Literaturbeitägen zum Risikomanagement im Kontext des F&E-Programms: „There are not many studies reported on risk management developments associated with project portfolio risk aspects [...]“<sup>1</sup> Weiter stellen die Autoren fest, dass „Risk Management discourse has focused on managing risks in single projects. [...] there is a need for a wider perspective of risk management. This multi project environment is coming to be known as project portfolio management. It looks to be important in the future.“<sup>2</sup> Bisher liegt in der Literatur zum Projekt- und Multiprojektmanagement jedoch noch kein geschlossenes Konzept zur Führung von F&E-Programmen unter einem stärkeren Einbezug der Risikomanagementaspekte vor.<sup>3</sup> Einige der wenigen Autoren, die sich in der deutschsprachigen Projektmanagementliteratur dem Risikoaspekt im Umfeld des F&E-Programms annehmen, sind PATZAK und RATTAY.<sup>4</sup> Jedoch beschränken sich ihre Ausführungen auf die Durchführung von Portfolioanalysen. Ein durchgängiges Konzept zur Identifikation, Bewertung und Handhabung der Risiken im F&E-Programm erfolgt nicht. Versucht man den Entwicklungspfad des Risikomanagements im Projekt- und Multiprojektmanagement zu skizzieren, so gelangt man zur folgenden Abbildung:

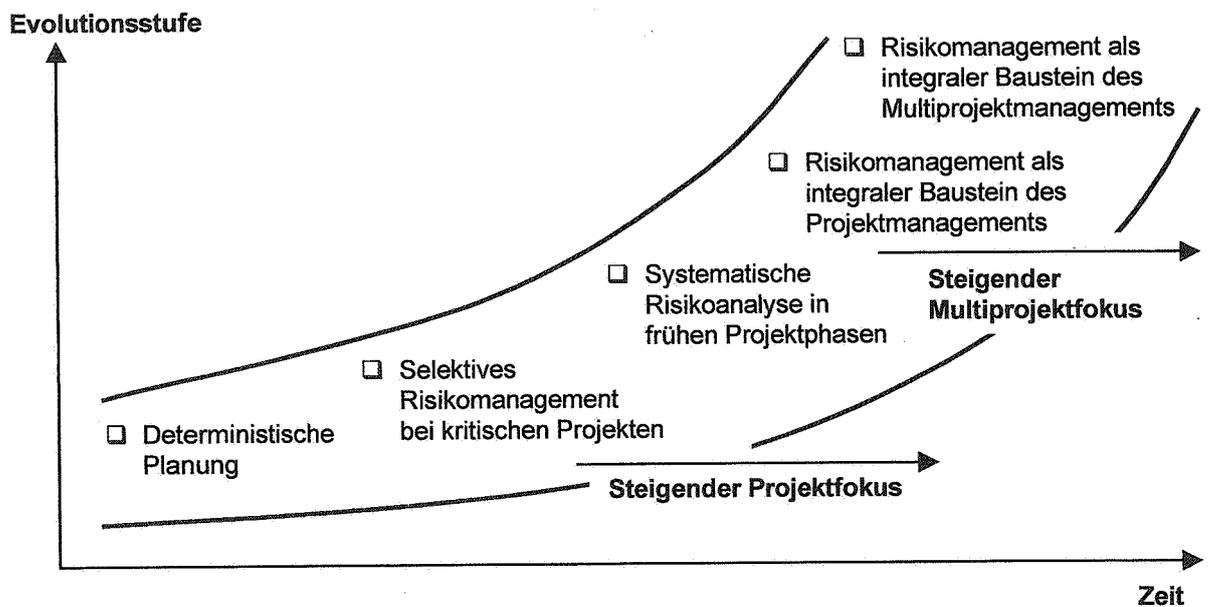


Abbildung 1-1: Evolutionsstufen des Risikomanagements im Projekt- und Multiprojektmanagement

<sup>1</sup> ARTTO, K. (1997), S. 11

<sup>2</sup> ARTTO, K.; HAWK, D. (1999), S. 4

<sup>3</sup> Vgl. ARTTO, K.; HAWK, D. (1999), S. 5

<sup>4</sup> Vgl. PATZAK, G.; RATTAY, G. (1997), S. 404ff.

Auf die vorliegende Problemstellung können insbesondere die Modellvorstellungen des Projekt- und Multiprojektmanagements übertragen werden. Das Multiprojektmanagement bietet den Rahmen zur Ausgestaltung eines risikobewussten F&E-Programm-Managements. Die für das Projekt- und Multiprojektmanagement erarbeiteten Modelle sind hierzu mit den Modellvorstellungen des Risikomanagements und des Innovations- und F&E-Managements zu einem ganzheitlichen Modell zu vereinen. Die grundlegenden Methoden und Vorgehensweisen zur Planung, Steuerung und Kontrolle von F&E-Programmen können übernommen werden. Sie sind jedoch um die Risikodimension zu erweitern.

### 1.2.3 Risikomanagement

Das Risikomanagement stellt schon seit Jahrzehnten einen Gegenstand der betriebswirtschaftlichen Forschung dar. Dabei haben sich zunächst verschiedene Disziplinen, losgelöst voneinander, mit dem Risikomanagement befasst.<sup>1</sup> In diesem Zusammenhang ist insbesondere das Management von finanzwirtschaftlichen Risiken und von versicherbaren Risiken zu nennen. Erst in der jüngeren Vergangenheit hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass nur ein ganzheitliches Risikomanagement, das letztlich sämtliche Risiken eines Unternehmens berücksichtigt, zu einem effizienten Umgang mit Risiken führen kann.<sup>2</sup> Zielsetzung des Risikomanagements ist es nicht nur die Risiken zu reduzieren, sondern allgemein die Erreichung der Unternehmensziele unter Einbeziehung der Zieldimension Risiko sicherzustellen.<sup>3</sup> Dies bedeutet, dass nicht nur bestimmte Maßnahmen als ex-post- Reaktion auf spezifische Risiken getroffen werden, sondern dass im Rahmen eines strategischen Planungsgebarens mögliche Störpotenziale, welche die Unternehmensziele gefährden könnten, bereits frühzeitig, d.h. ex ante, erkannt und entsprechend „gemanaged“ werden.<sup>4</sup> Somit wird das Risk Management als Ausnahme abgelöst von einem im Sinne eines strategischen Steuerungsinstruments ständigen Management der Chancen und Risiken.<sup>5</sup> Für die zweckmäßige Strukturierung der Aufgaben des Risikomanagements sind verschiedene Phasenschemata entwickelt worden, die dazu dienen sollen, systematisch potenzielle Risiken erkennen und bewerten, sowie adäquate Sicherungsmaßnahmen auszuwählen und realisieren zu können.<sup>6</sup> Alle Strukturierungskonzepte basieren im Wesentlichen auf den Phasen: Risikoidentifikation, Risikoanalyse und

---

<sup>1</sup> Vgl. BRAUN, H. (1984); EMMERICH, G. (1999); HALLER, M. (1990); KIMMIG, J. (2000)

<sup>2</sup> Vgl. BRAUN, H. (1984), S.14; HAHN, D. (1987), S. 138; HALLER, M. (1986a), S. 9ff.

<sup>3</sup> Vgl. MENSCH, G. (1990), S. 69

<sup>4</sup> Vgl. FASSE, F. (1995), S. 5

<sup>5</sup> Vgl. LECIEJEWSKI, K. (1999), S. 63ff.

<sup>6</sup> Vgl. CHAPMAN, C.; WARD, S. (1997a); HOFFMANN, K. (1985); HÖLSCHER, R. (2000); LÜCK, W. (2000b); WILDEMANN, H. (2002c)

-bewertung, Risikohandhabung und Risikoüberwachung. Während im finanziellen Bereich der Risikomanagementliteratur ein breites Spektrum an Methoden und Werkzeugen zum phasenspezifischen Einsatz enthalten ist,<sup>1</sup> so finden sich in der Risikomanagementliteratur nur vereinzelt Hinweise zur Ausgestaltung eines F&E-Risikomanagements. In der Literatur findet sich noch kein Beitrag, der die Ausgestaltung der vier Phasen vor dem Hintergrund der spezifischen Anforderungen in F&E diskutiert. Darüber hinaus fehlt es an einer Verknüpfung des F&E-Programm-Managements mit dem Phasenkonzept des Risikomanagements. BÜRCEL et al. stellen fest, dass bislang noch kein integriertes Risikomanagementsystem für den industriellen F&E-Bereich existiert.<sup>2</sup>

Das 1998 in Kraft getretene Gesetz zur Kontrolle und Transparenz im Unternehmensbereich (KonTraG) ruft ein erhöhtes Interesse am Management der finanz- und leistungswirtschaftlichen Risiken hervor.<sup>3</sup> Die inhaltliche Ausgestaltung des Risikomanagementsystems ist vom Gesetzgeber jedoch nicht näher bestimmt worden. Dies ist im Wesentlichen auf zwei Gründe zurückzuführen: ein Grund ist sicherlich darin zu suchen, dass weder die betriebswirtschaftliche Theorie noch die betriebliche Praxis bis zur Verabschiedung des Gesetzes zu einer umfassenden und überzeugenden Lösung gefunden hatten.<sup>4</sup> Ein weiterer Grund liegt darin, dass die Strukturen eines Risikomanagementsystems nicht pauschal vorgegeben werden können, da sie immer von unternehmens- sowie branchenspezifischen Faktoren bestimmt sowie an bestehende Organisationsstrukturen angepasst werden müssen. Das zum Zeitpunkt der Gesetzesregelung bestehende „Normvakuum“ muss deshalb von den betroffenen Unternehmen in ihren Organisationen individuell ausgefüllt werden. Das Risikomanagement ist somit unternehmensindividuell zu gestalten. Während im finanziellen Bereich der Unternehmen das Risikomanagement weitestgehend vollzogen wurde, herrscht bei den leistungswirtschaftlichen Prozessen, zu denen auch der Bereich der F&E zählt, noch ein hohes Umsetzungs- und Implementierungsdefizit.<sup>5</sup> Auch in der betriebswirtschaftlichen Literatur finden sich bis zum jetzigen Zeitpunkt noch keine hinreichend konkreten Gestaltungsempfehlungen zur Ausgestaltung leistungswirtschaftlicher Risikomanagementsysteme. Durch eine übermäßig starke Akzentuierung der finanzwirtschaftlichen Risiken werden prozessuale, technologische, produktspezifische und qualitätsbezogene Werttreiber und deren Risiken bislang nicht ausreichend in den Risikomanagementsystemen abgebildet. Somit wird auch das Potenzial einer

---

<sup>1</sup> Vgl. z.B. SCHIERENBECK, H.; LISTER, M. (2001); REICHMANN, T. (2000)

<sup>2</sup> Vgl. BÜRCEL, H.; HESS, S.; KLEINERT, S. (2000), S. 18

<sup>3</sup> Vgl. zu den Anforderungen aus KonTraG z.B. LÜCK, W. (1998c), S. 51ff.; REICHMANN, T. (2000), S. 600ff; SAITZ, B. (1999), S. 74f.

<sup>4</sup> Vgl. VOGLER, M.; ENGELHARD, S.; GUNDERT, M. (2000), S. 1425

<sup>5</sup> Vgl. ARTTO, K.; HAWK, D. (1999); WILDEMANN, H. (2001a), S. 32

wertorientierten Unternehmensführung nicht in vollem Umfang durch die Unternehmen ausgeschöpft.

Für die vorliegende Problemstellung stellt das Risikomanagement mit seiner Phasenstrukturierung einen geeigneten Rahmen zur Verfügung, den es entsprechend für den vorliegenden Untersuchungsbereich auszufüllen gilt. Die zur Risikoidentifikation, Risikoanalyse/-bewertung, Risikohandhabung und Risikoüberwachung beschriebenen Methoden sind auf ihre Übertragbarkeit im F&E-Programm-Management zu überprüfen und sinnvoll miteinander zu einem Gesamtkonzept zu verknüpfen. Die im Risikomanagement gewählte Strukturierung ist aufzunehmen und in ein integriertes Modell zum risikobewussten F&E-Programm-Management zu übertragen.

#### 1.2.4 Finanzmanagement

Auch die Literatur zum Finanzmanagement leistet einen Beitrag zur Bewältigung der vorliegenden Problemstellung. Zwei entscheidende Schritte aus dem Bereich des Finanzmanagements sind hierbei von zentraler Bedeutung: die Entwicklung der Portfoliotheorie und der Optionsbewertung.<sup>1</sup> Die Portfoliotheorie geht auf MARKOWITZ zurück.<sup>2</sup> MARKOWITZ stellte fest, dass die Varianz der Rendite eines Portfolios normalerweise geringer ist als die Varianz einzelner Bestände innerhalb des Portfolios. Er regte an, den Anlageerfolg sowohl am Portfoliorisiko als Maß für die die Varianz der Rendite- als auch an der tatsächlich erzielten Rendite zu messen. Eine Hauptleistung von MARKOWITZ ist wohl darin zu sehen, dass er mit der Einbeziehung statistischer Grundlagen der Investmentanalyse ein fundiertes Kalkül zur Verfügung stellte.<sup>3</sup> Das Hauptergebnis seiner Analyse ist ein Optimierungsalgorithmus, der die Zusammenstellung von Portfeuille ermöglicht, die für eine vorgegebene erwartete Rendite das geringstmögliche Risiko aufweisen. Dem naiven Diversifikationsprinzip, „not put all eggs in one basket“, wird damit eine mathematisch-statistisch fundierte Basis gegeben. Der Begriff Projektportfolio oder F&E-Programm steht für die Übertragung dieser Grundidee (Zusammenstellen von Wertpapierportfolios) auf das Problem der strategischen und operativen Führung von Projekten.<sup>4</sup> In Analogie zu einem aus Finanztiteln bestehenden Portfolio kann bei der F&E-Programm-Planung ein zweistufiger Prozess unterstellt werden:<sup>5</sup> In der ersten Phase bildet das F&E-Programm-Management seine Erwartungen über die zukünftige Entwicklung des Wertes der

---

<sup>1</sup> Einen Überblick zur Entwicklung der Portfoliotheorie und Optionsbewertung gibt z.B. GLEASON, J. (2001), S. 27

<sup>2</sup> Vgl. MARKOWITZ, H. (1952), S. 77

<sup>3</sup> Vgl. OEHLER, A.; UNSER, M. (2001), S. 30

<sup>4</sup> Vgl. dazu auch HAHN, D. (1997), S. 372ff.

<sup>5</sup> Vgl. OEHLER, A.; UNSER, M. (2001), S. 30

Projektalternativen, wobei die Renditen der Projekte als stochastische Zufallsvariablen angenommen werden. In der zweiten Phase entscheidet das F&E-Programm-Management darüber, welche Mischung von Investitionsalternativen es realisieren soll, um den erwarteten Nutzen des F&E-Programms zu maximieren. Ein einzelnes F&E-Projekt ist nach diesen Annahmen allein durch zwei statistische Parameter charakterisiert, den Erwartungswert  $\mu$  und die Standardabweichung  $\sigma$ . Das im F&E-Programm abgebildete Risiko lässt sich dann unter Verwendung von Korrelationskoeffizienten mathematisch bestimmen. Die theoretisch möglichen Extremfälle für Korrelationskoeffizienten beschreiben das Ausmaß der Diversifikation des Risikos, das aus dem F&E-Programm resultiert. Nimmt der Korrelationskoeffizient zwischen zwei F&E-Projekten den Wert +1 an, kann durch die Mischung der beiden Projekte keine Risikoverringerung erreicht werden. Das Programmrisiko (ausgedrückt als Standardabweichung) entspricht dann dem mit den Anteilen der F&E-Projekte gewichteten Durchschnitt der Einzelrisiken. Für den anderen Grenzfall, d.h. einen Wert von -1, lässt sich zeigen, dass das Risiko des F&E-Programms in diesem Fall vollständig eliminiert werden kann, während für alle anderen Werte des Korrelationskoeffizienten eine Verringerung des Risikos im Vergleich zum Durchschnitt der Einzelrisiken resultiert. Die Modellvorstellungen, dass sich das Risiko des F&E-Programms nicht durch einfache Addition der Risiken der Projekte ergibt, ist als zentrale Erkenntnis der weiteren Ausführungen zugrunde zu legen. Kritisch anzumerken bleibt jedoch, dass bislang kein Verfahren existiert, das die Projektinterdependenzen innerhalb eines F&E-Programms und ihre Auswirkungen auf die Gesamtrisikolage des F&E-Programms zufrieden stellend abzubilden vermag.

Die bahnbrechende Erkenntnis von MARKOWITZ führte zum Capital-Asset-Pricing-Modell (CAPM), das den Wert einer Kapitalanlage in Verbindung bringt mit ihrem Rendite-/Risikoprofil im Vergleich zum Rendite-/ Risikoverhältnis des gesamten Marktes.<sup>1</sup> Im gleichgewichtstheoretischen Ansatz des CAPM wird im Marktgleichgewicht die Risikoprämie einer Aktie als Produkt aus dem Marktpreis für das Risiko auf dem Kapitalmarkt und  $\beta$ , dem Maß für die Risikohöhe der einzelnen Aktie bestimmt.<sup>2</sup> Die Übertragung des CAPM mit seinen unterschiedlichen Variationen auf die vorliegende Problemstellung erscheint jedoch problematisch, da die zentralen Annahmen der Theorie des Kapitalmarktgleichgewichts nicht ohne Weiteres auf das F&E-Programm-Management übertragbar sind.<sup>3</sup> Insbesondere erscheint die Bestimmung des Beta-Faktors als nur schwer durchführbar, da keine allgemeine Marktentwicklung als Bewertungsgrundlage für die Reagibilität eines F&E-Projektes zur Verfügung steht.

---

<sup>1</sup> Das Capital Asset Pricing Model (CAPM) geht in seiner Originalversion auf SHARPE, W. (1964); LINTNER, J. (1965) und MOSSIN, J. (1966) zurück.

<sup>2</sup> Vgl. PERRIDON, L.; STEINER, M. (1993), S. 214

<sup>3</sup> Vgl. zu den Anforderungen des CAPM z.B. COPELAND, T.; WESTON, J. (1988), S. 194

Ein weiterer quantitativer Durchbruch in der Kapitalmarkttheorie erfolgte 1970, als BLACK und SHOLES gemeinsam das Modell zur Optionsbewertung entwickelten, das heute ihren Namen trägt.<sup>1</sup> Die Formel ermöglichte die Bewertung von Finanzoptionen mithilfe von fünf Variablen: Basispreis, aktueller Kurs, Volatilität, Restlaufzeit und Zins, berechnet auf der Basis stetiger Verzinsung.<sup>2</sup> Das Modell hatte enorme Auswirkungen auf die Finanzmärkte. Seine Abwandlungen und Weiterentwicklungen werden zur Bewertung fast aller Anlageformen herangezogen, die Optionselemente enthalten. Seine Übertragung auf das F&E-Programm-Management erfuhr das Modell durch die Bewertung von F&E-Projekten als Realoptionen.

Die Ansätze der Finanztheorie sind im Rahmen dieser Arbeit vor allem bei der Risikoanalyse und -bewertung zu berücksichtigen. Einen Beitrag zur Risikohandhabung im F&E-Programm können sie nur begrenzt leisten. Die typischen Strategien zur Handhabung von Marktrisiken wie Termineinkäufe und -verkäufe, Swaps sowie Optionen stehen dem F&E-Programm-Management nicht zur Verfügung. Auch können die aus dem Finanzmanagement bekannten Risikomanagement-Modelle nur begrenzt auf das F&E-Programm übertragen werden, da diese in der Regel einen historischen Verlauf der Inputdaten voraussetzen. Ebenfalls sind im vorliegenden Vorhaben andere Modellelemente und Einflussgrößen zu berücksichtigen.

### 1.2.5 Entscheidungstheorie

Als fünfter Bereich werden die Ansätze der Entscheidungstheorie auf ihren Beitrag zur Bewältigung der Problemstellung untersucht werden. In der Entscheidungstheorie, die sowohl eine Teildisziplin der Mathematik als auch der Betriebswirtschaftslehre ist, werden nach dem Informationsstand des Entscheidungsträgers Entscheidungen unter Sicherheit, Unsicherheit und Risiko unterschieden.<sup>3</sup> Als Entscheidung bezeichnet man dabei die Auswahl einer von zwei oder mehreren Handlungsalternativen, die dem Entscheidungsträger zur Realisierung eines Ziels zur Verfügung stehen.<sup>4</sup> Jede Entscheidung im F&E-Programm, die gegenwärtig getroffen wird, basiert auf dem bis zum Entscheidungszeitpunkt angereicherten Informationsstand und ist in ihren Konsequenzen stets zukunftsbezogen. Bei einer Entscheidung unter Sicherheit weiß der Entscheidungsträger, dass Handlungen bestimmte Auswirkungen eindeutig und ohne Zweifel hervorrufen.<sup>5</sup> Unsicherheit liegt dann vor, wenn die Wahrscheinlichkeiten

---

<sup>1</sup> Vgl. BLACK, F.; SHOLES, M. (1973), S. 637ff.

<sup>2</sup> Vgl. GLEASON, J. (2001), S. 29

<sup>3</sup> Vgl. HEINEN, E. (1991), S. 24

<sup>4</sup> Vgl. HÖRSCHGEN, H. (1992), S. 18

<sup>5</sup> Vgl. BAMBERG, G.; COENENBERG, A. (2000), S. 25ff.

für die verschiedenen zukünftigen Umweltzustände nicht bekannt sind. Sind diese Wahrscheinlichkeiten bekannt, spricht man von Risiko. Diese Wahrscheinlichkeiten können „objektiven“ Charakter haben, wenn sie theoretisch beziehungsweise experimentell ermittelt werden können, oder „subjektiven“ Charakter haben, wenn sie beispielsweise durch Expertenschätzung bestimmt werden.<sup>1</sup> Für die unterschiedlichen Entscheidungssituationen sind in der präskriptiven Entscheidungstheorie<sup>2</sup> mehrere Entscheidungsregeln entwickelt worden, die dem Entscheidungsträger helfen sollen, für ein Entscheidungsproblem die richtige Aktion auszuwählen. So wird nach der BAYES-Entscheidungsregel ( $\mu$ -Regel) in Entscheidungssituationen unter Risiko diejenige Alternative gewählt, die den höchsten Erwartungswert des Ergebnisses über alle potenziellen Umweltzustände aufweist.<sup>3</sup> Hingegen wird nach dem BERNOULLI-Prinzip diejenige Alternative präferiert, die den Erwartungswert der Nutzen maximiert.<sup>4</sup> Im Rahmen der präskriptiven Entscheidungstheorie wurde eine Reihe weiterer Entscheidungsregeln entwickelt, die von jeweils unterschiedlichen Risikoeinstellungen der Entscheidungsträger ausgehen (Minmax-Regel von SAVAGE und NIEHANS, Pessimismus-Optimismus-Regel von HURWICZ, LAPLACE-Regel).<sup>5</sup> Dadurch, dass die Entscheidungslogik dem Entscheidungsträger keinerlei Metaregeln zur Bestimmung der anzuwendenden Entscheidungsmaxime anbietet, überlässt sie es dem Ermessen der Akteure im F&E-Programm-Management, eine Regel zu wählen, welche erstens ihrer Risikoauffassung entspricht und zweitens eine ihrer Risikoeinstellung adäquate Integration der Risiken in den Bewertungsprozess vorsieht. Der Nutzenbeitrag der Entscheidungsregeln zur Beantwortung der in der Problemstellung aufgeworfenen Fragen erscheint insofern bereits aus diesem Umstand heraus gering zu sein. Explizit werden die Entscheidungsregeln im F&E-Programm-Management nicht eingesetzt, obgleich sie implizit bei jeder Entscheidung in gewisser Weise Berücksichtigung finden. Insbesondere das BERNOULLI-Prinzip dürfte bei allen Selektionsentscheidungen implizit im Entscheidungskalkül gegenwärtig sein. Ein weiterer Umstand, der an dem Nutzenbeitrag der Entscheidungstheorie zur Klärung der Problemstellung zweifeln lässt, liegt in der Struktur von F&E-Programm-Entscheidungen begründet. Hierbei handelt es sich um komplexe, schlecht definierte, historische Handlungsabläufe, deren zentrales Merkmal es ist, dass sie sich durch objektive Unsicherheit auszeichnen.<sup>6</sup> HAUSCHILD äußert sich kritisch hinsichtlich der Anwendung entscheidungstheoretischer Vorgehensweisen und weist darauf hin, dass sich In-

<sup>1</sup> Vgl. KNIGHT, F. (1971), S. 233

<sup>2</sup> Die normative oder präskriptive Entscheidungstheorie beinhaltet Verhaltensweisen der Entscheidungsträger, die dem Postulat der Rationalität unterliegen. Vgl. HEINEN, E. (1991), S. 26

<sup>3</sup> Vgl. IMBODEN, C. (1983), S. 133ff

<sup>4</sup> Vgl. HEINEN, E. (1991), S. 30

<sup>5</sup> Vgl. BAMBERG, G.; COENENBERG, A. (2000), S. 131ff.; vgl. auch IMBODEN, C. (1983), S. 133ff.

<sup>6</sup> Vgl. DOSI, G. (1988), S. 1125f.; HAUSCHILD, J. (1988), S. 414; WITTE, E. (1988), S. 200

novationen nur schwer in das Paradigma der Entscheidungstheorie einfügen lassen<sup>1</sup>, da die Entscheidungsmodelle in der Regel von einem gegebenen Ziel, einem zeitlich invarianten Grad gegebener Informationen sowie von gegebenen Präferenzen und Alternativen ausgehen.<sup>2</sup> Nach HAUSSCHILDT entspricht am ehesten noch die Auswahl eines F&E-Projektes aus einer Menge alternativer F&E-Projekte den Vorstellungen der Entscheidungstheorie. Die Entscheidungen bei der anschließenden Projektrealisierung, welche sich als Kette von Ja/Nein oder Abbruch-Entscheidungen bei fortlaufend geänderter Zielfunktion darstellt, verlangt nach einer anderen Betrachtung. Diese Entscheidungssituationen entsprechen einer Sequenz von nicht erfolgten Abbruchentscheidungen.<sup>3</sup> HAUSSCHILDT vergleicht das Voranschreiten in einem F&E-Projekt mit dem Vorantasten im dichten Nebel, wobei das F&E-Projekt- und F&E-Programm-Management den nächsten Schritt nicht tun wird, bevor es nicht subjektive Gewissheit erlangt, noch auf dem richtigen Weg zu sein.<sup>4</sup>

Ein typisches Beispiel für Entscheidungsmodelle der präskriptiven Entscheidungstheorie stellen Modelle der mathematischen Programmierung dar. Sie ermitteln auf der Grundlage mathematischer Funktionen und unter Verwendung exakter Lösungsverfahren (Algorithmen) aus einer Vielfalt Lösungsmöglichkeiten die optimale Alternative.<sup>5</sup> Die Risikosituation wird dabei in Abhängigkeit der Risikoeinstellung der Entscheidungsträger durch die Bildung von Erwartungswerten bei den Zielfunktionskoeffizienten oder durch Angabe der unsicheren Größen als Streumaße abgebildet.<sup>6</sup> Bei der Zusammenstellung von F&E-Programmen werden hierbei  $\mu$ - $\sigma$ -Modelle eingesetzt, welche auch die gegenseitige Beeinflussungen der Projekte untereinander berücksichtigen.<sup>7</sup> Bei der F&E-Programm-Planung handelt es sich um multiinterdependente Optimierungsprobleme mit multiplen Zielsetzungen, die sich theoretisch durch eine simultane Auswahl im Rahmen von Planungsmodellen lösen lassen. 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

<sup>1</sup> Vgl. HAUSCHILDT, J. (1997), S. 414

<sup>2</sup> Vgl. LEDER, M. (1989), S. 2

<sup>3</sup> Vgl. HAUSSCHILDT, J. (1997); BALACHANDRA, R. (1994); LEDER, M. (1989), S. 2f.; WILDEMANN, H. (1993a), S. 193f.

<sup>4</sup> Vgl. HAUSSCHILDT, J. (1997), S. 415

<sup>5</sup> Vgl. zu den im Rahmen des „Operations Research“ eingesetzten Methoden und Modellen z.B. MÜLLER-MERBACH, H. (1992)

<sup>6</sup> Vgl. BROCKHOFF, K. (1999), S. 397

<sup>7</sup> Vgl. zu den verschiedenen eingesetzten Modellen die Literaturübersichten bei FAHRNI, P.; SPÄTIG, M. (1990) und GACKSTATTER, S. (1997)

Wirtschaftlichkeit gesehen.<sup>1</sup> Erforderliche Daten stehen meist zum Zeitpunkt der F&E-Programm-Planung noch nicht oder nicht ausreichend genau zur Verfügung. Diese Schwächen begründen eine begrenzte Anwendung von mathematischen Modellen zur Optimierung des F&E-Programms in der Praxis.<sup>2</sup>

Somit kann festgestellt werden, dass die Entscheidungstheorie bei der theoretischen Fundierung und bei der Modellbildung im Rahmen dieser Arbeit zu berücksichtigen ist. Die Modellvorstellungen eines Zustands-, Aktions- und Ergebnisraums sind auf die vorliegende Problemstellung zu übertragen und die relevanten Einflussgrößen zu identifizieren. Bei der Auswahl von Risikohandlungsstrategien kann mit Einschränkungen auf die Entscheidungsregeln zurückgegriffen werden. Eine tiefer gehende Handlungsanleitung zur Identifikation, Analyse, Bewertung und Überwachung der Risiken im F&E-Programm wird durch die Entscheidungstheorie nicht bereitgestellt. Auch hält die Literatur keine geschlossenen Fallbeispiele aus der Praxis bereit. Die häufig beschriebenen Modelle der mathematischen Programmierung behandeln lediglich das Selektionsproblem und blenden die anderen Aspekte des Risikomanagementprozesses aus. Aufgrund der genannten Modellschwächen soll daher im Rahmen dieser Arbeit auf eine scheinbar mathematisch exakte Formulierung des Risikos im Rahmen der linearen Programmierung verzichtet werden.

### 1.2.6 Erfolgsfaktorenforschung

Abschließend sind die Ergebnisse der Erfolgsfaktorenforschung auf ihren Beitrag zur Bewältigung der Problemstellung zu untersuchen. Allgemeines Ziel der Erfolgsfaktorenforschung ist es, die zentralen Einflussgrößen erfolgreicher Unternehmensführung empirisch zu bestimmen.<sup>3</sup> Das sind teils endogene, d.h. vom Unternehmen beeinflussbare, teils exogene, kaum steuerbare Einflussgrößen.<sup>4</sup> Jeweils aus einer Stichprobe von durchaus sehr verschiedenartigen Fällen werden induktiv, meist multivariat-statistisch, Erfolgsfaktoren exploriert, die Erfolge und Misserfolge diskriminieren beziehungsweise erklären.<sup>5</sup> Die Erfolgsfaktorenforschung ist methodisch nicht normiert; die Vergleichbarkeit der Studien ist daher wegen heterogener Datenbasen, Variablendefinition und Analysemodellen häufig eingeschränkt.<sup>6</sup> Die mangelnde Vergleichbarkeit wird auch durch unterschiedlich verwendete Definitionen für Erfolg und Misserfolg von Innovationen hervorgeru-

---

<sup>1</sup> Vgl. SCHMELZER, H.-J. (1992), S. 119

<sup>2</sup> Vgl. SCHMIDT, R.; FREELAND, J. (1992), S. 189ff.

<sup>3</sup> Vgl. PFEIFFER, W.; WEISS, E. (1990), S. 43

<sup>4</sup> Vgl. TINTELNOT, C. (1999), S. 110

<sup>5</sup> Vgl. MÜLLER-STEWENS, G. (1992), S. 1107

<sup>6</sup> Vgl. PFEIFFER, W.; WEISS, E. (1990), S. 40ff.

fen.<sup>1</sup> Darüber hinaus sind die Ergebnisse der Studien mit Vorsicht zu betrachten, da den Studien unterschiedliche Annahmen zugrunde gelegt werden, das Datenmaterial oft durch intuitive Schätzungen ergänzt wird und die meisten Studien ohne Hinweis auf die Repräsentativität der untersuchten Innovationsprojekte auskommen.<sup>2</sup> Trotz dieser methodischen Schwächen geben die Studien der Erfolgsfaktorenforschung ein Verständnis für die Unsicherheiten und Risiken des Innovationsphänomens. Sie können einen Beitrag zur Ermittlung der Einflussgrößen und zur Risikoidentifikation, -analyse und -bewertung leisten, da sie den möglichen Suchraum für potenzielle Risikofaktoren einzugrenzen helfen.

Ein Untersuchungsansatz der Erfolgsfaktorenforschung besteht darin, die gemeinsamen Merkmale bei erfolgreichen neuen Produkten herauszufinden. So zeigte eine umfassende Studie von MYERS und MARQUIS, dass die meisten Erfolgsprodukte aus marktinduzierten Projekten hervorgingen (demand pull) und nur ungefähr 20% technologiegetrieben waren (technology push).<sup>3</sup> GLOBE untersuchte zehn Basisinnovationen und kam zu der Erkenntnis, dass interne technische Faktoren in erster Linie den Erfolg bestimmen.<sup>4</sup> Als Erfolgsfaktoren wurden unter anderem das Erkennen einer technischen Chance, die Identifikation eines Bedarfes, professionelles Forschungs- und Entwicklungsmanagement, ein zielgerichteter Innovationsprozess, die detaillierte Erfassung der Marktbedürfnisse, fundierte Abschätzungen der Risiken, umfassende Entwicklungsressourcen und ein technisch ausgerichteter Unternehmer herausgearbeitet. Ein anderer Untersuchungsansatz bestand in der Analyse erfolgloser neuer Produkte. Die retrospektive Analyse von Misserfolgen soll Probleme und Fehler im Innovationsmanagement aufdecken, so dass das Management Vorkehrungen treffen kann, diese in Zukunft zu vermeiden oder ihnen vorzubeugen. Drei Untersuchungen des Conference Board, die im Laufe von 16 Jahren durchgeführt wurden, identifizierten Marketingaspekte als die Hauptschwachstelle bei erfolglosen neuen Produkten.<sup>5</sup> Unzureichende Marktanalysen, Produktmängel, wenig effektive Maßnahmen der Markteinführung, hohe Kosten, schlechtes Timing und unerwartete Stärke des Wettbewerbs wurden als Hauptgründe für Fehlschläge erkannt. In den Empfehlungen dieser Studie werden mehr und bessere Marktforschung, gezielte Produktpositionierung, sorgfältigere Konzeptprüfung, professionelleres Testmarketing sowie gründliche Projektbewertung, insbesondere eine frühe Vorauswahl der Projekte gefordert. Eine dritte Forschungskonzeption bestand in der simultanen Analyse von erfolgreichen und nicht erfolgreichen Projekten. Ziel dieser

---

<sup>1</sup> Vgl. hierzu z.B. die Erfolgsdefinitionen bei COOPER, R. (1985), S. 182; ALBERS, S.; EGGERS, S. (1991), S. 48 und LITTKEMANN, J. (1997), S. 26

<sup>2</sup> Vgl. SCHÜLIN, P. (1995), S.20f

<sup>3</sup> Vgl. MYERS, S.; MARQUIS, D. G. (1969)

<sup>4</sup> Vgl. GLOBE, S. et. al. (1973)

<sup>5</sup> Vgl. HOPKINS, D. (1980)

Konzeptionen ist es, die Unterschiede zwischen Erfolg und Misserfolg aufzuzeigen. So analysierten COOPER und KLEINSCHMIDT in einer retrospektiven Untersuchung 123 finanziell erfolgreiche Innovationsfälle und 80 fehlgeschlagene Neuprodukteinführungen bei mittel- bis hochtechnologischen Produkten.<sup>1</sup> Aus der Analyse der Unterschiede zwischen Erfolg und Fehlschlägen wurden verschiedene Erfolgsfaktoren herausgearbeitet. Der Erfolg eines neuen Produktes wurde am stärksten von folgenden acht Schlüsselfaktoren beeinflusst: ein überlegenes Produkt, das dem Kunden einzigartigen Nutzen bietet; ein wohldefiniertes Produkt und Projekt; technologische Synergie; Ausführungsqualität der technischen Aktivitäten; Ausführungsqualität der Aktivitäten vor der Produktentwicklung; Marketingsynergie; Ausführungsqualität der Marketingsaktivitäten und Marktattraktivität. Die Erfolgsanalyse von RICKERT zeigt, dass eine offensive F&E-Strategie zu höheren Produktinnovationsraten verhilft, die wiederum positiv mit dem erzielten Neuproduktumsatz korreliert.<sup>2</sup> Gleichzeitig steigt die Fähigkeit, die F&E-Aktivitäten zu koordinieren. Als zentrales Ergebnis der bekannten SAPPHO-Untersuchung wurde die Hypothese bestätigt, dass der Unterschied zwischen Erfolg und Misserfolg einer Innovation nicht auf einen einzigen Aspekt reduziert werden kann. Statt dessen wurde ein Komplex von fünf Faktoren identifiziert, durch den sich erfolgreiche Innovationen signifikant von Misserfolgen unterscheiden:<sup>3</sup> erfolgreiche Innovatoren haben ein wesentlich besseres Gespür für Kundenbedürfnisse; erfolgreiche Innovatoren betreiben erfolgreiches Marketing und bessere Werbung; erfolgreiche Innovatoren sind in ihrer Entwicklungstätigkeit effizienter, aber nicht notwendigerweise schneller als ihre Konkurrenten; erfolgreiche Innovatoren nutzen externe Technologien und wissenschaftliche Beratung effektiver; die verantwortlichen Personen, die hinter den erfolgreichen Innovatoren stehen, sind in der Regel erfahrener und haben eine größere Autorität als ihre erfolglosen Konkurrenten.

Zu ähnlichen Ergebnissen kommen auch die PIMS-Studie,<sup>4</sup> die Untersuchungen von MAIDIQUE und ZIRGER<sup>5</sup> und die vielfältigen anderen Studien der Erfolgsfaktorenforschung.<sup>6</sup>

Für eine Extraktion der Produktinnovations-Erfolgsfaktoren, die sich über eine Vielzahl der Studien hinweg als erfolgskritisch herausgestellt haben, wurden die in den einzelnen Studien gewonnenen Einzelergebnisse durch Synopsen und Me-

---

<sup>1</sup> Vgl. COOPER, R. G.; KLEINSCHMIDT, E. J. (1990)

<sup>2</sup> Vgl. RICKERT, D. (1995), S. 225

<sup>3</sup> Vgl. ROTHWELL, R.; FREEMAN, C.; HORLSEY, A.; JERVIS, V.; ROBERTSON, A.; TOWNSEND, J. (1974)

<sup>4</sup> PIMS: Profit Impact of Market Strategies; vgl. hierzu z.B. KRAMER, M. (2000), 48ff.

<sup>5</sup> Vgl. MAIDIQUE, M.; ZIRGER, B. (1984), S. 199ff.

<sup>6</sup> Vgl. zu einem Überblick der Studien z.B. SEIDEMANN, W. (1999), S. 17ff.

taanalysen zusammengefasst. Exemplarisch kann die Metaanalyse von MONTOYA-WEISS und CALANTONE aufgegriffen werden, die 47 Studien einbezieht.<sup>1</sup> Sie ermitteln insgesamt 18 Erfolgsfaktoren, die sie zu vier Kategorien clustern: Strategische Faktoren, Marktumfeldfaktoren, Entwicklungsprozessfaktoren und Organisationsfaktoren. Die Autoren überprüfen diese auf statistische Signifikanz und schätzen die Effektstärke über die Studien hinweg ab. Ergebnisse der Metaanalysen von LILIEN und YOON<sup>2</sup> sowie von KOTZBAUER<sup>3</sup> konvergieren mit den von MONTOYA-WEISS und CALANTONE. Die nachstehende Tabelle ist eine Synopse der aufgeführten beispielhaften Studien und der Metaanalysen. Gedanklich und managementpragmatisch lassen sich diese Erfolgsfaktoren noch weiter komprimieren, nämlich zu durch das Management beeinflussbare und nicht beeinflussbare Erfolgsfaktoren. Ein solches Kondensat ist zwar ein sehr grobes, aber wissenschaftlich stark fundiertes und praktisch umsetzbares Raster für die vorliegende Problemstellung. Diese Erfolgsfaktoren können bei einer Nichtbeachtung zu Risikofaktoren für das F&E-Management werden.

Beeinflussungsmöglichkeiten	Erfolgsfaktoren	
	F&E-Projekt	F&E-Programm
vom F&E-Management kontrollierbar	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Ausgeprägter komparativer Konkurrenz-Vorteil, Kundennutzen</li> <li><input type="checkbox"/> Erfahrungen, Synergien, F&amp;E-Know-how, Produktions-Know-how</li> <li><input type="checkbox"/> Qualität des Projektmanagements</li> <li><input type="checkbox"/> Kundenanalyse und Kundenintegration</li> <li><input type="checkbox"/> Qualität des Marketing</li> <li><input type="checkbox"/> Markteinführungszeitpunkt</li> <li><input type="checkbox"/> Top Management Involvement</li> <li><input type="checkbox"/> Projekt/ Programm-Fit</li> <li><input type="checkbox"/> Integration F&amp;E, Marketing, Produktion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Ausgewogene Programmbalance</li> <li><input type="checkbox"/> Richtige Anzahl von F&amp;E-Projekten im F&amp;E-Programm</li> <li><input type="checkbox"/> Die Verteilung im F&amp;E-Programm spiegelt die Unternehmensstrategie wider</li> <li><input type="checkbox"/> Nutzung von Synergien</li> <li><input type="checkbox"/> Qualität des F&amp;E-Programm-Managements</li> </ul>
nicht vom F&E-Management kontrollierbar	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Marktgröße</li> <li><input type="checkbox"/> Marktwachstum</li> <li><input type="checkbox"/> Wettbewerbsmenge</li> <li><input type="checkbox"/> Wettbewerbsintensität</li> <li><input type="checkbox"/> Umweltfaktoren</li> </ul>	

Tabelle 1-1: Erfolgsfaktoren

<sup>1</sup> Vgl. MONTOYA-WEISS, M.; CALANTONE, R. (1994), S. 397ff.

<sup>2</sup> Vgl. LILIEN, G.; YOON, E. (1989), S. 3ff.

<sup>3</sup> Vgl. KOTZBAUER, N. (1992)

Tabelle 1-1 enthält neben den Erfolgsfaktoren eines F&E-Projekts noch eine Synopse der F&E-Programm-Erfolgsfaktoren. Als Basis hierfür können die Studien von COOPER und KLEINSCHMIDT herangezogen werden, die belegen, dass sich erfolgreiches F&E-Programm-Management von weniger erfolgreichem vor allem durch folgende Punkte abgrenzt:<sup>1</sup> formale und etablierte Methodik zum F&E-Programm-Management; das Management vertraut der Methodik und unterstützt diese durch sein Handeln; der Methodik liegen klare Regeln und Vorgehensweisen zugrunde; die F&E-Projekte werden stets vor dem Hintergrund des gesamten F&E-Programms betrachtet und die Methodik wird durchgängig bei allen erforderlichen F&E-Projekten eingesetzt. Darüber hinaus fand COOPER heraus, dass „New Product programs that emphasized synergistic use of technology, a responsive R&D organization, and an externally oriented R&D effort were generally more successful.“<sup>2</sup> Nach GRIFFIN ist als weiterer entscheidender Erfolgsfaktor des F&E-Programms das Vorhandensein einer ganzheitlichen Strategie für das F&E-Programm zu sehen.<sup>3</sup> COOPER stellt hierzu fest, dass eine ausgewogene und zugleich fokussierte Strategie die besten Ergebnisse für das F&E-Programm erzielt.<sup>4</sup> Eine weitere Studie von COOPER und KLEINSCHMIDT belegt, dass neben dem Strategieaspekt und der Programmbalance noch die richtige Anzahl der F&E-Projekte, der Zeitaspekt und die Budgetstruktur entscheidende Erfolgsfaktoren des F&E-Programms sind.<sup>5</sup>

Die Studien liefern zur Beantwortung der in der Problemstellung aufgeworfenen Fragen wertvolle Hinweise zur Strategiewahl und Kriteriendefinition für den Projekt-Selektionsprozess. Allerdings kann die Erfolgsfaktorenforschung nur Anhaltspunkte geben, da die Extrapolation von in der Vergangenheit zu zukünftig erfolgreichen Innovationen aufgrund der Komplexität der Ursache-Wirkungszusammenhänge nur eingeschränkt möglich ist.<sup>6</sup> Die aufgezeigten Erfolgsfaktoren liefern wichtige Hinweise zur Identifikation von Risiken im F&E-Projekt und F&E-Programm. Es kann davon ausgegangen werden, dass jeder nicht erfüllte Erfolgsfaktor im Umkehrschluss einen Risikofaktor darstellen kann.

Nachdem die Bereiche des Innovations-, F&E- sowie Technologiemanagements, des Projekt- und Multiprojektmanagements, des Risikomanagements, des Finanzmanagements, der Entscheidungstheorie und der Erfolgsfaktorenforschung auf ihren Beitrag zur formulierten Problemstellung untersucht wurden, werden die Ergebnisse zusammenfassend dargestellt und die resultierenden Lücken identifi-

---

<sup>1</sup> Vgl. COOPER, R.; KLEINSCHMIDT, E. (1998b), S. 25

<sup>2</sup> Vgl. COOPER, R. (1985), S. 179

<sup>3</sup> Vgl. GRIFFIN, A. (1997), S. 441

<sup>4</sup> Vgl. COOPER, R. (1985), S. 191

<sup>5</sup> Quelle: COOPER, R.; EGGETT, S.; KLEINSCHMIDT, E. (2000), S. 20

<sup>6</sup> Vgl. STAUDT, E. (1985), S. 76

ziert. Die folgende Abbildung fasst die skizzierten Ansätze der Literatur zusammen und stellt im Überblick ihren Beitrag zur Beantwortung der aufgeworfenen Fragen dar.

Ansätze der Literatur	Fragestellungen im Kontext von Risiko- und F&E-Programm-Management							
	Theoretische Fundierung	Modellbildung	Einflussgrößen	Risikoidentifikation, -analyse und -bewertung	Risikohandhabung	Risikoberwachung	Fallstudien	Gestaltungsempfehlungen
Innovations-, F&E- und Technologiemanagement	◐	○	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Projekt- und Multiprojektmanagement	◐	◐	○	◐	○	◐	○	◐
Risikomanagement	◐	◐	-	●	◐	◐	-	-
Finanzmanagement	○	-	-	○	-	-	-	-
Entscheidungstheorie	◐	-	○	-	○	-	-	-
Erfolgsfaktorenforschung	○	-	◐	◐	-	-	-	○

Ansatzweise diskutiert ○ ◐ ● Umfassende Diskussion

Tabelle 1-2: Übersicht und Bewertung der Literaturansätze

Aus der Tabelle wird ersichtlich, dass keiner der beschriebenen Ansätze in der Lage ist, alle aufgeworfenen Fragestellungen zu beantworten. Eine ganzheitliche Konzeption, die sowohl die Aspekte des F&E-Programm-Managements als auch die Belange eines Risikomanagements in ein System integriert, liegt bisher nicht vor. Die Defizite, die mit dieser Arbeit beseitigt werden sollen, liegen daher in den offenen Fragestellungen zur Ausgestaltung eines Risikomanagements im Kontext des F&E-Programms, das auf eine chancen- und risikoorientierte Steuerung des F&E-Programms abzielt.

### 1.3 Zielsetzung und Vorgehensweise

Zielsetzung der vorliegenden Arbeit ist die Erarbeitung eines geschlossenen Konzeptes für einen bewussten Umgang mit Risiken im Rahmen der Planung, Steuerung und Kontrolle von F&E-Programmen. Angesichts der praxisrelevanten Problemstellung ist eine Kombination aus theoretisch-deduktiver und empirisch-induktiver Forschungskonzeption sinnvoll, auf deren Basis verallgemeinernde Handlungsempfehlungen erarbeitet werden sollen. In diesem Zusammenhang ist ein Modell zu entwickeln, auf dessen Grundlage die theoretische und empirische Analyse vollzogen sowie die Gestaltungsoptionen dargestellt werden können. Es gilt, ein strukturiertes und risikoorientiertes Vorgehen zu konzipieren, welches es den Akteuren im F&E-Programm-Management ermöglicht, den Methodenbausteinen zur Planung, Steuerung und Kontrolle zu beherrschen, um so eine eigenständige Anpassung der Konzeption auf die spezifische Anwendungssituation vornehmen zu können.

Zur Erreichung dieser Ziele wurde die in Abbildung 1-2 dargestellte Vorgehensweise gewählt. Nach der Erörterung der Problemstellung sowie der bestehenden Literaturansätze, deren Lösungsbeiträge und der verbleibenden Defizite in den vorangegangenen Abschnitten erfolgt im folgenden zweiten Kapitel die Schilderung der konzeptionellen Grundlagen für ein F&E-Programm-Management unter Risikoaspekten. Zunächst werden hierzu die F&E-Projekte als Basiselemente des F&E-Programms charakterisiert und in den Rahmen des F&E-Programms eingeordnet. Anschließend werden die spezifischen Risiken herausgearbeitet und mit der Darstellung des Risikomanagements ein allgemeiner Ansatz zum zielgerichteten Umgang mit Risiken vorgestellt. Zum Abschluss des zweiten Kapitels werden Leitlinien, die bei der systemtheoretischen Gestaltung des risikobewussten F&E-Programm-Managements berücksichtigt werden müssen, abgeleitet. In Kapitel drei wird auf der Basis des konzeptionellen Bezugsrahmens die Modellbildung für ein risikobewusstes F&E-Programm-Management vollzogen. Hierzu werden die systemtheoretischen Grundlagen erläutert und die Systemgrenzen festgelegt. Zur Charakterisierung der gebildeten Modellelemente werden die Aufgaben der risikobewussten Planung, Steuerung, Kontrolle und Informationsversorgung herausgearbeitet und vertieft. Darauf aufbauend werden die modellspezifischen Einflussgrößen extrahiert und ihr Wirkungszusammenhang zu den erarbeiteten Risikokategorien aufgezeigt. Im vierten Kapitel werden die Gestaltungsmöglichkeiten für das risikobewusste Planungs-, Steuerungs-, Kontroll- und Informationsversorgungssystem untersucht. Hierbei werden die Ansätze der Literatur systematisiert und dargestellt. Darüber hinaus werden bestehende Ansätze aus anderen Bereichen aufgegriffen und auf den vorliegenden Untersuchungsbe- reich übertragen und, falls notwendig, weiterentwickelt.

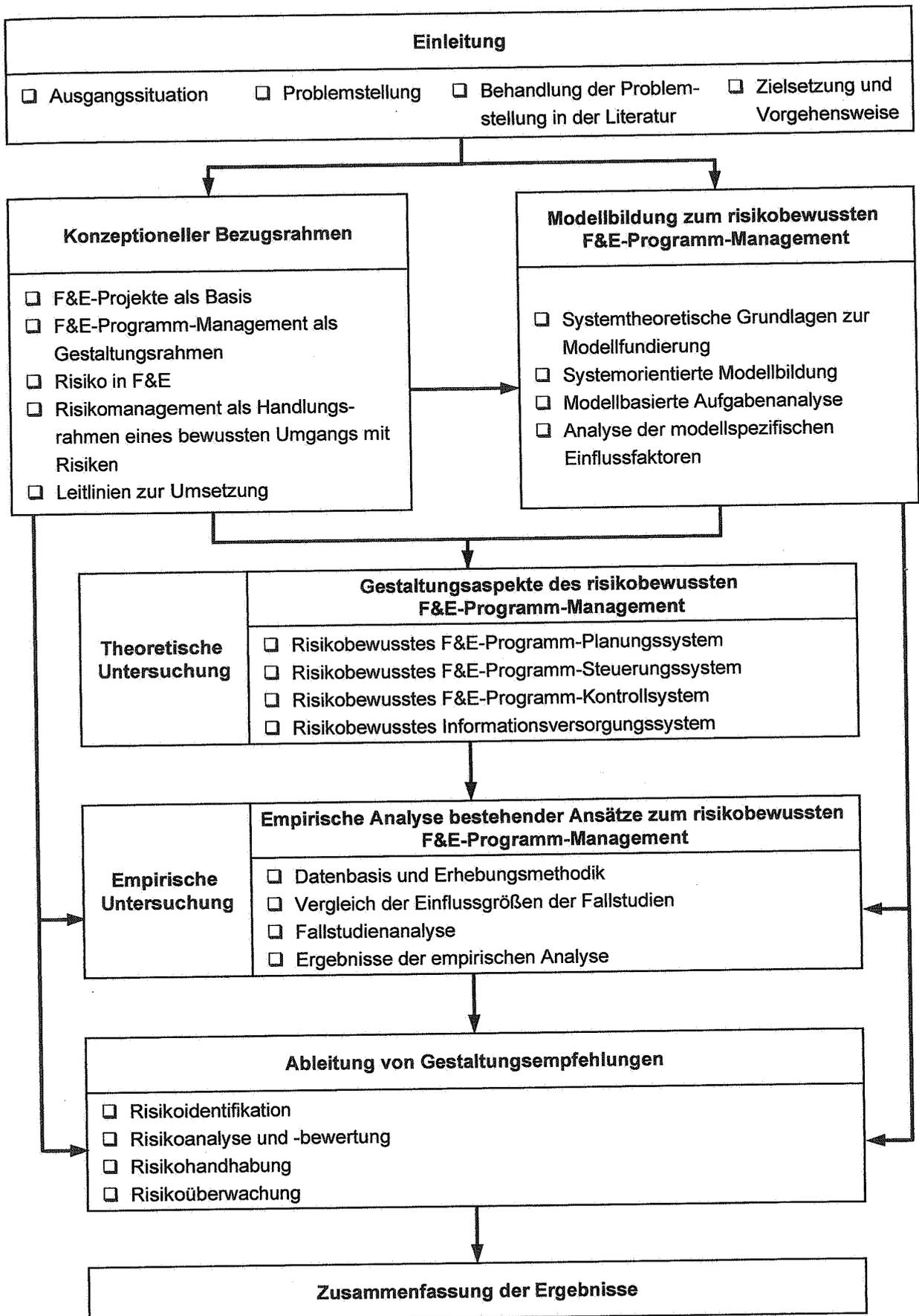


Abbildung 1-2: Gang der Untersuchung

Ziel des vierten Kapitels ist eine umfassende Beschreibung des Methodenbaukastens für das risikobewusste F&E-Programm-Management. Gegenstand des fünften Kapitels ist die deskriptive und empirische Analyse von F&E-Programm-Management-Systemen der Praxis. Hierzu werden die Ausgangssituationen der Fallstudien dargestellt und die Ausprägungen der Einflussgrößen aus Kapitel drei ermittelt. Es folgt eine Analyse der realisierten Ansätze zur risikobewussten Planung, Steuerung, Kontrolle und Informationsversorgung. Die Ergebnisse der empirischen Analyse werden im vierten Schritt mit den Ergebnissen der theoretischen Modellanalyse verglichen und zu Gestaltungsempfehlungen für die Praxis verdichtet. Die Arbeit schließt in Kapitel sechs mit einer Zusammenfassung der Resultate sowie einem Ausblick auf weiteren Forschungsbedarf im Rahmen der vorliegenden Thematik.