

Abbruchentscheidungen in Softwareentwicklungsprojekten

**Die Entwicklung eines kennzahlenbasierten Modells zur
Entscheidungsunterstützung**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Wirtschaftswissenschaften

an der wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät

der Universität Passau

vorgelegt von

Dipl.-Kffr. Andrea Fürst

Passau

2010

Gutachter:

Prof. Dr. Peter Kleinschmidt

Prof. Dr. Franz Lehner

Danksagung

Ich möchte an dieser Stelle allen danken, die mich bei meiner Forschungsarbeit auf vielfältige Weise unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt dabei Herrn Prof. Dr. Peter Kleinschmidt, der durch seine Betreuung das Entstehen dieser Arbeit erst ermöglicht hat. Neben vielem Anderen möchte ich mich für die Aufgeschlossenheit gegenüber meinen Ideen in Verbindung mit zahlreichen wertvollen Anregungen und konstruktiver Kritik bedanken.

Des Weiteren gilt mein besonderer Dank Herrn Prof. Dr. Lehner, für die konstruktiven Gespräche und die Übernahme des Zweitgutachtens, sowie Prof. Dr. Ziegler für seine hilfreichen Anregungen.

I	Inhaltsverzeichnis	I
II	Abkürzungsverzeichnis	XI
III	Tabellenverzeichnis	XIII
IV	Abbildungsverzeichnis	XV
1	Einleitung	1
1.1	Motivation der Arbeit	1
1.2	Zielsetzung der Arbeit	2
1.3	Aufbau der Arbeit	6
2	Abgrenzung der Arbeit von bestehenden Forschungsfeldern	11
2.1	Wissenschaftliche Einordnung des Themas	11
2.2	Zusammenhang mit und Abgrenzung von bestehenden Forschungsfeldern	12
2.2.1	Vorgehensmodelle zur Softwareentwicklung	14
2.2.2	Erfolgs- und Misserfolgsfaktorenforschung	15
2.2.3	Forschungsarbeiten zu Kennzahlen	16
2.2.4	Aufwandschätzung in Projekten	17
2.2.5	Ertragsschätzung in Projekten	18
2.2.6	Investitionstheoretische Modelle zur Projektabbruch- Problematik	19
3	Darstellung und Analyse von Basisdisziplinen der Modellbildung	20
3.1	Definitorische Abgrenzung: Software und Softwareentwicklung	20
3.2	Softwareentwicklung in Deutschland – ein Marktüberblick	22
3.3	Analyse aktueller Entwicklungen in der Softwareentwicklung	25
3.4	Definitorische Abgrenzung: Projekt	27
3.5	Erfüllung der Projektmerkmale durch die Softwareentwicklung	28
3.6	Das Management von Projekten	33
3.6.1	Definitorische Abgrenzung: Projektmanagement	33
3.6.2	Untergliederung von Projekten in Projektphasen	36

4	Analyse von Vorgehensmodellen in der Softwareentwicklung	38
4.1	Definitorische Abgrenzung	38
4.2	Überblick über bestehende Vorgehensmodelle in der Softwareentwicklung	40
4.3	Analyse ausgewählter Einzelmodelle	43
4.3.1	Das Wasserfallmodell	43
4.3.2	Der Rational Unified Process	46
4.3.3	Das V-Modell	50
4.4	Auswahl eines Vorgehensmodells	53
4.5	Projektmanagement mit dem RUP	57
5	Entwicklung einer Klassifikation für Softwareentwicklungsprojekte	61
5.1	Begriffliche Abgrenzung	61
5.2	Die Einheitlichkeit der Aufwandsstruktur	66
5.3	Die Differenziertheit der Ertragsstruktur	67
5.3.1	Standardprodukterstellung	70
5.3.1.1	Kommerzielle Software	71
5.3.1.2	Freie Software	72
5.3.2	Individuelle Produktgestaltung	74
5.3.2.1	Individuelle Produktgestaltung zum Festpreis	75
5.3.2.2	Individuelle Produktgestaltung mit aufwandsbezogener Bepreisung	76
5.3.2.3	Software als Teil eines Absatzgutes	77
5.3.2.4	Individuelle Softwarelösungen zur unternehmensinternen Verwendung	79
6	Identifikation und Analyse von Projektrisiken	81
6.1	Darstellung der Ansatzpunkte entlang des Risiko-Management-Kreislaufs	82
6.2	Identifikation von Kernrisiken für Softwareentwicklungsprojekte	87
6.2.1	Erfolgs- und Misserfolgsfaktorenforschung im Projektkontext	88
6.2.1.1	Die Entwicklung der Erfolgsfaktorenforschung	88
6.2.1.2	Die Relevanz der Erfolgsfaktorenforschung für das Projektmanagement	89

6.2.1.3 Der Zusammenhang zwischen Erfolgs- und Misserfolgsfaktorenforschung	91
6.2.2 Kategorisierung der Ergebnisse der empirischen Forschung	92
6.2.2.1 Darstellung verschiedener statistischer Arbeiten	94
6.2.2.1.1 Die Kategorisierung nach Lange	94
6.2.2.1.2 Die Studie SUCCESS	97
6.2.2.2 Darstellung deskriptiver Studien	99
6.2.2.2.1 Studie zur Effizienz von Projekten in Unternehmen	100
6.2.2.2.2 Studie „Projektmanagement: Abenteuer Wertvernichtung“	102
6.2.2.2.3 Die CHAOS-Studien	103
6.2.2.2.4 Weitere Studien im Überblick	106
6.2.2.3 Entwicklung der Modulstruktur	107
6.3 Risikoanalyse	110
6.3.1 Analyse der gebildeten Risikomodule	110
6.3.1.1 Risikomodul 1: Unternehmensstrategie	111
6.3.1.2 Risikomodul 2: Markt / Kunde	113
6.3.1.3 Risikomodul 3: Ressourcen	115
6.3.1.4 Risikomodul 4: Technologie	117
6.3.1.5 Risikomodul 5: Projektmanagement	119
6.3.1.6 Risikomodul 6: weiche Faktoren	120
6.3.2 Zusammenfassung der Ergebnisse der Modulanalyse	123
7 Grundlagen der kennzahlenbasierten Projektbewertung und -überwachung	124
7.1 Identifikation von Projektvoraussetzungen anhand von Risiko- leitfragen	125
7.2 Risikoüberwachung im Projektcontrolling	136
7.2.1 Der reduzierte Risikomanagement-Kreislauf der Modell- anwendung	136
7.2.2 Definitive Abgrenzung: Projektcontrolling	138
7.2.3 Die Verwendung von Kennzahlen im Projektcontrolling	139

7.2.3.1	Definitive Abgrenzung: Kennzahlen und Kennzahlensysteme	139
7.2.3.2	Definition von Anforderungen an die Kennzahlen des Entscheidungsmodells	141
7.2.3.3	Datenerfassung und Kennzahlennutzung in der Projektmanagement-Praxis	144
7.2.3.3.1	Untersuchung zur Erfassung und Nutzung historischer Projektdaten	145
7.2.3.3.2	Verbreitung projektbezogener Kennzahlen	148
7.2.3.3.3	Zusammenfassung der Studienergebnisse	153
8	Methodenauswahl zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Projekten	155
8.1	Wirtschaftlichkeit und Projektbewertung	155
8.2	Grenzen der Rationalität bei Projektabbruchentscheidungen	157
8.2.1	Psychologische Basiseffekte	157
8.2.1.1	Die Prospect-Theorie	158
8.2.1.2	Der Sunk-Costs-Effekt	160
8.2.2	Escalating Commitment	162
8.2.3	Maßnahmen gegen psychologische Wahrnehmungs- und Bewertungseffekte bei Abbruchentscheidungen	166
8.3	Gegenüberstellung der Bewertungsverfahren	169
8.3.1	Eindimensionale versus mehrdimensionale Verfahren	170
8.3.2	Statische versus dynamische Verfahren	173
8.3.3	Bewertung ausgewählter Einzelmethoden	178
8.3.3.1	Die Kapitalwertmethode	179
8.3.3.2	Methode des internen Zinsfußes	184
8.4	Risikoberücksichtigung in der Praxis	190
8.5	Methodenauswahl	192
9	Risikoorientierte Restaufwandsprognose	193
9.1	Problematik der Aufwandschätzung in der Praxis	193
9.2	Vereinfachte Prognose der Projekt-Restaufwände	195
9.3	Metrik-basierte Prognose von Restaufwänden	199

9.3.1 Analyse der Eignung bestehender Softwaremetriken	200
9.3.1.1 Lines of Code	202
9.3.1.2 Funktionsorientierte Messgrößen	203
9.3.1.2.1 Funktionsorientierte Messgrößen im Überblick	203
9.3.1.2.2 Function Points nach IFPUG	205
9.3.1.2.2.1 Unadjusted und Adjusted Function Points	205
9.3.1.2.2.2 Ermittlung von Unadjusted Function Points	207
9.3.1.2.2.3 Analyse der Eignung der Function-Point-Metrik	209
9.3.2 Funktionsorientierte Aufwandsprognose	211
9.3.2.1 (Rest-)Aufwandschätzung auf Basis von Funktionspunkten	212
9.3.2.1.1 Berücksichtigung der Systemeigenschaften über den VAF	212
9.3.2.1.2 Kritische Betrachtung des VAF	214
9.3.2.2 Analyse von Aufwandskurven	217
9.3.2.3 Integration der Kernrisiken	223
9.3.2.3.1 Veränderungen der Projektgröße	223
9.3.2.3.2 Veränderungen der Produktivität	230
9.3.2.3.2.1 Verringerung der Produktivität durch gestiegene Projektgröße	231
9.3.2.3.2.2 Produktivitätsveränderung durch Veränderung der Mitarbeiterkompetenz	237
9.3.2.3.2.2.1 Möglichkeiten der Berücksichtigung der Mitarbeiterkompetenz	237
9.3.2.3.2.2.2 Integration von Kompetenzveränderungen in die Restaufwandsprognose	242
9.3.2.3.2.3 Verringerung der Produktivität durch Personalwechsel	248
9.3.2.3.3 Berücksichtigung der Ressourcensituation	251

9.3.2.3.3.1	Ermittlung der monatlichen Effektiv- Arbeitszeit des Projektteams	251
9.3.2.3.3.2	Prognose der Projekt-Restdauer in Monaten	258
9.3.2.3.3.3	Einschränkung der Ressourcen-Verfüg- barkeit durch Fluktuation	260
9.4	Überführung in monetären Aufwand	265
10	Analyse von Verfahren zur Ertragsschätzung bei Softwareentwick- lungsprojekten	269
10.1	Ertragsschätzung bei Standardsoftware	270
10.1.1	Kommerzielle Software	272
10.1.1.1	Vermarktungsrelevante Eigenschaften des Gutes „Software“	272
10.1.1.2	Auswahl eines Verfahrens zur Absatzprognose bei kommerziellen Softwareprodukten	275
10.1.1.2.1	Die Preis-Absatz-Funktion als Basiskonstrukt	275
10.1.1.2.2	Die empirische Ermittlung von Preis-Absatz- Funktionen	277
10.1.1.2.3	Absatzprognose auf Basis der Conjoint-Analyse	280
10.1.1.2.3.1	Die Verbreitung der Conjoint-Analyse in der Praxis	280
10.1.1.2.3.2	Die Ermittlung von Marktanteilen auf Basis der Conjoint-Analyse	284
10.1.1.2.3.3	Kaufentscheidungsrelevante Eigenschaf- ten für Softwareprodukte	288
10.1.1.2.3.4	Eignung der Conjoint-Analyse für das Entscheidungsmodell	289
10.1.1.2.3.5	Kritische Betrachtungen	291
10.1.1.3	Integration der CA-MA ins Entscheidungsmodell	293
10.1.1.4	Möglichkeiten zur Vermarktung von Teilergebnissen	295
10.1.2	Ertragsschätzung für freie Software	296

10.1.2.1	Freie Software und monetäre Bewertung – eine kritische Betrachtung	296
10.1.2.1.1	Analyse verschiedener Kategorien „freier“ Software	296
10.1.2.1.2	Analyse von Anreizen zur Erstellung freier Software	298
10.1.2.2	Ertragspotenziale für freie Software	300
10.1.2.2.1	Innerbetriebliche Wirkungen	301
10.1.2.2.2	Marktorientierte Wirkungen	301
10.1.2.2.2.1	Reputation und Signalfunktion	301
10.1.2.2.2.2	Werbeeinnahmen	303
10.1.2.2.2.3	Ertragsgenerierung über Support- aktivitäten	303
10.2	Ertragsprognose für Individualsoftware	304
10.2.1	Entwicklung von Individualsoftware zum Festpreis	306
10.2.1.1	Ertragsprognose bei Festpreisvereinbarungen	306
10.2.1.2	Berücksichtigung von Meilensteinfaktura	309
10.2.2	Entwicklung individueller Softwarelösungen zu aufwands- bezogenen Preisen	311
10.2.3	Mischformen fester und variabler Projektbepreisung	315
10.2.3.1	Aufwandsbezogener Preis mit Obergrenze	315
10.2.3.2	Mehrstufiger Festpreis	317
10.2.3.3	Anforderungseinheitspreis	319
10.2.3.4	Agiler Festpreis	321
10.2.4	Ertragsprognose für Software als Teil eines Absatzgutes	323
10.2.4.1	Die Problematik der Ertragszurechnung	323
10.2.4.1.1	Software als integrierter Teil in Software	324
10.2.4.1.2	Software als integrierter Teil in technischen Produkten	325
10.2.4.1.2.1	Die Bewertungsproblematik von Embedded Software	325
10.2.4.1.2.2	Die Bedeutung von embedded Software für Produktinnovationen	327

10.2.4.2	Analyse der Eignung der Conjoint-Analyse für eine Ertragszurechnung bei Embedded Software	329
10.2.5	Ertragsprognose für individuelle Softwarelösungen zur unternehmensinternen Verwendung	336
10.2.5.1	Besonderheiten der Projektstruktur	337
10.2.5.2	Analyse der Bewertungsproblematik	338
10.2.5.2.1	Die Wahrnehmungsproblematik von Software als immaterieller Vermögensgegenstand	338
10.2.5.2.2	Bewertungsansätze für immaterielle Güter	339
10.2.5.2.3	Konkretisierung der Bewertung von Projekten zur Eigenentwicklung innerbetrieblich genutzter Software	341
10.2.5.2.3.1	Wirkungserfassung und Bewertung über das IDEA-Modell	342
10.2.5.2.3.1.1	Analyse der Eignung des Modells	342
10.2.5.2.3.1.2	Wirkungserfassung- und Bewertung	345
10.2.5.2.3.1.3	Beispielanwendung des IDEA-Modells für eine Shop-Lösung	349
10.2.5.3	Die Berücksichtigung des Softwarelebenszyklus	351
11	Entwicklung des Entscheidungsmodells	359
11.1	Entwicklung des mehrstufigen Modelldesigns	359
11.2	Detailentwicklung der Modellstufen	363
11.2.1	Stufe I: statische Bewertung unter Verwendung von Festgrößen	363
11.2.1.1	Grundform der Modell-Anwendung auf Stufe I	363
11.2.1.2	Erweiterte Anwendung unter Verwendung der Prozentsatzmethode	365
11.2.1.3	Beispiel-Anwendung Stufe I	366
11.2.2	Stufe II: statische Bewertung mit metrikbasierter Restaufwandschätzung	370
11.2.2.1	Entwicklung der Entscheidungsregel auf Stufe II	371
11.2.2.2	Beispiel-Anwendung Stufe II	373

11.2.3 Stufe III: Dynamische Bewertung unter Verwendung eines Kalkulationszinssatzes	375
11.2.3.1 Entwicklung der Entscheidungsregel auf Stufe III bei Projektfertigstellung binnen Jahresfrist	377
11.2.3.2 Verallgemeinerung der Entscheidungsregel auf Stufe III	379
11.2.3.3 Beispiel-Anwendungen Stufe III	385
11.2.3.3.1 Case 1: Projektrestlaufzeit unter einer Periode	385
11.2.3.3.2 Case 2: Projektrestlaufzeit mehr als eine Periode	388
11.2.3.3.3 Case 3: Projektrestlaufzeit von genau einer Periode	390
11.2.4 Stufe IV: Risikoorientierte dynamische Bewertung	392
11.2.4.1 Entwicklung der Entscheidungsregel auf Stufe IV	392
11.2.4.2 Beispiel-Anwendung Stufe IV	396
11.2.5 Stufe V: Integration von Ertragsprognosemodelle in die risikoorientierte, dynamische Bewertung	399
11.2.5.1 Integration der Conjoint-Analyse als Prognoseverfahren für kommerzielle Software	400
11.2.5.1.1 Integration des Ertragsprognose-Modells in die Modellbildung	401
11.2.5.1.2 Beispiel-Anwendung Stufe V – kommerzielle Software	407
11.2.5.2 Individualsoftware zum Festpreis	410
11.2.5.3 Individualsoftware zu aufwandsbezogenen Preisen	412
11.2.5.3.1 Integration des Ertragsprognose-Modells in die Modellbildung	412
11.2.5.3.2 Beispiel-Anwendung Stufe V – Individualsoftware mit aufwandsbezogener Bepreisung	417
11.2.5.4 Bildung des Entscheidungsmodells Stufe V Kategorie „Software als Teil eines Absatzgutes“	420

11.2.5.4.1	Integration der Conjoint-Analyse als Bewertungs- grundlage	420
11.2.5.4.2	Beispiel-Anwendung Stufe V Kategorie „Software als Teil eines Absatzgutes“	426
11.2.5.5	Bildung des Entscheidungsmodells Stufe V Kategorie „Individuelle Softwarelösungen zur unternehmens- internen Verwendung“	429
11.2.5.5.1	Integration monetär bewerteter Prozesswirkungen	429
11.2.5.5.2	Beispiel-Anwendung Stufe V Kategorie „Individuelle Softwarelösungen zur unternehmensinternen Verwendung“	433
12	Analyse von Erweiterungspotenzialen	435
12.1	Mehrdimensionale Modell-Visualisierung als Grundlage für die Strategieentwicklung	436
12.2	Erweiterungspotenziale durch investitionstheoretische Modelle	441
12.2.1	Die Sichtweise einer Abbruchentscheidung als mehrstufiges Entscheidungsproblem unter Unsicherheit	441
12.2.2	Das Modell nach Henke	443
12.2.2.1	Darstellung des Modells	443
12.2.2.2	Diskussion der Eignung als Erweiterungsmöglichkeit	447
12.2.3	Analyse von Realoptionen als Bewertungskonzept für die Softwareentwicklungs-Praxis	449
12.2.3.1	Die Grundidee des Realoptionenansatzes	450
12.2.3.2	Die Eignung für eine Anwendung in der praktischen Softwareentwicklung	453
13	Fazit und Ausblick	456
V	Literaturverzeichnis	XXI

II. Abkürzungsverzeichnis

AFP	Adjusted Function Point
BITKOM	Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V.
bspw.	beispielsweise
BWL	Betriebswirtschaftslehre
bzw.	beziehungsweise
CA	Conjoint-Analyse
CA-MA	auf der Conjoint-Analyse basierende Marktanteilsimulation
COCOMO	Constructive Cost Modell
COSMIC	Common Software Metrics Consortium
CSS	Closed Source Software
DASMA	Deutschsprachige Anwendergruppe für Softwaremetrik und Aufwandschätzung e.V.
d.h.	das heißt
Eiro	Europäische Beobachtungsstelle für Entwicklung der Arbeitsbeziehungen
EStG	Einkommensteuergesetz
FFP	Full Function Point
FSF	Free Software Foundation
FP	Function Point
GE	Geldeinheiten
ggf.	gegebenen Falls
GNU-Lizenz	General Public License
GPM	Gesellschaft für Projektmanagement
GSC	General System Characteristics
HGB	Handelsgesetzbuch
IAS	International Accounting Standard
IDEA	Impact Detection & Assessment
i.d.R.	in der Regel
i.e.	id est

i.e.S.	im engeren Sinne
IFPUG	International Function Point User Group
IFRS	International Financial Reporting Standards
IW	Irrtumswahrscheinlichkeit
KLOC	Kilo Lines of Code
LOC	Lines of Code
MIS	management information system
NCBS	New Car Buyer Survey
o.Ä.	oder Ähnliches
OS	Open Source
OSS	Open Source Software
CSS	Closed Source Software
PAF	Preis-Absatz-Funktion
PDR	Project Delivery Rate
PE	Produkteinheiten
PM	Personenmonat
RUP	Rational Unified Process
SOA	Serviceorientierte Architektur
SLOC	Source Lines of Code
sog.	sogenannte
TDI	Total Degree of Influence
u.A.	und Andere
u.Ä.	und Ähnliches
UFP	Unadjusted Function Point
US-GAAP	United States Generally Accepted Accounting Principles
usw.	und so weiter
v.a.	vor allem
VAF	Value Added Factor / Value Adjustment Factor
Vgl.	vergleiche
z.B.	zum Beispiel

III. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Kategorisierung von Abbruchkriterien nach Lange	96
Tabelle 2:	Hypothesenverifikation in SUCCESS	98
Tabelle 3:	Projekt Impaired Factors	105
Tabelle 4:	Risikomodule	109
Tabelle 5:	Risiko „Unternehmensziele“	126
Tabelle 6:	Risiko „Projektgröße“	127
Tabelle 7:	Risiko „Produktivität“	128
Tabelle 8:	Risiko „Ressourcenverfügbarkeit“	129
Tabelle 9:	Risiko „Komplexität“	131
Tabelle 10:	Risiko „Markt“	132
Tabelle 11:	Zusammenfassung Projektvoraussetzungen	134
Tabelle 12:	Quantitativ zu beantwortende Leitfragen	135
Tabelle 13:	Bekanntheit und Verbreitung projektbezogener Kennzahlen	152
Tabelle 14:	Zusammenführung der Studienergebnisse	153
Tabelle 15:	Kategorisierung von Kennzahlensystemen in der IT	154
Tabelle 16:	Anwendung der Investitionsrechenverfahren im Zeitverlauf	176
Tabelle 17:	Anforderungserfüllung durch Kapitalwertmethode	183
Tabelle 18:	Anforderungserfüllung durch Interne Zinsfuß-Methode	189
Tabelle 19:	phasenbezogene Aufwandsverteilung	197
Tabelle 20:	Phasenbezogene Aufwandsverteilung nach Projektart	198
Tabelle 21:	Schätzobjekte der Varianten der Function-Point-Methode	204
Tabelle 22:	Gewichtung von Funktionspunkten	209
Tabelle 23:	Die 14 Systemmerkmale der Function-Point-Analyse	213
Tabelle 24:	Empirical Data Sets: AFP and UFP Models	218
Tabelle 25:	In Formel 8 integrierte Kennzahlen	222
Tabelle 26:	Aufwandsverteilung zum RUP nach Phasen	226
Tabelle 27:	In Formel 9 integrierte Kennzahlen	229
Tabelle 28:	Größe-Aufwand-Zusammenhang	232
Tabelle 29:	In Formel 10 integrierte Kennzahlen	235
Tabelle 30:	Aufwandszu- und -abschläge nach HÜRTEN	238
Tabelle 31:	COCOMO II effort multipliers versus length of experience	244

Tabelle 32:	Aufwandsverteilung im RUP	255
Tabelle 33:	Anwendungsbeispiel „Other_Labor“	255
Tabelle 34:	Der Effekt der Produkteigenschaften auf die Kaufwahrscheinlichkeit	289
Tabelle 36:	Phasenbezogene Aufwandsverteilung nach Projektart	367
Tabelle 37:	Beispielrechnung Stufe I	367
Tabelle 38:	Beispielrechnung Stufe II	373
Tabelle 39:	Beispielrechnung Stufe III.1	385
Tabelle 40:	Beispielrechnung Stufe III.2	388
Tabelle 41:	Beispielrechnung Stufe III.3	390
Tabelle 42:	Beispielrechnung Stufe IV	396
Tabelle 43:	Beispielrechnung Stufe V.1 (Teil 1)	408
Tabelle 44:	Beispielrechnung Stufe V.1 (Teil 2)	409
Tabelle 45:	Beispielrechnung Stufe V.2	418
Tabelle 46:	Datengrundlage des Anwendungsbeispiels	446

IV Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Erkenntnisziel der Arbeit	4
Abbildung 2:	Aufbau der Arbeit	6
Abbildung 3:	Abgrenzung vom Forschungsfeld „Vorgehensmodelle in der Softwareentwicklung“	15
Abbildung 4:	Abgrenzung von der Erfolgsfaktorenforschung	16
Abbildung 5:	Abgrenzung von der Kennzahlenforschung	16
Abbildung 6:	Abgrenzung von Forschungsarbeiten aus dem Bereich der Aufwandsschätzung	17
Abbildung 7:	Abgrenzung von bestehenden Modellen der Ertragsermittlung	18
Abbildung 8:	Abgrenzung von investitionstheoretischen Modellen	19
Abbildung 9:	Anteil der softwareentwickelnden Unternehmen nach Primär- und Sekundärbranchen	24
Abbildung 10:	Magisches Dreieck des Projektmanagements	35
Abbildung 11:	Überblick über Softwareentwicklungsprozesse	41
Abbildung 12:	Grundschrirte der Softwareentwicklung	43
Abbildung 13:	Implementation steps nach Royce	44
Abbildung 14:	Das Wasserfallmodell	44
Abbildung 15:	erweiterter Prozessablauf nach Royce	45
Abbildung 16:	Eine Iteration im RUP	48
Abbildung 17:	Vom Wasserfallmodell zum RUP	48
Abbildung 18:	Aufwandsverteilung im RUP über die Phasen	49
Abbildung 19:	Projektdurchführungsstrategie "AG-Projekt mit einem Auftragnehmer"	52
Abbildung 20:	Einschätzung zum V-Modell XT	56
Abbildung 21:	Der Workflow Projektmanagement im RUP	58
Abbildung 22:	Phasenintegration klassisches Projektmanagement und RUP	59
Abbildung 23:	Entscheidungszeitpunkte im RUP	60
Abbildung 24:	Kategorisierung von in Projekten entwickelter Software	68
Abbildung 25:	Standardprodukterstellung	70
Abbildung 26:	Kategorie „Kommerzielle Software“	71

Abbildung 27:	Kategorie „Freie Software“	72
Abbildung 28:	Individuelle Produktgestaltung	74
Abbildung 29:	Kategorie „Individualsoftware zum Festpreis“	75
Abbildung 30:	Kategorie „Individualsoftware mit aufwandsbezogener Bepreisung“	76
Abbildung 31:	Kategorie „Software als Teil eines Absatzgutes“	77
Abbildung 32:	Kategorie „Individuelle Softwarelösungen zur unternehmensinternen Verwendung“	79
Abbildung 33:	Angepasster Risikomanagement-Kreislauf	85
Abbildung 34:	Detailbetrachtung „Risikoidentifikation“	87
Abbildung 35:	Anteil kumulierter Projektkosten an den jährlichen Gesamtkosten im Unternehmen	90
Abbildung 36:	Kategorisierung empirischer Ansätze	93
Abbildung 37:	Gründe für das Scheitern von Projekten	101
Abbildung 38:	Effizienz im Projektmanagement	103
Abbildung 39:	Detailbetrachtung „Risikoanalyse“	110
Abbildung 40:	Modul Unternehmensstrategie	111
Abbildung 41:	Modul „Markt/Kunde“	113
Abbildung 42:	Modul "Ressourcen"	115
Abbildung 43:	Modul "Technologie"	117
Abbildung 44:	Modul "Projektmanagement"	119
Abbildung 45:	Modul "Weiche Faktoren"	120
Abbildung 46:	Detailbetrachtung „Risikobewertung“	124
Abbildung 47:	Reduzierter Risikomanagement-Kreislauf der Modell- anwendung	136
Abbildung 48:	Schätzgenauigkeit im Projektfortschritt	137
Abbildung 49:	Kennzahlenverwendung nach Projektphasen	149
Abbildung 50:	Die 5 wichtigsten Kennzahlen nach George	150
Abbildung 51:	Eine hypothetische Bewertungsfunktion nach Kahneman/Tversky	159
Abbildung 52:	Der Sunk-Costs-Effekt nach ARKES/BLUMER	161
Abbildung 53:	eindimensionale und mehrdimensionale Verfahren	170
Abbildung 54:	Statische und dynamische Verfahren	173

Abbildung 55:	Kosten-Trend-Analyse	196
Abbildung 56:	vereinfachte Ermittlung von Restaufwänden	198
Abbildung 57:	Function points measurement model	206
Abbildung 58:	Function-Point-Analysis nach A.Albrecht	207
Abbildung 59:	Die Auswertung des vollen Datensets bei Abran/Robillard	217
Abbildung 60:	Das reduzierte Datenset von 21 Projekten	218
Abbildung 61:	Aufwand-Größe-Zusammenhang nach Projektarten	219
Abbildung 62:	Bandbreite des Requirements Creep	224
Abbildung 63:	Die Aufwandsverteilung im RUP	225
Abbildung 64:	zeitlicher Kernbereich des Requirements Creep	228
Abbildung 65:	“Effect of productivity variation” - eine Simulation mit RISKOLOGY.	230
Abbildung 66:	Aufwandskurve zu Tabelle 28	232
Abbildung 67:	Größe-Produktivität-Zusammenhang	233
Abbildung 68:	COCOMO II Software productivity range	240
Abbildung 69:	Time Multiplication Factor für das Risiko "Fluktuation"	250
Abbildung 70:	Modellierung der Einarbeitungszeit	262
Abbildung 71:	Kategorisierung Standardsoftware-Erstellung	270
Abbildung 72:	Kategorie "Kommerzielle Software"	272
Abbildung 73:	typischer Verlauf einer linearen Preis-Absatz-Funktion	276
Abbildung 74:	Einsatzgebiete der Conjoint-Analyse	281
Abbildung 75:	Preis-Absatz-Funktion für einen LCD-TV	283
Abbildung 76:	Struktur des Prognoseproblems	283
Abbildung 77:	Prozess der Marktanteilsprognose	284
Abbildung 78:	Kategorie „Freie Software“	296
Abbildung 79:	Kategorisierung „individuelle Produktgestaltung“	304
Abbildung 80:	Kategorie "Individualsoftware zum Festpreis"	306
Abbildung 81:	Kategorie "Individualsoftware mit aufwandsbezogener Bepreisung"	311
Abbildung 82:	Mischformen fester und variabler Projektbepreisung	315
Abbildung 83:	Risikosituation bei einem Festpreisvertrag für Teilergebnisse	318
Abbildung 84:	Kategorie "Software als Teil eines Absatzgutes"	323

Abbildung 85:	Antwortverhalten "Die integrierte Software ermöglicht Produktinnovationen und treibt sie voran." [links] und "Die integrierte Software erlaubt eine bessere Erfüllung der Kundenanforderungen" [rechts]	328
Abbildung 86:	Umsatzanteil von Neuentwicklungen mit Embedded Systemen an den Gesamtentwicklungen im Jahr 2007	331
Abbildung 87:	Die Wirkung von Embedded Systems in PKWs	332
Abbildung 88:	Beispiel-Kalkulation mittels Conjoint-Analyse (Annahme: Projektweiterführung)	333
Abbildung 89	Beispiel-Kalkulation mittels Conjoint-Analyse (Annahme: Projektabbruch)	334
Abbildung 90:	Kategorie „Individuelle Softwarelösungen zur unternehmensinternen Verwendung“	336
Abbildung 91:	Wirkungspyramide	346
Abbildung 92:	Wirkungsmodell der Shop-Lösung	350
Abbildung 93:	Monetäre Verteilung auf Hauptprozesse	351
Abbildung 94:	Entwicklung der Funktionalität	354
Abbildung 95:	Lebenszyklusmodell	355
Abbildung 96:	Monetäre Verteilung auf die Hauptprozesse: Jahr2-4	356
Abbildung 97:	Verteilung auf Primär-, Sekundär- und Tertiärprozesse	356
Abbildung 98:	Berechnungsmodell Nettoertrag	357
Abbildung 99:	Interpretation der Spitzenkennzahl über alle Modellstufen	360
Abbildung 100:	Anwendungsstufen des Entscheidungsmodells	362
Abbildung 101:	Stufe I: Statische Bewertung unter Verwendung von Festgrößen	363
Abbildung 102:	Entscheidungsregel auf Stufe I	364
Abbildung 103:	Entscheidungsregel auf Stufe I bei Anwendung der Prozentsatzmethode	366
Abbildung 104:	Anwendung der Entscheidungsregel auf Stufe I	368
Abbildung 105:	Entscheidungszeitpunkt "Ende Spezifikation" (links) vs. „Ende Programmierung“ (rechts)	369
Abbildung 106:	Stufe II: Statische Bewertung mit metrikbasierter Restaufwandsprognose	370

Abbildung 107:	Funktionsverlauf in Abhängigkeit der PDR	374
Abbildung 109:	Stufe III: Dynamische Bewertung mit metrikbasierter Restaufwandsprognose	375
Abbildung 110:	Ein- und Auszahlungszeitpunkte im Verlauf des Restprojektes	376
Abbildung 111:	Schematische Darstellung der Dynamisierung	377
Abbildung 112:	Entscheidungsregel auf Stufe III	378
Abbildung 113:	Entscheidungsregel auf Stufe III	384
Abbildung 114:	Stufe III, Case 1, Schematische Darstellung	386
Abbildung 115:	Anwendung der Entscheidungsregel auf Stufe III.1	387
Abbildung 116:	Stufe III, Case 2, Schematische Darstellung	389
Abbildung 117:	Anwendung der Entscheidungsregel auf Stufe III.2	389
Abbildung 118:	Stufe III, Case 3, Schematische Darstellung	391
Abbildung 119:	Anwendung der Entscheidungsregel auf Stufe III.3	391
Abbildung 120:	Stufe IV: Dynamische Bewertung mit risikoorientierter, metrikbasierter Restaufwandsprognose	392
Abbildung 121:	Entscheidungsregel auf Stufe IV	395
Abbildung 122:	Stufe IV, Case, Schematische Darstellung	397
Abbildung 123:	Anwendung der Entscheidungsregel auf Stufe IV	398
Abbildung 124:	Stufe V: Integration von Ertragsprognosemodellen in die risikoorientierte dynamische Bewertung	399
Abbildung 125:	Integration der Kategorie ‚Kommerzielle Software‘ in das Entscheidungsmodell	400
Abbildung 126:	Dynamisierung der Ertragsprognose (Fall 1)	402
Abbildung 127:	Dynamisierung der Ertragsprognose (Fall 2)	403
Abbildung 128:	Stufe V, Case I, Schematische Darstellung	409
Abbildung 129:	Anwendung der Entscheidungsregel auf StufeV(1)	411
Abbildung 130:	Kategorie „Individualsoftware zum Festpreis“	411
Abbildung 131:	Kategorie "Individualsoftware mit aufwandsbezogener Bepreisung"	413
Abbildung 132:	Periodenaufteilung analog zu Stufe IV	419
Abbildung 133:	Anwendung der Entscheidungsregel auf StufeV(2)	420
Abbildung 134:	Kategorie 'Software als Teil eines Absatzgutes'	421

Abbildung 135:	Zeitliche Verteilung der Aufwands- und Ertragsprognose	427
Abbildung 136:	Kategorie ‚Individuelle Softwarelösungen zur unternehmensinternen Verwendung	429
Abbildung 137:	Zeitliche Verteilung der Aufwands- und Ertragsprognose	434
Abbildung 138:	Aufteilung der Informationsbasis des Entscheidungsmodells in vier Perspektiven, angelehnt an das Balanced Scorecard Modell nach KAPLAN/NORTON(1997b), S.9	439
Abbildung 139:	Detailbetrachtung Mitarbeiterperspektive.	440
Abbildung 140:	Erweiterter Kapitalwert	451
Abbildung 141:	Anwendung der Bewertungsverfahren in der Praxis	455

1 Einleitung

1.1 Motivation der Arbeit

Ziel jedes Unternehmens, das auf lange Sicht am Markt bestehen will, ist der Aufbau von Wettbewerbsvorteilen gegenüber Konkurrenten. Daraus resultieren Innovationskraft und Wandel als unternehmerische Notwendigkeit. „Das fordert den Unternehmen die Fähigkeit ab, komplexe Fragestellungen in kürzester Zeit mit einem Höchstmaß an Flexibilität und Effektivität zu beantworten.“¹ Auf diese Anforderung ist es zurückzuführen, dass Projektarbeit zunehmend an Bedeutung gewinnt.² Gerade in der IT-Branche sind die Entwicklungszyklen sehr kurz. „Unter einem Entwicklungszyklus wird in der Softwareentwicklung der Zeitraum zwischen aufeinanderfolgenden Softwareversionen (Releases) verstanden, die dem Kunden verfügbar gemacht werden.“³ Die Dauer eines Entwicklungszyklus schwankt gewöhnlich zwischen einigen Monaten und einem Jahr. Projektdauern über einem Jahr sind in der Regel nicht üblich.⁴ Daher stehen Projekte gerade in dieser Branche meist unter einem besonders hohen Druck bzgl. ihrer Zeit- und Kostenvorgaben. Der Anteil von gescheiterten IT-Projekten wird zum Teil mit mehr als 50% angegeben.⁵ Kosten- und Zeitüberschreitungen von 100%-200% gelten bei Softwareprojekten durchaus als üblich.⁶

Aufgrund dieser Zahlen stellt sich die Frage, wie lange ein bereits begonnenes Softwareentwicklungsprojekt in Hinblick auf seine Weiterführung als wirtschaftlich⁷ ein-

¹ Gröger (2004), S.6

² Vgl. GPM/PA CONSULTING GROUP (2004), S.1-2; vgl. auch Kapitel 3.5 und 6.2.1.2

³ GfK/IESE/ISI (2000), S.138

⁴ vgl. GfK/IESE/ISI (2000), S.138 für die letzten beiden Sätze

⁵ Diese Zahlen weichen zum Teil stark voneinander ab. Die Ursache dafür liegt u.a. in der Definition des „Misserfolg-Begriffs“; siehe Kapitel 6.2.1.3 The Standish Group (1995) S.2 „On the success side, the average is only 16.2% for software projects that are completed on-time and on-budget.“ DeMarco/Lister (2003), S.117f. „Ungefähr ein Siebtel der Projekte in unserer Datenbank wurden beendet, ohne dass etwas fertig gestellt worden war. Andere Studien ermittelten andere Zahlen über den Anteil der eingestellten Projekte, die meisten bewegen sich wie unsere in einem Bereich von 10 bis 15 Prozent.“

⁶ DeMarco (2004), S.30

⁷ Eine ausführliche Begriffsabgrenzung von „Wirtschaftlichkeit“ findet sich in Kapitel 8.1

gestuft werden kann, oder ob ein Abbruch und damit eine Freisetzung der im Projekt gebundenen Ressourcen als sinnvoll erachtet werden muss.

1.2 Zielsetzung der Arbeit

Die Frage nach der Notwendigkeit einer Abbruchentscheidung für ein bereits begonnenes Softwareentwicklungsprojekt begründet die Zielsetzung dieser Arbeit.

Eine Entscheidung für die Durchführung eines Projektes kann als Investitionsentscheidung aufgefasst werden. In der Regel sollen nur solche Projekte durchgeführt werden, die für das Unternehmen in ihrer betriebswirtschaftlichen oder strategischen Bedeutung zielführend sind.⁸

Würden auf Grundlage vollkommener Information stets richtige Entscheidungen über die Initiierung eines Projektes getroffen und diese Projekte fehlerfrei durchgeführt werden, gäbe es nur erfolgreiche Projekte.⁹ Da jedoch sowohl die Prämisse der vollkommenen Information bei der Projektauswahlentscheidung und während des Projektverlaufs als auch die der fehlerfreien Durchführung in der Praxis aufgegeben werden müssen, kann eine nachträgliche Entscheidung für eine Modifikation oder einen Abbruch des Projektes notwendig werden. Auch diese Entscheidung für die Weiterführung oder den Abbruch eines bereits laufenden Softwareentwicklungsprojektes hat den Charakter einer Investitionsentscheidung. Trotz ihrer hohen Relevanz findet die Frage nach einer geeigneten Entscheidungsgrundlage über Abbruch oder Weiterführung eines laufenden Projektes – vor allem in Hinblick auf einen konkreten Anwendungsgegenstand – derzeit in der Literatur vergleichsweise geringe Beachtung.¹⁰

⁸ Vgl. Gröger (2004); laut seinen Untersuchungen, inwieweit Projekte vor ihrer Durchführung auf ihren strategischen Nutzen hin untersucht werden, werden jedoch nur 43% aller durchgeführten Projekte als Problemlösungsprojekte eingestuft.

⁹ Der Äußerung von Cooper/Kleinschmidt (1990) S.58 „If managers had made no mistakes at all – that is they used appropriate screening criteria, had perfect information, selected the right projects, and executed these chosen projects well – we would have only successful and killed projects, ... There would be no failure projects – they would have been correctly screened out.“ (zitiert nach Hubner (1996) S.85) ist zu widersprechen. Vgl. Hubner (1996) S. 85f. „Bei vollkommener Information zum Zeitpunkt der Auswahl eines Projektes und „fehlerfreier“ Entscheidung gäbe es vielmehr nur erfolgreiche Projekte.“

¹⁰ Eigene Recherchen und vgl. auch Hubner (1996), S.60

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Entwicklung eines mehrstufigen Entscheidungsmodells zur Fundierung von Entscheidungen über die Fortführung oder den vorzeitigen Abbruch eines bereits laufenden Softwareentwicklungsprojektes. Die Mehrstufigkeit¹¹ des Modells trägt der - je nach durchführendem Unternehmen - unterschiedlichen Verfügbarkeit an Projektdaten Rechnung.

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit finden Verfahren der Investitionsrechnung Verwendung. Die für die Ermittlung der Vorteilhaftigkeit relevanten Größen werden aus einer Analyse verschiedener Aufwandsschätzverfahren, Verfahren zur Ertragsabschätzung bzw. -zurechnung, verschiedener Softwareentwicklungsprozesse und daraus abgeleiteter Kennzahlen gewonnen.

Das Modell verdichtet alle einfließenden Informationen zu einer komplex zusammengesetzten Spitzenkennzahl. Deren Ausprägung ist als Indikator für oder gegen einen Projektabbruch zu interpretieren. Diese Eindeutigkeit soll eine Entscheidungsfindung vereinfachen und eine Entscheidungsdurchsetzung fördern, indem sie psychologischen Barrieren wie beispielsweise dem „*escalating commitment*“ entgegenwirkt.¹²

Diese Zielsetzung wird rein aus Sicht des softwareentwickelnden Unternehmens verfolgt. Wird die zu entwickelnde Software für einen vorab bekannten Auftraggeber implementiert, liegt der Investitionsentscheidung auf Einzahlungsseite die vereinbarte Bezahlung durch den Auftraggeber zu Grunde; wird hingegen für die Software eine freie Vermarktung angestrebt, gilt es, Erlöse am Markt abzuschätzen. Besonderheiten stellen Softwarekategorien wie freie Software, in andere Absatzgüter integrierte Software und Software zur unternehmensinternen Verwendung dar. Die der Investitionsentscheidung zugrunde liegende Ertragsprognose gestaltet sich in diesen Kategorien besonders komplex. Da die vorliegende Arbeit jedoch Softwareentwicklungsprojekte in ihrer Gesamtheit betrachtet – somit eine generalistische Zielsetzung

¹¹ Mehrstufigkeit ist dabei nicht im Sinne eines mehrstufigen Entscheidungsproblems in der Investitionstheorie (vgl. hierzu Kapitel 12.2.1) zu sehen, sondern als zunehmende Detaillierung zu interpretieren.

¹² Vgl. Kapitel 8.2

verfolgt – soll auch für diese Kategorien die Sinnhaftigkeit einer Projektbetrachtung nach wirtschaftlichen Kriterien analysiert werden.¹³

Die hier angestrebte investitionstheoretische Grundlage zur Entscheidung über einen Projektabbruch oder eine Projektweiterführung soll lediglich zukunftsbezogene Daten berücksichtigen. Der Schwerpunkt der Betrachtung liegt somit auf der Abschätzung von Restaufwänden bis zum Zeitpunkt einer Ertragsgenerierung durch das erstellte Softwareprodukt sowie auf einer Prognose dieser Erträge ab Fertigstellungszeitpunkt.¹⁴

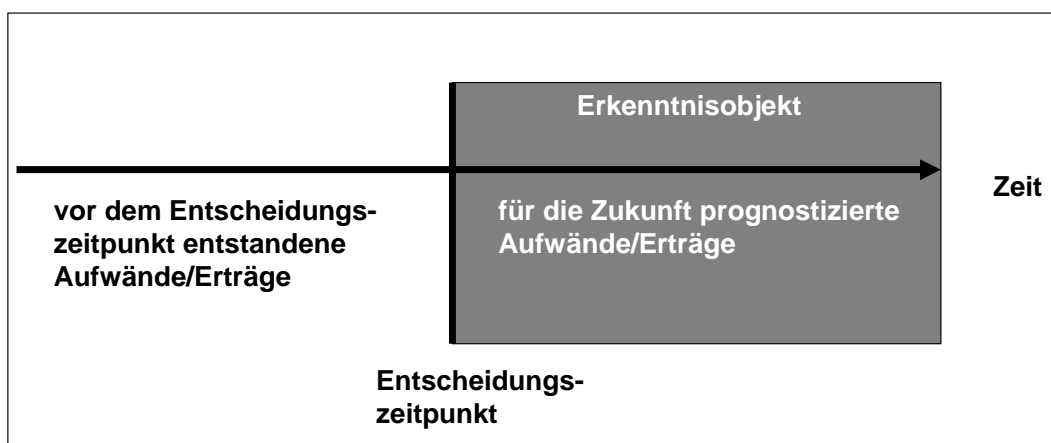


Abbildung 1: Erkenntnisziel der Arbeit

Die Erkenntnisperspektive ist somit ausschließlich auf die Zukunft gerichtet. Vor dem Entscheidungszeitpunkt entstandene Aufwände und Erträge bleiben hiervon weitgehend unberührt.¹⁵

Somit wird ein Projekt nur dann als „abzubrechen“ eingestuft, wenn die geschätzten Restaufwände bis zu einer Fertigstellung größer sind als die (abgezinsten) prognostizierten Erträge. Ein Projekt kann demnach auch dann als „weiterzuführen“ eingestuft werden, wenn bei Betrachtung des Gesamtprojektes ein Verlust zu erwarten ist,

¹³ Beispielsweise muss im Bereich kostenlos zur Verfügung gestellter Software eine Projektbewertung aus rein wirtschaftlicher Sicht in Frage gestellt werden. Vergleiche hierzu Kapitel 5.3.1.2 und Kapitel 10.1.2

¹⁴ Auf die begriffliche Abgrenzung Auszahlung/Kosten/Aufwand bzw. Einzahlung/Erlös/Ertrag sowie deren Verwendung in dieser Arbeit wird in Kapitel 5.1 detaillierter eingegangen

¹⁵ Zur Wortwahl „weitgehend“: In Einzelfällen können bereits entstandene Aufwände oder Erträge Auswirkungen auf die Prognosen haben; diese Sonderfälle werden im Verlauf der Arbeit angeführt. Beispiel hierfür ist die Problematik der Meilensteinfaktura.

jedoch durch die Weiterführung der bereits vor dem Entscheidungszeitpunkt realisierte Verlust gemindert wird.

Zusammenfassend gestaltet sich das Ziel dieser Arbeit somit wie folgt:

- Erkenntnisziel:** Ist ein bereits laufendes Softwareentwicklungsprojekt unter Wirtschaftlichkeitsaspekten abubrechen oder weiterzuführen?
- Erkenntnisobjekt:** Zu prognostizierende (Rest-)Aufwände/Erträge durch das Projekt
- Entscheidungssicht:** Sicht des softwareentwickelnden (projektdurchführenden) Unternehmens
- Entscheidungskriterium:** Ergebniswert eines zu entwickelnden Mehrstufen-Modells

1.3 Aufbau der Arbeit

Dieser Zielsetzung folgend betrachtet vorliegende Arbeit diejenigen Teilbereiche der Softwareentwicklung und des Projektmanagements, die als wesentliche Einflussfaktoren auf die Abschätzung von Restaufwänden und Resterträgen erachtet werden können. Insbesondere soll eine analytische Auswahl hinsichtlich Verfahren der Wirtschaftlichkeitsbewertung, der berücksichtigten Vorgehensmodelle zur Softwareentwicklung und Methoden zur Aufwands- und Ertragsprognose getroffen werden. Ferner werden Projektkernrisiken identifiziert, konkretisiert und über geeignete Kennzahlen in die Modellbildung integriert.

Folgende Graphik veranschaulicht den Aufbau der vorliegenden Arbeit:

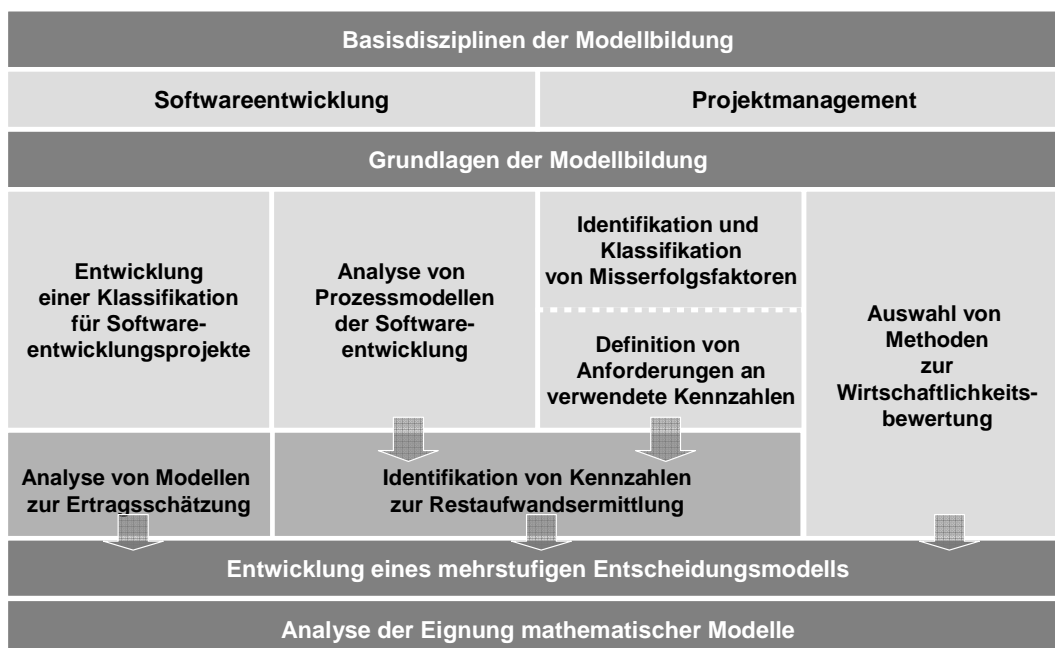


Abbildung 2: Aufbau der Arbeit

Aufbauend auf eine Darstellung der Motivation, Zielsetzung und des Aufbaus der Arbeit sowie einer Abgrenzung von bestehenden Arbeiten aus den relevanten Forschungsfeldern, werden in Kapitel 3 Basisdisziplinen der Modellbildung dargestellt und analysiert. Hierbei stehen die Gebiete der Softwareentwicklung und des Projektmanagements sowie deren Zusammenführung im Fokus der Betrachtung. Diese Arbeit legt ihren Schwerpunkt auf Softwareentwicklung auf dem deutschen Markt; jedoch fließen erweiternd internationale Erkenntnisse in die Modellbildung ein. Aus diesem Grund wird in Kapitel 3 ein kurzer Marktüberblick bzgl. Schwerpunkte, Ver-

teilung und mögliche Potentiale der Softwareentwicklung in Deutschland gegeben. Zusammen mit einer Analyse neuer Entwicklungen in der Softwareentwicklung und deren Auswirkungen auf die Organisation von Softwareentwicklungsprojekten werden zum Ende dieses Kapitels Grundlagen des Projektmanagements - insbesondere die Untergliederung des Projektablaufs in Projektphasen - eingeführt.

Darauf folgend beschäftigen sich Kapitel 4 bis 10 mit der Schaffung der Grundlagen für die in Kapitel 11 vorgenommene Modellbildung.

Aufbauend auf den vorangegangenen Betrachtungen zu Softwareentwicklung und Projektmanagement wird in Kapitel 4 eine Analyse verschiedener Softwareentwicklungsprozesse¹⁶ vorgenommen. Schwerpunkte bei der Auswahl der analysierten Modelle werden hier in Hinblick auf Bekanntheitsgrad, Verbreitung und Modellstruktur gelegt. Dieser Schwerpunktbildung folgend fließen vornehmlich der Rational Unified Process (RUP) - als derzeit weit verbreitetes Modell - und das Wasserfallmodell - als bekanntestes und ursprüngliches Vorgehensmodell der Softwareentwicklung - in die Analyse ein. Kapitel 4 endet mit einer Verknüpfung der in Kapitel 3 eingeführten Projektphasen mit den Phasen der dargestellten Vorgehensmodelle und daraus abzuleitenden Erkenntnissen über geeignete Entscheidungspunkte im Projektverlauf.

In Kapitel 5 wird anschließend eine Klassifikation für Softwareentwicklungsprojekte nach Maßgabe einer differenzierten Betrachtung der Zurechenbarkeit von Aufwänden und Erträgen entwickelt. An dieser Klassifikation orientieren sich die in Kapitel 10 getroffene Analyse von Verfahren der Ertragszurechnung sowie die Modellbildung auf Stufe V des Entscheidungsmodells in Kapitel 11.2.5.

Kapitel 6 widmet sich vertieft der Risikosituation in Softwareentwicklungsprojekten. In mehreren Schritten wird eine Modulstruktur zur Klassifizierung von Misserfolgsk Faktoren im Projektmanagement im Allgemeinen und im Management von Softwareentwicklungsprojekten im Besonderen entwickelt. Ausgehend von Konzepten der Erfolgsfaktorenforschung wird der Begriff des Misserfolgsk Faktors als bestimmender Faktor für das Misslingen von Projekten eingeführt. Aufbauend auf einer definitiven Abgrenzung werden zahlreiche empirische und statistische Studien zu Misser-

¹⁶ auch als Vorgehensmodelle bezeichnet

folgsfaktoren verglichen. Die Ergebnisse dieses Vergleichs werden im Rahmen der Risikoanalyse zu Modulen verdichtet. Basierend auf den gebildeten Misserfolgsmo-
dulen in Kapitel 6 werden in Kapitel 7.1 Leitfragen zur Konkretisierung von Kernri-
siken gebildet. Dabei wird für jede Leitfrage die quantitative Abbildbarkeit im zu
entwickelnden Entscheidungsmodell geprüft.

Darauf aufbauend liegt der Schwerpunkt in Kapitel 7 auf der Definition von Anfor-
derungen, die an die in der Modellbildung verwendeten Kennzahlen zu stellen sind.
Aufbauend auf einer definatorischen Abgrenzung der im Projektcontrolling relevan-
ten Begriffe, werden zu Beginn dieses Kapitels Kennzahlen im Allgemeinen auf ihre
Eignung als Entscheidungsgrundlage hin untersucht. Basierend auf den ermittelten
Voraussetzungen für Kennzahlen als Hilfe zur Entscheidungsfindung werden nach-
folgend Anforderungen an Kennzahlen und Kennzahlensysteme definiert. In Kapitel
7.2.3.3 wird die Kennzahlennutzung in der Praxis des Projektmanagements anhand
empirischer Studien dargestellt.

Während in den vorangegangenen Kapiteln der Schwerpunkt der Betrachtung auf
Einzelrisiken zur Abbildung der Problematik der Projektabbruchentscheidung ge-
legt wurde, fokussiert Kapitel 8 das Entscheidungsmodell in seiner Gesamtheit. Es
legt seinen Schwerpunkt auf die Analyse der Eignung verschiedener Verfahren zur
Wirtschaftlichkeitsbewertung von Projekten als Entscheidungsgrundlage für das hier
behandelte Entscheidungsproblem „Projektabbruch oder -weiterführung“. Neben
der Bekanntheit der Verfahren, ihrer praktische Einsetzbarkeit und ihrer Eignung für
die Bewertung von Softwareentwicklungsprojekten wird ein weiterer Schwerpunkt
auf weiche Effekte¹⁷ bei der Projektbewertung gelegt.

Aufbauend auf dieser Analyse wenden die nachfolgenden Kapitel 9 und 10 sich der
Aufwands- bzw. Ertragsseite der in Kapitel 8 analysierten Verfahren der Wirtschaft-
lichkeitsbewertung zu. Kapitel 9 gibt hierbei zu Beginn einen Überblick über ver-
schiedene Aufwandschätzverfahren im Bereich der Softwareentwicklung. Der
Schwerpunkt wird auf metrikbasierte Verfahren gelegt, wobei Function Points als
Softwaremaß und Basis der Aufwandsschätzung detailliert analysiert werden. Es wer-
den sowohl Konstrukte der Function-Point-Analyse als auch der COCOMO-

¹⁷ z.B. psychologische und soziale Effekte

Modelle betrachtet. Zudem wird ein besonderer Fokus auf die Abbildbarkeit der in Kapitel 6 identifizierten Kernrisiken gelegt, wobei vor allem Risiken in Bezug auf die Projektgröße, Produktivität und Ressourcensituation über Kennzahlen in die Aufwandsschätzung integriert werden sollen.

Kapitel 10 legt seinen Fokus auf eine Abschätzung der Erträge für das betrachtete Softwareentwicklungsprojekt. Hierbei werden auch Besonderheiten wie zwischenzeitliche Projektabrechnungen und eine Ermittlung zurechenbarer Erträge berücksichtigt. Kapitel 10 orientiert sich an der in Kapitel 5 vorgenommenen Klassifikation von Softwareentwicklungsprojekten. Entsprechend dieser Klassifikation werden in diesem Kapitel Ertragsschätzungen für Softwareentwicklungsprojekte mit direkten oder indirekten Erträgen und die Entwicklung von Individual- bzw. Standardsoftware in all ihren Kombinationen getrennt betrachtet. Ergebnis von Kapitel 10 ist eine Analyse und ggf. Auswahl eines Verfahrens der Ertragszurechnung je Softwarekategorie. Diese ausgewählten Verfahren werden in die Modellbildung in Kapitel 11 integriert.

Aufbauend auf allen bisherigen Ergebnissen, insbesondere denen in den beiden vorangegangenen Kapiteln wird in Kapitel 11 die Modellbildung vorgenommen. Das entwickelte Entscheidungsmodell verdichtet alle gewonnenen Erkenntnisse in einer Spitzenkennzahl, deren Ergebniswert eine Entscheidungshilfe für oder wider einen Projektabbruch gibt. Die Modellbildung wird stufenweise vorgenommen, um der in Unternehmen sehr divergierenden Datenverfügbarkeit und Kennzahlenerhebung Rechnung zu tragen. Dabei steigt der Detaillierungsgrad der Berechnung mit den Erfordernissen an die verfügbaren Daten von Stufe zu Stufe an. Nachgeordnete Stufen erweitern die jeweils vorangehende Stufe um weitere Erkenntnisse. Die dadurch geschaffene Möglichkeit einer – nach individuellen Bedürfnissen - differenzierten Modellanwendung, trägt dem in Kapitel 1.2 postulierten generalistischen Ansatz Rechnung. Auf jeder Stufe werden zur Verdeutlichung der Ergebnisse Beispielrechnungen auf Basis von Standardwerten für Softwareentwicklungsprojekte durchgeführt.

Auf eine praktische Erprobung des Modells wird verzichtet, da die dafür erforderlichen Projekt-Daten naturgemäß schwer zu erhalten sind. Bei reinen Ex-Post-Betrachtungen könnte der Informationsstand zum Entscheidungszeitpunkt nicht

adäquat berücksichtigt werden, bei Ex-Ante-Betrachtungen und daraus resultierendem Projektabbruch könnte hingegen die tatsächliche Weiterentwicklung des Projektes nicht mehr bestimmt werden. Jedoch fließen in die vorgenommenen Beispielrechnungen neben Expertenmeinungen und empirischen Daten auch zahlreiche eigene Erfahrungen aus Tätigkeiten im Bereich des Projektmanagements ein.

Kapitel 12 rundet die Ergebnisse der in Kapitel 11 vorgenommenen Modellbildung ab, indem darstellungstechnische und investitionstheoretische Erweiterungspotenziale hinsichtlich ihrer Eignung diskutiert werden. Hierbei wird auf verschiedene Theorien aus dem weiteren Umfeld von Projektabbruchentscheidungen überblickhaft eingegangen. Schwerpunktmäßig werden die Stopp-Problematik in mehrstufigen Entscheidungsproblemen unter Unsicherheit und der Realoptionen-Ansatz dargestellt. Auch die Möglichkeit einer mehrdimensionalen Visualisierung der im Modell vorhandenen Informationen wird dargestellt. Die Arbeit endet mit einem **Fazit und Ausblick** auf zukünftige Entwicklungen.

2 Abgrenzung der Arbeit von bestehenden Forschungsfeldern

2.1 Wissenschaftliche Einordnung des Themas

Gemäß der in Kapitel 1.2 beschriebenen Zielsetzung, dient diese Arbeit der Gewinnung neuer Erkenntnisse im Bereich von Projektabbruchentscheidungen in Softwareentwicklungsprojekten. Um dem wissenschaftlichen Anspruch der Arbeit gerecht zu werden, sollen hierzu empirische Untersuchungen, Erkenntnisse aus der Literatur, praktische Erfahrungsberichte und Expertenmeinungen sowie mathematische Modelle in Hinblick auf das Erkenntnisziel analysiert, ausgewählt und kombiniert werden.

Im Folgenden wird die vorliegende Arbeit in die Forschung im Allgemeinen eingeordnet. Hierbei wird der in der Literatur weit verbreiteten Untergliederung in Grundlagenforschung und angewandte Forschung gefolgt.

Grundlagenforschung im engeren Sinn wird ohne konkrete Absicht der Anwendung der erzielten Ergebnisse - vorwiegend Hypothesen, Theorien und allgemeine Gesetze - in der Praxis durchgeführt.¹⁸ Sie „ist auf den Erwerb neuer Erkenntnisse durch eine theoretische Durchdringung von Ursache-Wirkungszusammenhängen gerichtet.“¹⁹ Eine Erweiterung dieses sehr restriktiven Forschungsbegriffs findet sich in der Definition der „orientierten Grundlagenforschung“, die in einem absehbaren und für die Unternehmung tragbaren Zeitraum zu wirtschaftlich verwertbaren Ergebnissen führen kann.“²⁰

Eine klare Abgrenzung zum Begriff der „angewandten Forschung“ ist dabei schwierig. Angewandte Forschung legt den Fokus auf die Lösung konkreter Problemstellungen in Bezug auf Produkte, Verfahren, Systeme, usw.²¹ Sie „umfaßt alle Anstrengungen die auf die Gewinnung neuer wissenschaftlicher oder technischer Erkennt-

¹⁸ Vgl. Hubner (1996) S. 13 basierend auf Hinterhuber (1975), S.5

¹⁹ Hubner (1996), S. 13 basierend auf Pfeiffer/Staudt (1974) S.1522

²⁰ Hubner (1996), S.13 basierend auf Hinterhuber (1975), S.6f.

²¹ Vgl. Hubner (1996), S.13 basierend auf die dort angegebene Literatur

nisse [...] gerichtet sind.“²² Man versteht darunter die „theoretische, experimentelle oder empirische Analyse von bestimmten Technologien und ihren Anwendungsmöglichkeiten“²³.

Diesen Definitionen folgend ist der Bezug zu einer Anwendungsdomäne²⁴ ausschlaggebend für die begriffliche Einordnung der Arbeit:

Diese Arbeit hat das Ziel, ein theoretisch fundiertes, jedoch praktisch umfassend anwendbares Modell zur Entscheidungsunterstützung bei Entscheidungen über Projektabbruch oder -weiterführung zu entwickeln. Der Schwerpunkt liegt auf einer konkreten Problemlösung im Bereich der Abbruchproblematik bei Softwareentwicklungsprojekten. Vornehmliches Ziel ist den durch das jeweilige Projekt zu erwartende Gewinn bzw. Verlust zu prognostizieren und darauf aufbauend eine Entscheidung abzuleiten. Das Modell ist dabei auf eine praktische Anwendbarkeit für verschiedene Arten von Softwareentwicklungsprojekten ausgelegt. Somit soll die Arbeit der angewandten Forschung zugeordnet werden.

2.2 Zusammenhang mit und Abgrenzung von bestehenden Forschungsfeldern

Wie in Kapitel 1.2 ausgeführt, wird im Zuge der Arbeit ein mehrstufiges Modell entwickelt, das eine Entscheidungsunterstützung für Projektabbruch- bzw. -weiterführungsentscheidungen bietet. Dabei soll eine verdichtete Spitzenkennzahl als Indikator dienen.

Diese Zielsetzungen wurden bislang in der wissenschaftlichen Literatur noch nicht verfolgt. Dies ist insofern verwunderlich, als in zahlreicher Literatur zu Projektmanagement im Allgemeinen und dem Management von Softwareentwicklungsprojekten im Besonderen, an vielen Stellen auf eine möglicherweise notwendige Abbruchent-

²² Hinterhuber, (1975) S. 8 zitiert nach Hubner (1996), S.13; Die Definition bezieht sich hierbei vornehmlich auf den Innovationsprozess in Unternehmen. Sie kann jedoch als allgemein gültig erachtet werden.

²³ Brun/Engler/Nyffenegger (o.J.), S.1

²⁴ Der Begriff wurde hier in Anlehnung an den Begriff der „Anwendungsdomäne“ in der Informatik gebraucht.

scheidung hingewiesen wird. Ausführungen zu möglichen Entscheidungsgrundlagen bleiben jedoch zu sehr an der Oberfläche und gehen meist nicht über einige unverbindlich gehaltene Sätze hinaus. Konkrete Modelle, Kennzahlen oder detailliertere Vorgehensleitfäden zur Entscheidungsfindung im Bereich von Softwareentwicklungsprojekten fehlen gänzlich.²⁵ Lediglich einzelne Arbeiten beleuchten die Problemstellung aus rein investitionstheoretischer Sicht – ohne dabei auf ein konkretes Anwendungsfeld und dessen Besonderheiten einzugehen.²⁶ Da jedoch Projekte per definitionem durch Einmaligkeit ihrer Vorgaben und besondere Bedingungen gekennzeichnet sind, greifen auch diese Ausführungen rein investitionstheoretischer Art für die praktische Anwendung zu kurz, da sie die Besonderheiten von Softwareentwicklungsprojekten in verschiedenen Ausgestaltungen nicht berücksichtigen. Die Modellbildung dieser Arbeit soll diese Lücke schließen.

Ausgehend von dieser Problemstellung wird im Zuge der Arbeit auf Forschungsarbeiten zahlreicher Gebiete zurückgegriffen, die mit ihren Ergebnissen als Basis für die Generierung neuer Erkenntnisse dienen. Schwerpunktmäßig werden hierbei wissenschaftliche Arbeiten aus folgenden Bereichen herangezogen:

- (1) dem Umfeld von Vorgehensmodellen im Bereich der Softwareentwicklung insbesondere deren Vor- und Nachteile in Bezug auf die Risikosituation im Projekt
- (2) dem Bereich der Erfolgs- bzw. Misserfolgsfaktorenforschung zu Projekten im Allgemeinen und IT- bzw. Softwareentwicklungsprojekten im Besonderen
- (3) der Forschung zu Kennzahlen und Kennzahlensystemen im Besonderen zu deren zugrunde liegenden Anforderungen, Klassifikationen und Verbreitungsgraden
- (4) dem Bereich der Ertrags- und Aufwandsschätzung in Projekten im Allgemeinen und IT- bzw. Softwareentwicklungsprojekten im Besonderen
- (5) dem Bereich mathematischer Theorien, insbesondere investitionstheoretische Modelle und Theorien zur Projektbewertung

²⁵ Hubner (1996), S.60: „Die Frage, wie es in spezifischen Situationen zu einem Entscheidungsmodell kommt, findet demgegenüber in der Literatur vergleichsweise geringe Beachtung.“ Vgl. auch die dort angegebene Literatur

²⁶ Vgl. hierzu Kapitel 12.2 und die dort angegebene Literatur

Im Weiteren wird erläutert, inwiefern die Arbeit mit den genannten Forschungsfeldern zusammenhängt, an welchen Stellen Erkenntnisse dieser Forschungsfelder einfließen und sie auf diesen aufbaut. Dabei wird diese Abgrenzung zum Ende jedes Kapitels durch zwei Boxen graphisch veranschaulicht, wobei die dunklere Box die bereits existierenden Forschungsfelder und die hellere Box den darauf aufbauenden Erkenntnisgewinn dieser Arbeit darstellt. Einzelne Arbeiten in diesen Forschungsfeldern werden aus Gründen der Übersichtlichkeit in diesem Kapitel noch nicht detailliert dargestellt. Hierfür sei auf die entsprechenden Kapitel im Fortgang der Arbeit verwiesen.

2.2.1 Vorgehensmodelle zur Softwareentwicklung

Im Bereich der Vorgehensmodelle zur Softwareentwicklung finden sich derzeit in der wissenschaftlichen Literatur nur sehr wenige disziplinübergreifende²⁷ Ausführungen. Der weitaus größte Teil der in diesem Bereich veröffentlichten Arbeiten beschäftigt sich ausschließlich mit der Darstellung einzelner Prozessmodelle, ohne jedoch angrenzende Forschungsfelder, wie zum Beispiel eine Integration in das klassische Projektmanagement oder detaillierte Risikobetrachtungen, zu berücksichtigen. Jedoch kann ein klarer Trend weg von der klassischen Phasenaufteilung des Wasserfallmodells hin zu iterativen Vorgehensmodellen verzeichnet werden. Dieser Trend ist mit weitgehender Übereinstimmung der Veröffentlichungen in diesem Bereich zu einem wesentlichen Teil auf die verbesserte Risikosituation bei der Anwendung iterativer Vorgehensmodelle zurückzuführen. Daher werden im Zuge dieser Arbeit, basierend auf den Ausführungen zu verschiedenen Vorgehensmodellen, das Wasserfall-Modell als klassisches Prozessmodell der Softwareentwicklung sowie der RUP²⁸ als Vertreter der iterativen Prozessmodelle ausgewählt und mit klassischen Projektmanagement-Disziplinen verknüpft. Der Schwerpunkt liegt dabei jedoch auf iterativen Betrachtungen. Im Zuge dieser disziplinübergreifenden Integration werden vorrangig die Prozessmodelle im Teilbereich der Projektrestaufwandsschätzung integriert, wobei die jeweilige Risikosituation in den Ausführungen Berücksichtigung findet.

²⁷ Als Disziplinen werden hier Risikomanagement, Projektmanagement, Prozessmanagement usw. aufgefasst. Diese Auffassung des Disziplin-Begriffs ist ähnlich der beim RUP (vgl. Kapitel 4.3.2.)

²⁸ RUP = „Rational Unified Process“

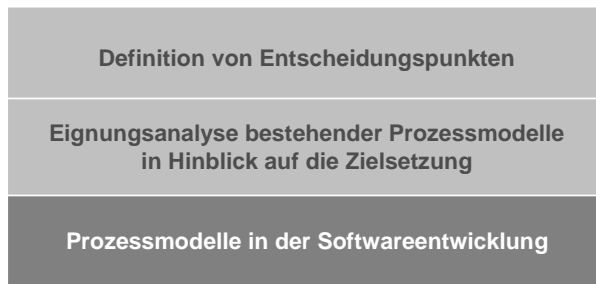


Abbildung 3: Abgrenzung vom Forschungsfeld „Vorgehensmodelle in der Softwareentwicklung“

2.2.2 Erfolgs- und Misserfolgsfaktorenforschung

Im Gegensatz zu vergleichsweise wenigen Veröffentlichungen im Bereich von Vorgehensmodellen und deren Integration in das klassische Projektmanagement, stellt das Gebiet der Erfolgsfaktorenforschung bereits seit 1961 ein weites Forschungsfeld dar, in dem zahlreiche, meist empirische Arbeiten veröffentlicht wurden. Dieses Forschungsfeld existiert sowohl für Projekte als auch für andere Organisationsformen. In Analogie zur Erfolgsfaktorenforschung wird vermehrt auch nach Misserfolgsfaktoren in verschiedenen Bereichen gesucht. Diese Arbeit nutzt hierbei vornehmlich Erkenntnisse aus dem Bereich der Misserfolgsfaktorenforschung im Projektmanagement im Allgemeinen und im Management von IT- bzw. Softwareentwicklungsprojekten im Besonderen. Hierbei sollen sowohl Erkenntnisse aus der Softwareentwicklung im deutschsprachigen Raum als auch internationale Forschungsergebnisse ausgewertet werden. Da zum Bereich der Misserfolgsfaktoren zahlreiche empirische Untersuchungen mit unterschiedlichem Fokus – in Hinblick auf Gründe für Projektabbrüche, in Hinblick auf Ressourcenverschwendung usw. – existieren, nutzt diese Arbeit die darin gewonnenen Erkenntnisse für die Ermittlung von Kernrisiken in Softwareentwicklungsprojekten. Die facettenreichen Erkenntnisse dieser Untersuchungen werden dazu zunächst klassifiziert. Die identifizierten Misserfolgsfaktoren werden in diese Klassifikation eingeordnet und dadurch vergleichbar gemacht. Diese Vorgehensweise ermöglicht eine Bewertung der identifizierten Faktoren im Hinblick auf ihre quantitative Abbildbarkeit und eine Konkretisierung durch die Auswahl geeigneter Kennzahlen.



Abbildung 4: Abgrenzung von der Erfolgsfaktorenforschung

2.2.3 Forschungsarbeiten zu Kennzahlen

Für die Identifikation geeigneter Kennzahlen zur quantitativen Abbildung der ermittelten Kernrisiken, greift die Arbeit auf bestehende Kennzahlen und Kennzahlensysteme aus dem Projektumfeld im weiteren Sinne zurück.²⁹ Da in der wissenschaftlichen Literatur nur wenige Studien über Anwendungsgebiete und Verbreitung einzelner Kennzahlen im Projektkontext existieren, stützt sich vorliegende Arbeit in diesem Bereich vornehmlich auf die Arbeit von GEORGE³⁰. Die an geeignete Kennzahlen gerichteten Anforderungen werden aus unterschiedlichen Anforderungskatalogen der wissenschaftlichen Literatur zu Kennzahlen und Kennzahlensystemen kombiniert und an die Anforderungen des hier gesetzten Erkenntnisziels angepasst.

Aufbauend auf den Erkenntnissen aus dem Vergleich verschiedener Kennzahlen(systeme) hinsichtlich Bekanntheit und Verbreitung im Projektumfeld, nimmt die Arbeit einen Abgleich geeigneter Kennzahlen mit den zur Projektbewertung notwendigen Daten vor, wobei ein wesentlicher Fokus auf die Risikoabbildung gelegt wird.

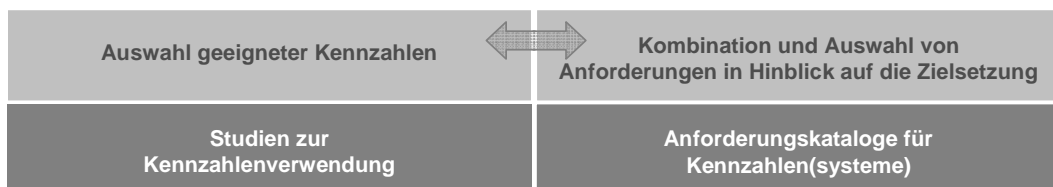


Abbildung 5: Abgrenzung von der Kennzahlenforschung

²⁹ „im weiteren Sinne“ beinhaltet dabei je nach Informationsbedarf auch Kennzahlen aus den projektdurchführenden Abteilungen oder des gesamten Unternehmens

³⁰ George (1999)

2.2.4 Aufwandschätzung in Projekten

Im Bereich der Aufwandsschätzung setzt die Arbeit den Schwerpunkt auf eine Aufwandsprognose auf Basis einer Softwaremetrik. Diese Auswahl basiert auf der Auswertung zahlreicher Publikationen zu Aufwandschätzungen in Softwareentwicklungsprojekten. Wichtigstes Auswahlkriterium ist die Berücksichtigung der Projektgröße und Komplexität als Einflussfaktoren und Eignung des Verfahrens für eine Ex-Ante-Analyse³¹. Dabei baut die Arbeit hauptsächlich auf den Ausführungen von BUNDSCHUH, langjähriger Vorstandsvorsitzender der DASMA³² und HÜRTEIN, Gründungsmitglieder der DASMA³³, sowie BOEHM, als Entwickler des COCOMO-Modells, in Bezug auf die Schätzung von Softwarekosten auf.

Bestehende Verfahren zur Aufwandsprognose auf Basis von Funktionspunkten werden im Folgenden hinsichtlich ihrer Eignung für Abbruchentscheidungen analysiert und hinsichtlich der identifizierten Kernrisiken erweitert.

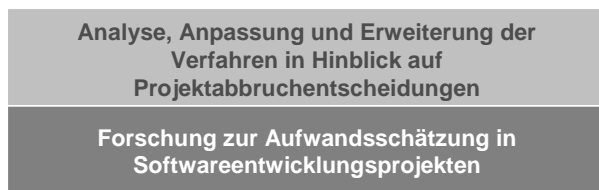


Abbildung 6: Abgrenzung von Forschungsarbeiten aus dem Bereich der Aufwandsschätzung

³¹ Im Gegensatz zur Ex-Post-Betrachtung eines Projektes, beispielsweise auf Basis der realisierten Codezeilen.

³² DASMA = Deutschsprachiger Anwenderverband für Software-Metriken und Aufwandsschätzung; entnommen aus <http://www.pmaktuell.org/Autoren/Bundschuh1>

³³ Vgl. www.dasma.org

2.2.5 Ertragsschätzung in Projekten

Die Zurechnung von Erträgen zum jeweils betrachteten Projekt - somit eine Wertbestimmung für das Projektergebnis - gestaltet sich sehr komplex. Derzeit sind in diesem Umfeld nur wenige Forschungsarbeiten veröffentlicht, die mehrheitlich in ihren Ausführungen für diese Arbeit nicht ausreichend in die Tiefe gehen. Gerade im Bereich der Softwareentwicklung existieren nahezu keine verwertbaren Veröffentlichungen diese Problematik betreffend; lediglich auf einzelne Veröffentlichungen vornehmlich aus dem Bereich des Marketings kann hierbei aufgebaut werden. Es kommt erschwerend hinzu, dass je nach Art der im Projekt erstellten Software grundsätzlich unterschiedliche Modelle der Ertragszurechnung ausgewählt und angewendet werden müssen.

Da in einigen Softwarekategorien keine geeigneten Arbeiten aus dem Umfeld der Softwareentwicklung vorliegen, werden für diese Modelle der Ertragsprognose aus dem Bereich des Marketings entsprechend den Besonderheiten der jeweiligen Softwarekategorie ausgewählt, angepasst und in das Modell integriert. Hierbei findet vornehmlich die Arbeit von HEINRICHSMEIER³⁴ Beachtung. Für individuelle Produktentwicklung werden verschiedene Ansätze der Projektabrechnung analysiert und in das Modell integriert. Im Bereich firmenintern genutzter Software wird schwerpunktmäßig auf das Ebenenmodell nach BRANDT³⁵ zurückgegriffen, wobei auch Ansätze einer marktorientierten Bewertung diskutiert werden.

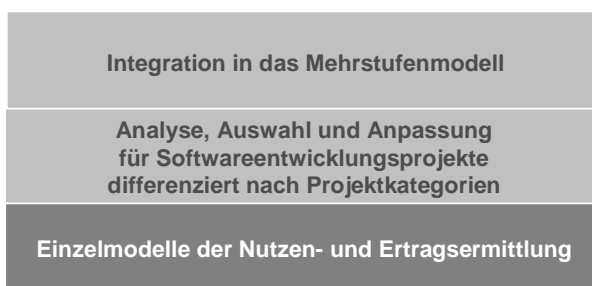


Abbildung 7: Abgrenzung von bestehenden Modellen der Ertragsermittlung

³⁴ Heinrichsmeier (1997)

³⁵ Brandt (2004)

2.2.6 Investitionstheoretische Modelle zur Projektabbruchproblematik

Die Modellbildung in ihrer Gesamtheit basiert auf bestehenden Modellen der Investitionsrechnung, die nach Maßgabe der Anforderungen dieser Arbeit auf ihre Eignung analysiert werden. Das nach Auswertungen verschiedener Aspekte ausgewählte investitionstheoretische Modell bildet dabei den Rahmen für die Integration der einfließenden Modelle und Kennzahlen.³⁶

In Kapitel 12.2 werden zudem mathematisch komplexe, investitionstheoretische Modelle zur Projektbewertung und optimalen Stopp-Problematik für Projekte dargestellt und hinsichtlich ihrer Eignung für die Anwendungsdomäne „Softwareentwicklung“ bewertet. Hierbei wird auf entsprechende Forschungsarbeiten zurückgegriffen. Im Fokus der Betrachtung liegen der Realoptionenansatz (mit möglicher Integration der Optimal Stopping Theorie), und Modelle zu mehrstufigen Entscheidungsproblemen unter Unsicherheit, wie beispielsweise das Projekt-Stopp-Modell nach Henke.

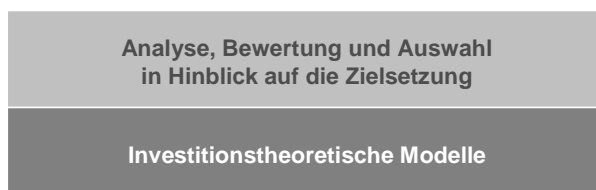


Abbildung 8: Abgrenzung von investitionstheoretischen Modellen

³⁶ Siehe zur Auswahlentscheidung Kapitel 8.3

3 Darstellung und Analyse von Basisdisziplinen der Modellbildung

Im Folgenden werden die Basisdisziplinen der Modellbildung – „Projektmanagement“ und „Softwareentwicklung“ - sowie deren Schnittstellen dargestellt. Im Bereich der Softwareentwicklung wird dabei vor allem auf die Besonderheiten des deutschen Marktes und aktuelle Entwicklungstrends eingegangen, wobei eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auch auf andere Märkte angenommen werden kann. Ausgehend davon wird die Erfordernis, Softwareentwicklungsaktivitäten in Projekten zu organisieren, näher analysiert. Das Kapitel endet mit einer Darstellung der Grundlagen des Projektmanagements. Diese werden in nachfolgenden Abschnitten immer wieder aufgegriffen.

3.1 Definitiorische Abgrenzung: Software und Softwareentwicklung

In der Literatur finden sich zahlreiche Definitionen des Softwarebegriffs, die den unterschiedlichen Erscheinungsformen und Anwendungsgebieten Rechnung tragen. Eine gute Zusammenfassung der Begriffsabgrenzungen wird bei von ENGELHARDT angegeben:

„Streng genommen bezeichnet der Begriff Software in Abgrenzung zur Hardware alle nichtphysischen Funktionsbestandteile eines Computers, also neben den Computerprogrammen auch die zur Verwendung mit den Programmen bestimmten Daten. Häufig wird Software jedoch in Abgrenzung zum Begriff der Daten mit Programmen gleichgesetzt und so zum Beispiel als eine Liste von Anweisungen zur Verarbeitung von Daten definiert.“³⁷

MÜLLER unterscheidet zwischen Software im engeren Sinn als eine „Kombination von EDV-Programmen, die erforderlich sind, damit ein Computer bestimmte Anweisungen ausführt“, und Software im weiteren Sinn als „nicht nur das fertige (Computer-)Programm, sondern [...] auch ergänzende materielle und immaterielle Zusatz-

³⁷ Engelhardt (2006), S.1 basierend auf Küchlin/Weber (2005), S 15 f.

leistungen, die zusammen ein marktfähiges Produkt bilden.³⁸ Unter dem Begriff „Software“ werden hierbei also auch Dienstleistungen, wie z.B. Dokumentation, Beratung und Schulung subsumiert.³⁹

Der Begriff der Softwareentwicklung berücksichtigt diese weite Definition nur zum Teil. Der umfassenden Untersuchung der GfK und des Fraunhofer Instituts zur „Analyse und Evaluation der Softwareentwicklung in Deutschland“ wird beispielsweise ein Softwareentwicklungsbegriff zugrunde gelegt, der zwar Maßnahmen der Projektleitung, Qualitätssicherung und Wartung beinhaltet, Beratung und Schulung jedoch außen vor lässt.

Softwareentwicklung wird hierbei als „die Neu- oder Weiterentwicklung und Anpassung von Softwareprodukten mit Hilfe einer Programmiersprache (inkl. Maßnahmen wie Projektleitung, Qualitätssicherung und Wartung)“⁴⁰ definiert.

Unternehmen, die sich ausschließlich mit der Beschaffung und/oder Benutzung von Software (z.B. Erstellung von MS-EXCEL-Sheets o.Ä.) beschäftigen, werden damit nicht der Softwareentwicklung zugerechnet.⁴¹ Diese relativ eng gefasste Definition der Softwareentwicklung soll auch in dieser Arbeit zugrunde gelegt werden, wobei auf die Modellierung von Wartungsaktivitäten im Softwarelebenszyklus jedoch weitgehend⁴² verzichtet wird. Es wird davon ausgegangen, dass – wie in der Praxis weit verbreitet – alle Wartungsaktivitäten gesondert vergütet werden und nicht mehr dem ursprünglichen Softwareentwicklungsprojekt zuzuordnen sind. Insbesondere weiterentwickelnde Wartung muss in der Regel als eigenständiges Projekt aufgefasst werden. Garantie-Verträge, die korrigierende Wartung kostenfrei beinhalten, sollen hier nicht explizit betrachtet werden. Jedoch können die Ausführungen zur Wartung im Softwarelebenszyklus für intern genutzte Software – bei entsprechenden Vertragsbestimmungen – auch auf andere Softwarekategorien angewendet werden.

³⁸ Müller (1999) S. 10f.

³⁹ Schmitz (2007), S.7 in einer Auswertung der dort angegebene Literatur

⁴⁰ GfK/IESE/ISI (2000), S.36

⁴¹ Vgl. GfK/IESE/ISI (2000), S.36

⁴² Lediglich in der Kategorie „Individuelle Softwarelösungen zur unternehmensinternen Verwendung“ werden Wartungsaufwendungen thematisiert, da hier eine Eigennutzung über den gesamten Lebenszyklus modelliert wird.

Der hier verwendete Begriff „Softwareentwicklungsprojekt“ soll nicht – wie in der Literatur zum Teil gebräuchlich – mit dem Begriff „IT-Projekt“ gleichgesetzt werden. Diese begriffliche Trennung liegt darin begründet, dass ein „IT-Projekt“ neben Softwareentwicklungsprojekten im engeren Sinne alle Projekte, deren Erfolg „maßgeblich von der Auswahl, Analyse, Entwicklung, Wartung, Weiterentwicklung oder Einführung mindestens eines Informations- oder Kommunikationssystems abhängt“⁴³, umfasst. Eine Abgrenzung eines IT-Projekts von einem Softwareentwicklungsprojekt im Sinne dieser Arbeit ergibt sich aus oben definiertem Softwareentwicklungsbegriff. Es steht somit die Tätigkeit der Neu- oder Weiterentwicklung im Vordergrund. Trotz dieser begrifflichen Einschränkung sollen jedoch auch Ergebnisse aus der Forschung zu IT-Projekten im Allgemeinen Anhaltspunkte zur Identifikation von Kernrisiken liefern.

3.2 Softwareentwicklung in Deutschland – ein Marktüberblick

Es existiert derzeit keine Datenquelle, die die genaue Anzahl und Art der softwareentwickelnden Unternehmen in Deutschland angibt. „Wie das Statistische Bundesamt mitteilt, waren im Jahr 2005 in Deutschland insgesamt 47 100 Unternehmen im Wirtschaftsbereich der Datenverarbeitung und Datenbanken tätig. Fast zwei Drittel dieser Unternehmen waren Softwarehäuser (30 000). Diese beschäftigten mit 248 000 Personen 63% der in der IT-Branche insgesamt tätigen Personen und erwirtschafteten mit 38,2 Milliarden Euro 62% des dort erzielten Gesamtumsatzes.“⁴⁴

In der Studie „Analyse und Evaluation der Softwareentwicklung in Deutschland“ werden softwareentwickelnde Unternehmen detaillierter betrachtet. Es wird unterschieden in Unternehmen der Primärbranche, mit dem Zweck der Entwicklung von Software als eigenständiges Produkt im Gegensatz zu Unternehmen der Sekundärbranchen, in denen Software in andere Produkte oder Dienstleistungen eingebettet wird.⁴⁵ Dies zeigt die zunehmende Bedeutung eingebetteter Software⁴⁶. Auffallend ist,

⁴³ Vgl. Gaulke (2004), S. 2

⁴⁴ Statistisches Bundesamt Deutschland (2007)

⁴⁵ vgl. GfK/IESE/ISI (2000), S.7

dass „von den ursprünglich zugrundegelegten 35797 Unternehmen der Primärbranche lediglich ein knappes Drittel tatsächlich Software entwickelt. Diese auf den ersten Blick geringe Anzahl ist insbesondere im sehr hohen Anteil der Datenverarbeitungsdienste [...] begründet.“⁴⁷

In den Sekundärbranchen⁴⁸ ergab sich eine Anzahl von 8660 Unternehmen mit derzeitiger oder geplanter Softwareentwicklung über alle untersuchten Branchen hinweg.⁴⁹

In einer in Zusammenarbeit mit der Unternehmensberatung Accenture durchgeführten Studie des Lehrstuhls für Wirtschaftsinformatik I der Universität Passau – an der auch die Autorin beteiligt war – wurde ermittelt, dass 78% der befragten Fertigungsunternehmen Software als wichtigen Bestandteil zur Produktdifferenzierung ansehen.⁵⁰ Es kann demnach davon ausgegangen werden, dass die Anzahl softwareentwickelnder Unternehmen in den Sekundärbranchen seit Veröffentlichung der GfK/IESE/ISI-Studie weiter angestiegen ist.

⁴⁶ Der Begriff „Eingebettete Software“ soll an dieser Stelle stellvertretend für alle Arten von Software als integrierter Bestandteil anderer Produkte stehen. Eine genau Begriffsabgrenzung wird erst in Kapitel 5.3.2.3 vorgenommen

⁴⁷ GfK/IESE/ISI (2000), S.59;

⁴⁸ Hierbei wurden Maschinenbau, Elektrotechnik, Fahrzeugbau, Telekommunikation und Finanzdienstleister genannt

⁴⁹ vgl. hierzu und zu den genauen Prozentwerten aufgeteilt nach Branchen und Mitarbeiterzahlen GfK/IESE/ISI (2000), S.59

⁵⁰ Vgl. Kleinschmidt/Pfeifer (2007), S.20

Gemäß der Studie der GfK/IESE/ISI ergibt sich folgende Gegenüberstellung softwareentwickelnder Unternehmen der Primär- und Sekundärbranchen:

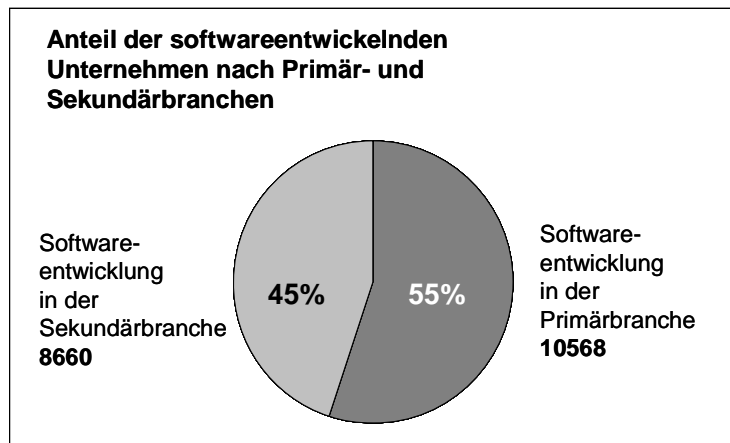


Abbildung 9: Anteil der softwareentwickelnden Unternehmen nach Primär- und Sekundärbranchen⁵¹

„Es gibt demnach in Deutschland fast gleich viele Unternehmen in der Primär- und in den fünf untersuchten Sekundärbranchen, die Software entwickeln.“⁵² In der Literatur zu Softwareengineering und Softwareentwicklungsprojektmanagement finden jedoch die Besonderheiten der Sekundärbranchen bisher sehr wenig Beachtung. In der Arbeit sollen aber aufgrund der hier dargestellten Bedeutung von Softwareentwicklung in den Sekundärbranchen diese ebenfalls Berücksichtigung finden.

Die Studie der GfK/IESE/ISI bietet keine detaillierten Informationen darüber, inwieweit Softwareentwicklung in Primär- und Sekundärbranchen auch der Schaffung unternehmensintern genutzter Software dient. Diese Kategorie von „Organisations-Software“ sowie deren Bewertung bleibt in der Fachliteratur auch noch weitgehend unberücksichtigt. DUTTA stellt in einer Studie von INSEAD in Zusammenarbeit mit Micro Focus jedoch ausführlich dar, dass diese Kategorie entwickelter Software aufgrund der damit generierten Unternehmenswerte Berücksichtigung finden muss.

„The organisation`s core software assets are an important source of value creation for companies.“⁵³

⁵¹ eigene Darstellung nach GfK/IESE/ISI (2000), S.60

⁵² GfK/IESE/ISI (2000), S.60

⁵³ Dutta (2007), S.2

Die Studie enthält dabei internationale Forschungsergebnisse, von denen jedoch angenommen werden darf, dass sie auf den deutschen Markt übertragbar sind. Die vorliegende Arbeit berücksichtigt daher auch diese Kategorie.

Diese Übersicht über Marktgegebenheiten und Marktentwicklungen im Bereich der Softwareentwicklung wird im Folgenden durch die aktuellen Entwicklungstendenzen in der Softwareentwicklung ergänzt. Die aus den gewonnenen Erkenntnissen resultierende marktbestimmte und technische Sicht auf Softwareentwicklung legt die Basis für eine Bewertung der Organisation von Softwareentwicklung in Projekten sowie deren Kategorisierung in Hinblick auf die Modellbildung.

3.3 Analyse aktueller Entwicklungen in der Softwareentwicklung

Die IT-Branche unterliegt einem raschen Anstieg der Anforderungen an Hardware und Software, was sich in immer kürzer werdenden Innovationszyklen niederschlägt. Daher zeichnet sie sich im Allgemeinen durch einen kontinuierlichen Technologiewechsel aus.⁵⁴

In diesem Kapitel sollen vor allem technische Entwicklungen im Bereich der Programmierung im engeren Sinne sowie methodische Trends im Bereich der Vorgehensmodelle näher betrachtet werden. Darüber hinausgehende Tendenzen, beispielsweise hin zu neuen Softwarearchitekturen (z.B. SOA⁵⁵), Komponentenwiederverwendbarkeit oder Entwicklungstools sollen hierbei nicht detailliert dargestellt werden, da sie auf die Methodenauswahl im Sinne der Modellbildung keinen oder nur geringen Einfluss haben. Es sei hierbei auf entsprechende Literatur verwiesen.

Während sich im Bereich der Hardware eine inkrementelle Entwicklung, die vor allem Kostenreduzierung und Hardwareoptimierung zum Ziel hat, vollzieht, kamen hingegen „bei der Software-Entwicklung [...] in den letzten Jahren revolutionäre Technologien auf den Markt. Weg von der strukturierten Entwicklung – hin zur ob-

⁵⁴ Vgl. Versteegen (2000), S.5

⁵⁵ SOA = Serviceorientierte Architektur

jektorientierten, komponentenbasierten Entwicklung.⁵⁶ Dabei werden mehrere Ziele verfolgt:

- Wiederverwendbarkeit einzelner Codebestandteile und deren Sammlung in Bibliotheken
- Verringerung der Fehleranfälligkeit der erstellten Software durch Kapselung und Geheimnisprinzip
- Vermeidung von Abhängigkeiten bei paralleler Programmierung durch mehrere Entwickler
- Steigerung der Produktivität

Aus der großen Anzahl gescheiterter Projekte wurde zudem in der gesamten Softwarebranche ein Lernprozess angestoßen, der seinen Niederschlag in organisatorischen Verlagerungen und Erweiterungen findet. So ist eine zunehmende Etablierung von Methoden-, Qualitätssicherungs- und Testabteilungen zu beobachten.⁵⁷

Dabei geht der Trend zu einer Modellierung der zu entwickelnden Software mittels Unified Modeling Language (UML). „Die UML unterstützt als Modellierungssprache die objektorientierte Softwareentwicklung.“⁵⁸ Vor allem das „Use-Case-Diagramm“ das zu den Verhaltensdiagrammen der UML zählt, beschreibt hierbei die Interaktion der Software mit dem späteren User⁵⁹. Diese Diagramme „werden eingesetzt, um Anforderungen an eine zu entwickelnde Software zu beschreiben“⁶⁰. Für diese Arbeit ist dieser Entwicklungstrend vor allem für die Eignungsanalyse der Vorgehensmodelle und der Verfahren zur Aufwandsschätzung wichtig. Hierauf wird in Kapitel 4 und 9 detailliert eingegangen.

Die dargestellten Entwicklungen schlagen sich auch in der Ablauforganisation von Softwareentwicklungsprojekten nieder. „Generell kann dabei ein Trend zu risikominimierenden Entwicklungsprozessen (z.B. inkrementelle Prozesse) festgestellt wer-

⁵⁶ Versteegen (2000), S.5

⁵⁷ Vgl. Versteegen (2000), S.18 für die letzten beiden Sätze

⁵⁸ Schäling (2009)

⁵⁹ Vgl. Schäling (2009)

⁶⁰ Schäling (2009)

den.⁶¹ Bekanntester Vertreter dieser inkrementellen Prozessmodelle ist der Rational Unified Process (RUP).

“The idea of RUP arose from the realization that a unified system for delivering artifacts using UML notation was needed. It was essential that the new process be iterative, architecture-centric, and requirements-driven.”⁶²

Auch in diesem Zitat wird die derzeit hohe Anforderungsorientierung in der Softwareentwicklung deutlich.

Aufgrund der in diesem Abschnitt beschriebenen Entwicklungen, fließen der Trend

- zur objektorientierten und komponentenbasierten Programmierung sowie
- zur iterativen, risikominimierenden Prozessgestaltung

in die weiteren Analysen ein.

3.4 Definitive Abgrenzung: Projekt

Als Organisationsform für Softwareentwicklungsvorhaben wird in der Fachliteratur und Praxis nahezu einheitlich das „Projekt“ als geeignet erachtet⁶³. Nach DIN 69901 ist ein Projekt ein „Vorhaben, das im Wesentlichen durch die Einmaligkeit seiner Bedingungen in ihrer Gesamtheit gekennzeichnet ist, z.B. Zielvorgabe, zeitliche, finanzielle, personelle oder andere Begrenzungen, Abgrenzung gegenüber anderen Vorhaben und projektspezifische Organisation.“⁶⁴

Zusammengefasst bedeutet dies:

- Projekte sind meist komplexe Aufgaben.
- Sie sind zeitlich begrenzt.
- Man bearbeitet die Projektaufgabe meist im Team.

⁶¹ Vgl. Friedewald et.al. (2001), S.81; Detaillierte Ausführungen hierzu finden sich in Kapitel 4 Für diese Arbeit wird eine sehr weite Definition des Risiko-Begriffs nach DeMarco/Lister (2003), S.11 zu Grunde gelegt: Ein **Risiko** ist dabei „ein mögliches künftiges Ereignis, das zu unerwünschten Folgen führt.“ Detailliertere Ausführungen zur Begriffsabgrenzung und zum Risikomanagement finden sich in Kapitel 6.1

⁶² Temnenco (2006)

⁶³ Der Organisation in Projekten steht der Begriff der „Software-Factory“ entgegen. Dieser wird in der Regel mit Outsourcing und Offshoring in Verbindung gebracht. Inwiefern die Organisationsform als Projekt für Softwareentwicklung in Deutschland weiterhin geeignet erscheint, wird in Kapitel 3.5 detailliert erläutert.

⁶⁴ DIN 69901 zitiert nach Bühner (2004a), S.22

- Ihr Lösungsweg ist häufig nicht vollständig klar und planbar und der Ausgang oft ungewiss.
- Projekte sind häufig kostenintensiv.⁶⁵

Kennzeichnend für Projektaufgaben ist das Auftreten von spezifischen Risiken und in der Regel eine Zusammenarbeit mehrerer Spezialisten aus zum Teil unterschiedlichen Bereichen.⁶⁶ Die Merkmale von Projekten entsprechen in besonderem Maße den typischen Eigenschaften von Innovationen.⁶⁷ „Insbesondere über die Merkmale der Einmaligkeit und Komplexität unterscheiden sich Projekte von Routineaktivitäten, die zwar ebenfalls zielgerichtet erfolgen, jedoch ständig wiederkehren und im Wesentlichen bereits früher gelösten Problemstellungen entsprechen.“⁶⁸ Bereits an dieser Stelle zeichnet sich ab, dass vor allem Softwareentwicklungsprojekte, die der Entwicklung von Individualsoftware dienen, den Charakteristika eines Projektes entsprechen – dem Begriff der „Software Factory“ somit entgegenstehen.

3.5 Erfüllung der Projektmerkmale durch die Softwareentwicklung

Wie oben bereits beschrieben werden in der Literatur IT-Projekte und Softwareentwicklungsprojekte häufig gleichgesetzt. Jedoch haben sich die Inhalte von IT-Projekten in den letzten Jahren stark verändert.⁶⁹ „Der Schwerpunkt der IT-Projekte bei Anwendern hat sich vom Software Engineering zu Montage, Roll-Out und Produktivsetzung von komplexen IT-Systemen verlagert.“⁷⁰ In diesem Bereich lassen sich möglicherweise Tendenzen zu Routineaufgaben ermitteln, die dem Projektbegriff entgegenstehen. Diese Entwicklungen, die IT-Projekte im Allgemeinen betreffen, werden in der Arbeit jedoch nicht aufgegriffen, da hier ausschließlich auf Softwareentwicklungsprojekte im Sinne des in Kapitel 3.1 abgegrenzten Entwick-

⁶⁵ Vgl. Bühner (2004a) S. 22 für die Aufzählung. Eine ähnliche Auflistung finden sich bei Gaulke (2004), S. 1f.

⁶⁶ Vgl. Bühner (2004b), S.215

⁶⁷ Vgl. Hubner (1996), S.20; aufgrund dieser Analogie werden auch Erkenntnisse aus der Forschung zu Innovationen im Allgemeinen berücksichtigt.

⁶⁸ Hubner (1996), S.20

⁶⁹ Vgl. Kütz (2003), S. 9 für die letzten beiden Sätze

⁷⁰ Kütz (2003), S. 9

lungsbegriffs eingegangen wird. Dabei werden verschiedene Arten entwickelter Software hinsichtlich der Erfüllung der Projektmerkmale untersucht. Schwerpunktmäßig erfolgt eine Unterscheidung in Standard- und Individualsoftware.

Softwareentwicklung in Deutschland wird auch nach wie vor vorwiegend in der Organisationsform des Projektes durchgeführt. In der Literatur zu Softwareentwicklungsprojektmanagement wird die Erfüllung der Projektmerkmale durch die Softwareentwicklung mehrheitlich als Datum betrachtet. In dieser Arbeit soll jedoch genauer analysiert werden, ob in Anbetracht aktueller Entwicklungen die Erfüllung der Projektmerkmale durch die Softwareentwicklung weiterhin gegeben ist.⁷¹ Zu diesem Zweck werden die Bestandteile der Projektdefinition nach DIN 69901 aufgegriffen und in Hinblick auf ihre Erfüllung näher analysiert.⁷²

„[...]Einmaligkeit seiner Bedingungen in ihrer Gesamtheit [...], z.B. Zielvorgabe, zeitliche, finanzielle, personelle oder andere Begrenzungen [...]“⁷³

In deutschen softwareentwickelnden Unternehmen wird sowohl Standard- als auch Individualsoftware⁷⁴ entwickelt. Es liegen jedoch keine genau abgegrenzten, aktuellen Daten zum Umfang der Erstellung von Individualsoftware vor. Allerdings lässt die hohe Zahl kleiner und mittlerer softwareentwickelnder Unternehmen auf vermehrte Erstellung von Individualsoftware schließen⁷⁵. Auch wird Standardsoftware fast ausschließlich in der Primärbranche entwickelt. In den Sekundärbranchen geht somit die Tendenz zur Erstellung individueller Softwarelösungen.⁷⁶

⁷¹ Vgl. zu den aktuellen Entwicklungen Kapitel 3.3

⁷² Vgl Kapitel 3.4

⁷³ DIN 69901 zitiert nach Bühner (2004a), S.22

⁷⁴ Eine Auflistung der TOP 25 Standardsoftwareunternehmen in Deutschland findet sich bei Lündendonk (2009a); eine Auflistung der TO 25 IT-Beratungs- und Systemintegrationsunternehmen bei Lündendonk (2009b). Hierbei ist in Lündendonk(2009b) die Erstellung von Individualsoftware in die Marktdaten eingeschlossen. Leider unterbleibt eine genaue Aufschlüsselung der Marktdaten.

⁷⁵ Vgl. hierzu die Ausführungen in Kapitel 3.2 sowie GfK/IESE/ISI (2000), S.72 „Insbesondere Unternehmen mit 200 und mehr Mitarbeitern sind auf die Entwicklung von Standardsoftware spezialisiert.“

⁷⁶ GfK/IESE/ISI(2000), S.72 „Standardsoftware wird dagegen fast ausschließlich in der Primärbranche entwickelt. 4050 der insgesamt 4300 Unternehmen, die Standardsoftware anbieten, sind der Primärbranche zuzuordnen. Dies entspricht einem Anteil von 94%.“

Generell lässt sich keine klare Tendenz zur einen oder anderen Kategorie feststellen.⁷⁷

„Begünstigt durch eine zunehmende Standardisierung der Rechnerarchitekturen und einen wachsenden Markt gibt es mittlerweile für viele Anwendungsbereiche auch Standardsoftware, die Individualsoftware ersetzt [...]. Demgegenüber wachsen jedoch zugleich die Einsatzmöglichkeiten für Software in Anwendungsbereichen, welche von Standardsoftware noch nicht abgedeckt werden. Somit besteht zugleich ein Trend zur Individualisierung.“⁷⁸

Da im Bereich der individuellen Produktgestaltung die zu erstellende Software an die spezifischen Anforderungen einer kleinen Benutzergruppe angepasst werden muss, ist hier die Zielvorgabe strikt kundenabhängig und somit für jedes Projekt einmalig. Auf der anderen Seite ist in diesem Bereich ein gewisser Trend zur Standardisierung zu beobachten. Die entscheidendste Entwicklung auf diesem Gebiet ist der Einsatz standardisierter Vorgehensmodelle. Gerade bei der Anwendung dieser Prozessmodelle zeigt sich jedoch dass der sorgfältigen Erfassung und Definition der spezifischen Anforderungen des Softwareentwicklungsvorhabens eine besonders kritische Bedeutung zukommt. Insofern bleibt auch in Anbetracht eines gewissen Trends zur Standardisierung das Merkmal der „Einmaligkeit der Aufgabenstellung“ im Grunde unberührt.

Auch die Entwicklung von Standardsoftware – die überwiegend im US-amerikanischen Markt angesiedelt ist – folgt spezifischen Nutzeranforderungen; Im Gegensatz zur Individualsoftware jedoch der von größeren Gruppen. Hierbei ist der Einmaligkeitsaspekt gegenüber der Individualentwicklung sogar noch verstärkt gegeben, da Standardsoftware vor allem dann entwickelt wird, wenn sich am Markt neue Anforderungen entwickeln, die in dem jeweiligen Softwareprodukt umgesetzt werden müssen.

Neben der Einmaligkeit ihrer Zielvorgabe unterliegen Softwareentwicklungsprojekte spezifischen Bedingungen bzgl. ihrer Ausstattung mit Personalressourcen, ihrem Endtermin und/oder ihres Budgets. Softwareentwicklung wird oftmals im Team

⁷⁷ Vgl. Buxmann (2009) und GfK/IESE/ISI(2000), S.91

⁷⁸ Buxmann (2009)

durchgeführt. Somit werden bestimmte Mitarbeiterressourcen dem jeweiligen Projekt zugeordnet.⁷⁹ Diese begrenzten personellen Bedingungen haben vorrangig Einfluss auf Dauer bzw. Qualität der Projektdurchführung.⁸⁰

Der Fokus zahlreicher Softwareentwicklungsprojekte liegt in ihrer zeitlichen Begrenzung, somit dem angestrebten Lieferzeitpunkt der im Projekt erstellten Leistungen. Gerade bei der Entwicklung von Software, die in andere Absatzgüter integriert werden soll („Embedded Software“), ist die Fertigstellung zu einem bestimmten Termin kritischer Faktor des Projekterfolges. Auch bei der Vermarktung eigenständiger Softwarelösungen ist der Zeitpunkt der Marktreife häufig für die Generierung von Marktanteilen und somit den erzielten Umsatz ausschlaggebend. Im Bereich organisatorischer Software können durch eine verspätete Fertigstellung hohe Mehrkosten entstehen. Hier sei als bekanntes Beispiel auf die Gepäckabfertigungssoftware des Denver International Airport verwiesen, deren verspätete Lieferung die Eröffnung des Flughafens verzögerte und dadurch Mehrkosten von ca. 33 Millionen Dollar pro Monat verursachte.⁸¹

Eine finanzielle Begrenzung in Form eines zugewiesenen Budgets ist in der Regel bei jedem Projekt gegeben. Jedoch gelten in der Praxis Budgetüberschreitungen von 100-200 Prozent bei Softwareentwicklungsprojekten als durchaus üblich.⁸² Somit wird als Kerngedanke dieser Arbeit einer starren Budgetzuweisung ihre Berechtigung abgesprochen. Vielmehr muss in der Durchführung von Softwareentwicklungsprojekten ein Umdenken hin zu variablen, nutzenbasierten Budgetüberlegungen stattfinden. Die Kosten der Software dürfen hierbei genauso wenig als Datum gesehen werden⁸³

⁷⁹ Auf unterschiedliche Organisationsformen für eine Integration von Projekten in das durchführende Unternehmen sei an dieser Stelle nicht eingegangen. Es wird für diese Arbeit vereinfachend von einer tatsächlichen Zuordnung bestimmter Mitarbeiter zu dem Projekt ausgegangen. Für andere Formen der Organisation und dem Zusammenspiel von Linie und Projekt in Hinblick auf Projektteammitglieder sei auf entsprechende Literatur verweisen, beispielsweise Bühner (2004b)

⁸⁰ Zwischen der Projektdauer und Qualität der Produkterstellung bei gegebenen Mitarbeiterressourcen besteht ein Zielkonflikt. Genauer Ausführen zum „Magischen Dreieck“ bzw. „Teufelsquadrat“ des Projektmanagements finden sich in Kapitel 3.6.1

⁸¹ Vgl. DeMarco/Lister (2003), S.24

⁸² DeMarco (2004), S.30

⁸³ Vgl. Hürten (2005), S.127 „Der Softwarebereich muß in die allgemeinen betriebswirtschaftlichen Strukturen eingebunden werden. Das muß vor allem im Hinblick auf ein detailliertes Kostenmanagement erfolgen. Es sind Produktivitätskennzahlen zu fordern und zu nutzen.“ Auch durch diese Expertenaussage wird die Berechtigung der Arbeit gestützt.

wie die erzielten Erträge durch das Projektergebnis. Inwieweit ein Projektbudget unter Wirtschaftlichkeitsgesichtspunkten ausgedehnt werden kann, um eine Weiterführung eines Projektes zu rechtfertigen ist indirekt Gegenstand dieser Arbeit. Somit wird eine Budgetbeschränkung für Softwareentwicklungsprojekte nur im Sinne von Wirtschaftlichkeitsüberlegungen als Rahmenbedingung für ein Softwareentwicklungsprojekt angesehen.

„Abgrenzung gegenüber anderen Vorhaben“⁸⁴

Grundlage dieser Arbeit ist die Prämisse, dass Softwareentwicklungsprojekte als abgeschlossenes System betrachtet werden können und von anderen Vorhaben klar abgrenzbar sind. Dies ist gerade im Bereich der Softwareentwicklung sehr deutlich gegeben. Ein Projekt beginnt mit der Projektinitiierung durch einen Kundenauftrag oder marktbestimmten Bedarf und eine Definition des Projektinhalts durch eine Groberfassung der Anforderungen. Dies betrifft Neuentwicklung oder Anpassung von Software in gleichem Maße. Das Projekt endet – im Erfolgsfall – jeweils mit der Produktivsetzung der implementierten Lösung.

In einigen Arbeiten zu Softwareentwicklungsprojekten wird das Projekt um die Phase der Softwarewartung ergänzt. Diese „künstliche“ Ausdehnung des Projektbegriffs widerspricht jedoch der Projektdefinition im engeren Sinne, da es der zeitlichen Abgeschlossenheit des Projektes widerspricht und den Projektbegriff auf den gesamten Lebenszyklus der erstellten Software ausweitet. Für diese Arbeit wird somit ein Projekt mit der Phase der Produktivsetzung/Marktreife als abgeschlossen betrachtet. Wartungsaktivitäten werden als separat abzurechnen angenommen und haben somit den Charakter eigenständiger Projekte. Bei davon abweichender Interpretation des Wartungsbegriffs muss das hier entwickelte Modell entsprechend angepasst werden. Nur bei unternehmensintern genutzter Software werden in dieser Arbeit Wartungsaufwendungen im Zeitablauf getrennt betrachtet, da eine Nutzenbewertung über den gesamten Softwarelebenszyklus vorgenommen wird.

Der Vollständigkeit halber sei der Begriff ‚Projekt-Programm-Management‘ an dieser Stelle aufgeführt. Dieser bezeichnet das Bestreben, ein übergeordnetes Ziel mit einer Gruppe von Projekten zu realisieren, bei dem jedes Projekt ein Teilergebnis liefert

⁸⁴ DIN 69901 zitiert nach Bühner (2004a), S.22

und Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Projekten bestehen können.⁸⁵ „Projektprogramme innerhalb der IT in dem hier definierten Sinne sind eher selten.“⁸⁶ Daher sollen sie für diese Arbeit nicht weiter betrachtet werden.

„und projektspezifische Organisation“⁸⁷

„Die Projektorganisation ist als ein System anzusehen, das die Personen und Sachmittel umfaßt, die die zur Abwicklung eines Projektes erforderlichen Leistungen erbringen.“⁸⁸ Projekte sind in der Regel intern hierarchisch organisiert.⁸⁹ Diese interne Hierarchie ist bei Softwareentwicklungsprojekten in unterschiedlichem Ausmaß gegeben. Während einige Konzepte auf sehr strikter, detaillierter Planung basieren und somit einen strengeren hierarchischen Aufbau des Teams erfordern, setzen andere Ansätze auf weitgehend gleichberechtigte Teammitglieder. Als Beispiel für letztere Kategorie kann der Ansatz des ‚*Extreme Programming*‘ betrachtet werden.⁹⁰ Auf detailliertere Ausführungen zur organisatorischen Einbettung projektspezifischer Organisationen in die Gesamtunternehmensorganisation wird in dieser Arbeit verzichtet. Diese können lediglich Auswirkungen auf bestimmte einfließende Parameter – beispielsweise die Produktivität – haben; die Struktur des Modells bleibt davon jedoch unberührt, da das Projekt als gekapseltes Problem gesehen werden muss.⁹¹

3.6 Das Management von Projekten

3.6.1 Definitiorische Abgrenzung: Projektmanagement

Während der Begriff „Projekt“ sehr eng gefasst und weitgehend übereinstimmend gebraucht wird, finden sich für den Begriff ‚*Projektmanagement*‘ in der Literatur unterschiedliche Definitionen. DIN 69901 definiert Projektmanagement sehr knapp als „die Gesamtheit der Führungsaufgaben, -organisation, -technik und -mittel für die

⁸⁵ Vgl. Brabandt (2000) zitiert nach Kütz (2003), S. 9

⁸⁶ Kütz (2003), S.10

⁸⁷ DIN 69901 zitiert nach Bühner (2004a), S.22

⁸⁸ George (1999), S. 21 in einer Auswertung der dort angegebenen Literatur und DIN 69901

⁸⁹ Vgl. Bühner (2004b), S.216

⁹⁰ „XP kennt [nur] drei wesentliche Rollen: den Projektleiter, den Kunden und den Entwickler.“ RUMPE (o.J.) S.3

⁹¹ Ausführungen hierzu finden sich auch bei George (1999), S.21-25

Abwicklung eines Projektes.⁹² Eine ähnlich knappe Definition wurde von GEORGE (1999) entwickelt:

„Projektmanagement wird als ganzheitliche Führungskonzeption verstanden, dessen Ziel die erfolgreiche Abwicklung von Projekten ist.“⁹³

Aufgrund der zunehmenden Erweiterung von Inhalt und Umfang des Projektmanagements wird auch der Begriff „Projektwirtschaft“ als erweitertes Synonym vorgeschlagen.⁹⁴ Projektwirtschaft wird hierbei verstanden als

„die Gesamtheit aller strategischen, dispositiven und operativen Einrichtungen und Maßnahmen einer projektorientierten Organisation zur erfolgreichen Realisierung einer Vielzahl gleichzeitig laufender Projekte, Programme und Portfolios unterschiedlichster Art und Komplexität mit einem Gesamtoptimum an wirtschaftlicher Effektivität und Effizienz unter Beachtung der sozialen Verantwortung.“⁹⁵

Diese sehr umfassende Definition des Projektmanagement-Begriffs wird oftmals auch aufgeteilt in den Begriff des „operativen Projektmanagements“ und des „strategischen Projektmanagements“. Das strategische Projektmanagement betrachtet hierbei die Gesamtheit aller durchgeführten oder geplanten Projekte eines Unternehmens und kann mit dem Begriff des Multiprojektmanagements gleichgesetzt werden.⁹⁶ „Das operative Projektmanagement arbeitet hingegen auf (Einzel-)Projektebene.“⁹⁷ Nachfolgend wird der Begriff Projektmanagement im Sinne des operativen Projektmanagements gebraucht.

Weitgehender Konsens besteht über die Aufgabengebiete des Projektmanagements. Diese bewegen sich innerhalb des Dreiecks „Zeit“, „Aufwand“ und „Projektergebnis“. Die Kanten zwischen den Eckpunkten sollen die gegenseitigen Abhängigkeiten verdeutlichen.⁹⁸

⁹² DIN 69901 zitiert nach Koreimann (2002), S.11

⁹³ George (1999), S. 17

⁹⁴ Vgl. Motzel (2006), S.6f

⁹⁵ Motzel (2006), S.7

⁹⁶ Vgl. Bundschuh/Fabry (2004) S.63 für die letzten beiden Sätze

⁹⁷ Bundschuh/Fabry (2004) S.63

⁹⁸ Vgl. Gaulke (2004), S. 5

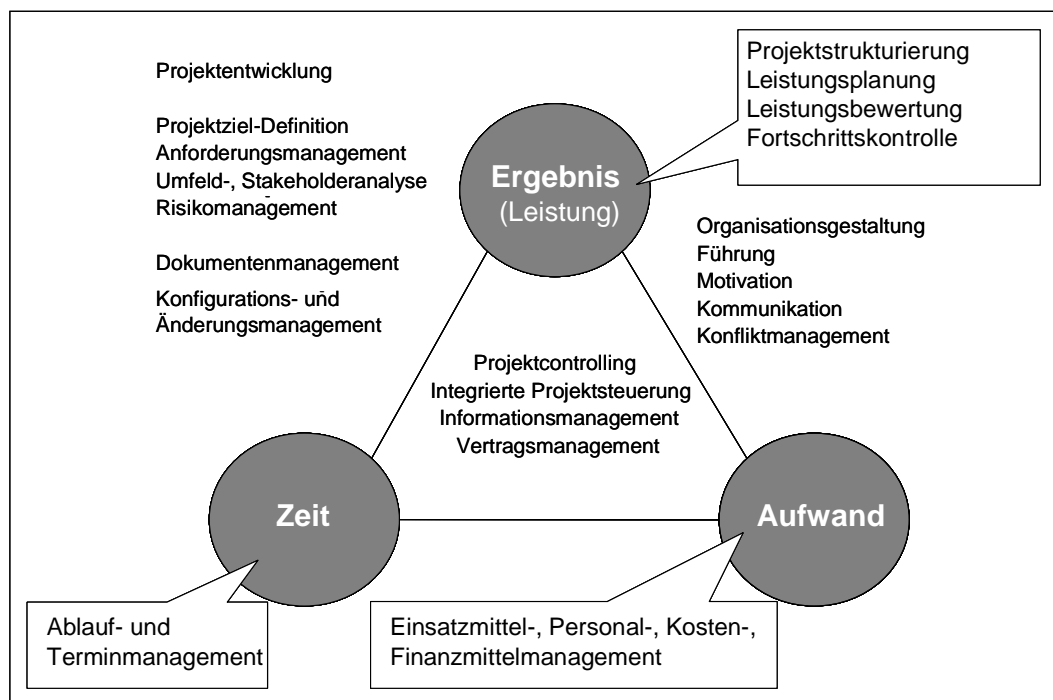


Abbildung 10: Magisches Dreieck des Projektmanagements⁹⁹

In zahlreichen Arbeiten wird das ursprüngliche Dreiecksmodell um eine vierte Dimension erweitert. Hierbei handelt es sich um eine thematische Aufspaltung des Begriffs „Ergebnis“ in die Komponenten „Umfang“ und „Qualität“. Das so entstandene Zielviereck wird als „Teufelsquadrat“ bezeichnet. Dieser Begriff soll die konkurrierenden Primärziele eines IT-Projektes zum Ausdruck bringen.¹⁰⁰ Unabhängig vom zugrunde gelegten Modell, muss das Projektmanagement eine Abstimmung zwischen den Termin-, Kosten-, Leistungs- und Qualitätszielen finden. Übergeordnetes Ziel des Projektmanagements muss jedoch eine Integration der Projektziele in das Zielsystem des ausführenden Unternehmens sein.¹⁰¹ Dieses Zielsystem wird in der Regel in hohem Maße von Wirtschaftlichkeitsaspekten bestimmt. Dies steht im Einklang mit der Zielsetzung dieser Arbeit.

Da der Fokus der Modellbildung auf einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung in Hinblick auf zu erzielende Erträge und dafür aufgewendete Mittel liegt, ist eine Aufspaltung des Leistungsbegriffs hier irrelevant. Leistung soll hier lediglich als monetäre Größe betrachtet werden, die den Projektertrag für einen gegebenen Leistungsumfang bei

⁹⁹ Vgl. Motzel (2006), S.7

¹⁰⁰ Vgl. Bundschuh/Fabry (2004), S.68 für die letzten drei Sätze

¹⁰¹ in Anlehnung an George (1999) S. 21

gegebener Qualität widerspiegelt. Substituierbarkeit dieser beiden Teilaspekte des Leistungsbegriffs wird nicht detailliert betrachtet. Somit folgt die Arbeit dem Ziel-Dreiecks-Modell. Aus obiger Graphik werden die Aufgabengebiete des Risikomanagements und Projektcontrollings schwerpunktmäßig betrachtet. Das Anforderungsmanagement wird v.a. durch die Wahl des zugrunde gelegten Vorgehensmodells integriert.

3.6.2 Untergliederung von Projekten in Projektphasen

Um die Ziele eines Projektes strukturiert verfolgen zu können, werden Projekte in Projektphasen unterteilt. Nach DIN 69901 ist eine Projektphase ein „zeitlicher Abschnitt eines Projektablaufs, der sachlich gegenüber anderen Abschnitten getrennt ist.“¹⁰² Die Untergliederung in Projektphasen wird in der Literatur unterschiedlich tief vorgenommen. Ein Konsens besteht bzgl. der Grobstrukturierung in die Phasen „Planung“, „Abwicklung“ und „Abschluss“.¹⁰³ Die „Projektdefinition“ wird hierbei manchmal als Teil der Planungsphase, manchmal auch als eigenständige Projektphase gesehen.

Zahlreiche Arbeiten zum Thema Projektmanagement orientieren sich bei der Unterteilung von Projekten in Projektphasen bereits an Softwareentwicklungsprojekten im weiteren Sinne.¹⁰⁴ In dieser Arbeit soll jedoch eine genaue Unterscheidung zwischen Projektphasen im Sinne des Projektmanagements und Phasen der Vorgehensmodelle der Softwareentwicklung sowie deren Zusammenspiel in der praktischen Projektarbeit vorgenommen werden.¹⁰⁵ Diese Integration der Konzepte bleibt in der Literatur bisher weitgehend unbeachtet, ist jedoch für ein zielgerichtetes Projektcontrolling unerlässlich.

Um die Projektphasenmodelle und Vorgehensmodelle vorerst getrennt zu halten, werden im Folgenden projektartunspezifische Definitionen herangezogen. Im Wesentlichen wird dabei den Normen DIN 69901 und DIN 69905 gefolgt. Diese Phasendefinition bildet die Grundlage einer Integration von Vorgehensmodellen und Projektphasen in Kapitel 4.5.

¹⁰² DIN 69901 zitiert nach Gruber/Süß (2003), S.105

¹⁰³ Projektmagazin - Glossar (2007a)

¹⁰⁴ beispielsweise Litke (1991) S. 21 und Kessler/Winkelhofer (2002), S.105

¹⁰⁵ vgl. hierzu Kapitel 4.5

- **Projektdefinition**

Die Projektdefinition umfasst die „Festlegung der Aufgabenstellung und des Durchführungsrahmens eines Projektes.“¹⁰⁶

- **Projektplanung**

Der Begriff der Projektplanung wurde bisher in den deutschen Normen nicht berücksichtigt.¹⁰⁷ Allgemein wird in der Literatur unter Projektplanung die Erstellung eines Projektplans verstanden, der „als Handlungsanleitung und Richtschnur für die Projektdurchführung und –steuerung durch eine systematische Gliederung des Projektes in klare und übersichtliche Strukturen“¹⁰⁸, dient. Ziel der Projektplanung ist somit die Ermittlung realistischer Sollvorgaben hinsichtlich Arbeitsleistung, Terminen, Ressourcen- und Kostenvorgaben.¹⁰⁹

- **Projektentwicklung**

Die Begriffe „Projektentwicklung“ und „Projektdurchführung“ werden häufig synonym verwendet. Nach DIN 69905 bezeichnet „Projektentwicklung“ die „Aufgabendurchführung von Anfang bis zum Ende eines Projektes.“¹¹⁰ Die Phase der Projektdurchführung umfasst die komplette Umsetzung der Projektplanung bis hin zum Projektergebnis.¹¹¹

- **Projektabschluss**

Entsprechend zum Begriff der Projektentwicklung definiert DIN 69905 „Projektabschluss“ als das „formale Ende eines Projektes.“ Darunter wird die „Beendigung aller Tätigkeiten, die mit dem Projekt in Zusammenhang stehen.“ subsumiert.¹¹² Die Phase beinhaltet schwerpunktmäßig die Abnahme des Projektes durch den Auftraggeber, die Erfahrungssicherung und die Auflösung des Projektes.¹¹³

¹⁰⁶ DIN 69901 zitiert nach Gruber/Süß (2003), S.100

¹⁰⁷ Projektmagazin - Glossar (2007b)

¹⁰⁸ Gruber/Süß (2003), S.106

¹⁰⁹ vgl. Litke (1991), S.57

¹¹⁰ DIN 69905 zitiert nach Projektmagazin - Glossar (2007c)

¹¹¹ vgl. Gruber/Süß (2003), S.100

¹¹² DIN 69905 zitiert nach Projektmagazin - Glossar (2007d)

¹¹³ vgl. Gruber/Süß (2003), S.97

4 Analyse von Vorgehensmodellen in der Softwareentwicklung

Neben der zeitlichen Strukturierung von Projekten in Projektphasen werden für Softwareentwicklungsprojekte zudem Prozesse definiert, die den Ablauf der Projektdurchführung aus Sicht der Softwareentwicklung regeln. Beide orientieren sich am Zeitablauf – bestimmen somit gemeinsam die zeitliche Dimension des Softwareentwicklungsprojektes. In der Literatur werden dabei die Phasen im Sinne des Projektmanagements häufig nicht klar von den Phasen des Softwareentwicklungsprozesses abgegrenzt. Jedoch ist für ein zielführendes Projektcontrolling eine getrennte Betrachtung und anschließende Zusammenführung der beiden Phasenkonstrukte unerlässlich. Aufbauend auf der Darstellung der Projektphasen in Kapitel 3.6.2 ist die bewertende Analyse von Vorgehensmodellen der Softwareentwicklung sowie die Integration des ausgewählten Modells in das Projektmanagement Analyseschwerpunkt in diesem Kapitel.

4.1 Definitive Abgrenzung

„When projects are late, over budget or considered failures, it`s often a process issue. [...] Without standard processes, development and management become ad hoc.“¹¹⁴

Dieses Zitat steht für eine Vielzahl von Veröffentlichungen, in denen das Fehlen geeigneter Vorgehensmodelle unter anderem als ein Grund für das Scheitern von Softwareentwicklungsprojekten angesehen wird.¹¹⁵ Vorgehensmodelle werden dabei auch als Softwareentwicklungsprozesse oder Prozessmodelle bezeichnet.¹¹⁶ „Sie regeln den gesamten Prozess der Softwareentwicklung.“¹¹⁷ Insbesondere werden dabei Aktivitäten, Ergebnisse dieser Aktivitäten und die Reihenfolge der Abarbeitung festgelegt.¹¹⁸

¹¹⁴ IBM/RATIONAL SOFTWARE (2007), S.1

¹¹⁵ Vgl. auch Versteegen(2000), S.21 und die Risikoauswertung in Kapitel 6.2.2

¹¹⁶ Es existiert für diese Begriffe derzeit keine einheitliche Begriffsdefinition. Jedoch werden sie in der Literatur häufig synonym gebraucht. Auch für diese Arbeit soll daher keine Begriffsabgrenzung vorgenommen werden.

¹¹⁷ Versteegen (2000), S.21

¹¹⁸ Vgl. Versteegen (2000), S.21

Eine knappe Definition des Begriffs „Prozessmodell“ findet sich bei Versteegen:

„Ein Prozeßmodell ist eine Beschreibung einer koordinierten Vorgehensweise bei der Abwicklung eines Vorhabens. Es definiert sowohl den Input, der zur Abwicklung der Aktivität notwendig ist, als auch den Output, der als Ergebnis der Aktivität produziert wird.“¹¹⁹

Ein Prozessmodell im Bereich der Softwareentwicklung wird i.d.R. in Verbindung mit einem abzuwickelnden Projekt gesehen. Der im Prozessmodell definierte Softwareentwicklungsprozess endet dabei mit der Fertigstellung des Projektes.

Anders wird der Begriff vor dem Hintergrund des gesamten Projektlebenszyklus bei der GfK/IESE/ISI definiert:

„In der Softwaretechnik beschreibt ein „Vorgehensmodell“ die Aktivitäten (Tätigkeiten) und Produkte (Ergebnisse), die während des gesamten Lebenszyklus von Software durchzuführen bzw. zu erstellen sind. Sie definieren systematische Wege zum gewünschten Anwendungssystem. Ziel ist es durch eine einheitliche Entwicklungsmethode die Kooperation innerhalb von Teams zu vereinfachen, die Einhaltung von Terminen und Kosten zu gewährleisten, die Nachvollziehbarkeit von Entwicklungsentscheidungen herzustellen und langfristige Pflege zu ermöglichen.“¹²⁰

Jedoch liegt auch in dieser Definition der Schwerpunkt auf einer „einheitlichen Entwicklungsmethode“ zur Erstellung des „gewünschten Anwendungssystems“. Die Beschreibung der Tätigkeiten, die nach dessen Inbetriebnahme zur Wartung und Pflege anfallen, kann auch dieser Definition folgend als zweitrangig angesehen werden.

Für diese Arbeit werden die Prozessmodelle analog zur Definition eines Projektes – als in sich geschlossenes Vorhaben – interpretiert. Eine Ausweitung auf den gesamten Lebenszyklus soll dabei nicht erfolgen. Das Prozessmodell endet somit mit einer Phase der Softwareauslieferung und Installation des fertigen Softwaresystems, bzw. mit dessen Marktreife.¹²¹

¹¹⁹ Versteegen (2000), S.23

¹²⁰ GfK/IESE/ISI (2000), S.131

¹²¹ Diese Phase wird häufig als „Deployment“ bezeichnet.

4.2 Überblick über bestehende Vorgehensmodelle in der Softwareentwicklung

Wie bereits eingangs erwähnt, werden fehlende oder schlechte Prozessmodelle häufig als Grund genannt, warum Softwareentwicklungsprojekte scheitern. Allerdings ist der Beweis, dass ein fehlendes Prozessmodell die eigentliche Ursache für das Scheitern eines Projektes war, nicht oder nur sehr schwierig zu erbringen.¹²²

Laut der Studie „Analyse und Evaluation der Softwareentwicklung in Deutschland“, folgt ungefähr die Hälfte aller softwareproduzierenden Unternehmen in Deutschland einem definierten Vorgehensmodell.¹²³ „Überwiegend handelt es sich dabei um unternehmenseigene Vorgehensmodelle.“¹²⁴ Trotz deren Variabilität lehnen sich diese in ihren Grundzügen an klassische Modelle der sequentiellen oder iterativen Entwicklung an.¹²⁵ Diese Basismodelle sind Untersuchungsgegenstand dieses Kapitels.

Es gibt derzeit keine aktuellen Zahlen zur Verbreitung einzelner Softwareentwicklungsprozesse in Deutschland. Jedoch werden vor allem der RUP¹²⁶ und das V-Modell als wichtigste Prozessmodelle genannt.¹²⁷

¹²² Vgl. Versteegen (2000), S.11 für die letzten beiden Sätze

¹²³ vgl. GfK/IESE/ISI (2000), S.131; 2750 Unternehmen für die Primärbranche und 1350 Unternehmen für die Sekundärbranche

¹²⁴ GfK/IESE/ISI (2000), S.131 und Essigkrug/Mey (2003), S.3; Bei Essigkrug/Mey (2003) werden hierbei beispielhaft „Catalysis“ von Desmond D’Souza, „Feature Driven Development“ von Peter Coad und Iconix Process von Doug Rosenberg genannt.

¹²⁵ vgl. GfK/IESE/ISI (2000), S.133 und Essigkrug/Mey (2003) S.3; der Begriff der „sequentiellen Entwicklung“ wird in der Literatur wenig gebraucht; meist wird statt dessen das Wasserfallmodell als deren wichtigster Vertreter der iterativen Entwicklung gegenüber gestellt.

¹²⁶ Rational Unified Process

¹²⁷ Vgl. Kollischan (2006), S.16 und die dort angegebene Literatur. Einige Autoren ergänzen diese um Extreme Programming (XP) und Scrum, z.B. Essigkrug/Mey (2007)

Softwareentwicklungsprozesse können dabei allgemein nach folgendem Schema klassifiziert werden:¹²⁸



Abbildung 11: Überblick über Softwareentwicklungsprozesse¹²⁹

Auch werden in der Literatur häufig nur die beiden Kategorien „**Wasserfallmodell**“ und „**iterative Entwicklung**“¹³⁰ gebildet.

Trotz ihrer zahlreichen Ausprägungen, werden Prozessmodelle in Hinblick auf ihre Zielsetzung weitgehend einheitlich interpretiert:

- Verbesserung der Kommunikation
- Klare Verantwortungszuweisung
- Zeitliche Ablaufplanung
- Ermittlung des Projektfortschrittes
- Erfassung und Bewertung der Risikosituation

Neben großen Unterschieden im Bereich der Risikosituation¹³¹ wirken nahezu alle Prozessmodelle einer mangelnden Kommunikation zwischen einzelnen Mitarbeitern oder Teilprojektteams entgegen. Dies liegt darin begründet, dass Prozessmodelle den Softwareentwicklungsprozess in seiner Gesamtheit betrachten und nicht zwischen den einzelnen Disziplinen unterscheiden.¹³² Allerdings gibt es auch hier Unterschiede in der Unterstützung der Kommunikation zwischen den verschiedenen Prozessmo-

¹²⁸ Hierbei wird die Klassifikation nach Essigkrug/Mey (2003) S.2 gewählt, da diese auch weniger verbreitete Prozessmodelle überblickhaft darstellt. Häufig wird in der Literatur nur zwischen wenigen, bekannten Modellen unterschieden; beispielsweise in Wasserfallmodell, V-Modell und RUP;

¹²⁹ eigene Darstellung nach Essigkrug/Mey (2003), S. 2-3

¹³⁰ Auf die Besonderheiten iterativer Prozessmodelle wird in Kapitel 4.3.2 eingegangen.

¹³¹ Detaillierte Ausführungen hierzu erfolgen in den Kapiteln 4.3.1 und 4.3.2

¹³² Vgl. Versteegen (2000), S.25 für die letzten beiden Sätze

dellen, die vor allem durch die unterschiedliche Integration einzelner Disziplinen begründet werden. Darauf wird in den folgenden Kapiteln detailliert eingegangen.

Es werden dabei in dieser Arbeit – wie oben ausgeführt - das Wasserfall-Modell, das V-Modell und der RUP analysiert. Diese Modellauswahl liegt darin begründet, dass das Wasserfall-Modell als ursprüngliche Basis für zahlreiche weiterentwickelte Vorgehensmodelle gesehen werden kann und der Rational Unified Process sich mittlerweile als DeFacto-Standard für die iterative Entwicklung vor allem in einer internationalen Sicht durchgesetzt hat.¹³³

Das V-Modell liegt konzeptionell „zwischen“ einer sequentiellen und iterativen Vorgehensweise und wird „häufig als Wasserfallprozess gelebt.“¹³⁴ Allerdings wird es zunehmend in Richtung iterative Entwicklung angepasst. Es muss somit als Vermischung der beiden grundsätzlichen Paradigmen angesehen werden. Da dieses Modell seit 1997 für Bundesbehörden und denen nachgeordnete Bereiche verpflichtend vorgeschrieben ist und damit v.a. im öffentlichen Bereich weit verbreitet ist, wird es hier gesondert aufgeführt.¹³⁵

Jedoch stellt die in Kapitel 9 vorgenommene Schätzung von Restaufwänden nur die beiden grundsätzlichen Prozessparadigmen „sequentielle Entwicklung“ und „iterative Entwicklung“ gegenüber, wobei der Schwerpunkt auf die iterative Entwicklung gelegt wird. Da das V-Modell – wie oben erwähnt, in beiden Ausgestaltungen existiert - muss bei einer Anwendung dieses Prozessmodells eine Restaufwandsermittlung entsprechend der individuellen Ausgestaltungen erfolgen.¹³⁶

¹³³ vgl. Essigkrug/Mey (2007), S.4; hier wird der RUP aufgrund seiner großen Verbreitung als „Quasi-Standard“ betrachtet; er ist in 11 Sprachen erhältlich

¹³⁴ Essigkrug/Mey (2007), S.3

¹³⁵ Vgl. Versteegen (2000), S.32

¹³⁶ Hinweise zur individuellen Anpassbarkeit des V-Modells finden sich in Kapitel 4.3.3

4.3 Analyse ausgewählter Einzelmodelle

4.3.1 Das Wasserfallmodell

Das Wasserfallmodell war das erste Modell, das zur koordinierten Beschreibung des Softwareentwicklungsprozesses entwickelt wurde.¹³⁷ Es dient als Basis für zahlreiche später entwickelte Modelle, die die Elemente des Wasserfallmodells in oftmals abgewandelter Form wieder aufgreifen.¹³⁸

Das Wasserfallmodell ist in seiner ursprünglichen Form ein Vorgehensmodell, das sich ausschließlich an dem Faktor „Zeit“ orientiert. Basis des Modells ist die Überlegung, dass der Entwicklung sämtlicher Computerprogramme unabhängig von Komplexität und Größe zwei wesentliche, sequentiell ablaufende, Schritte gemein sind:

„There is first an analysis step, followed second by a coding step[...].“¹³⁹

Dieses sehr einfache Implementierungskonzept wird von ROYCE hauptsächlich für kleine Softwareprojekte zur internen Verwendung vorgeschlagen.¹⁴⁰

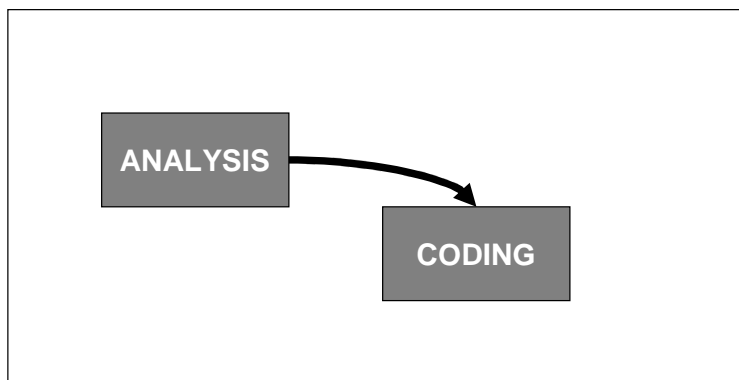


Abbildung 12: Grundschritte der Softwareentwicklung¹⁴¹

Die oben dargestellten beiden Schritte wurden im klassischen Wasserfallmodell weiter detailliert:

¹³⁷ Vgl. Versteegen (2000), S.28

¹³⁸ So kann jede Iteration des Rational Unified Process als kleines Wasserfallmodell gesehen werden; vgl. Versteegen (2000), S.70

¹³⁹ Royce (1987), S.328

¹⁴⁰ Vgl. Royce (1987), S.328

¹⁴¹ Vgl. Royce (1987), S.328

„The analysis and coding steps are still in the picture, but they are preceded by two levels of requirements analysis, are separated by a program design step, and followed by a testing step.“¹⁴²

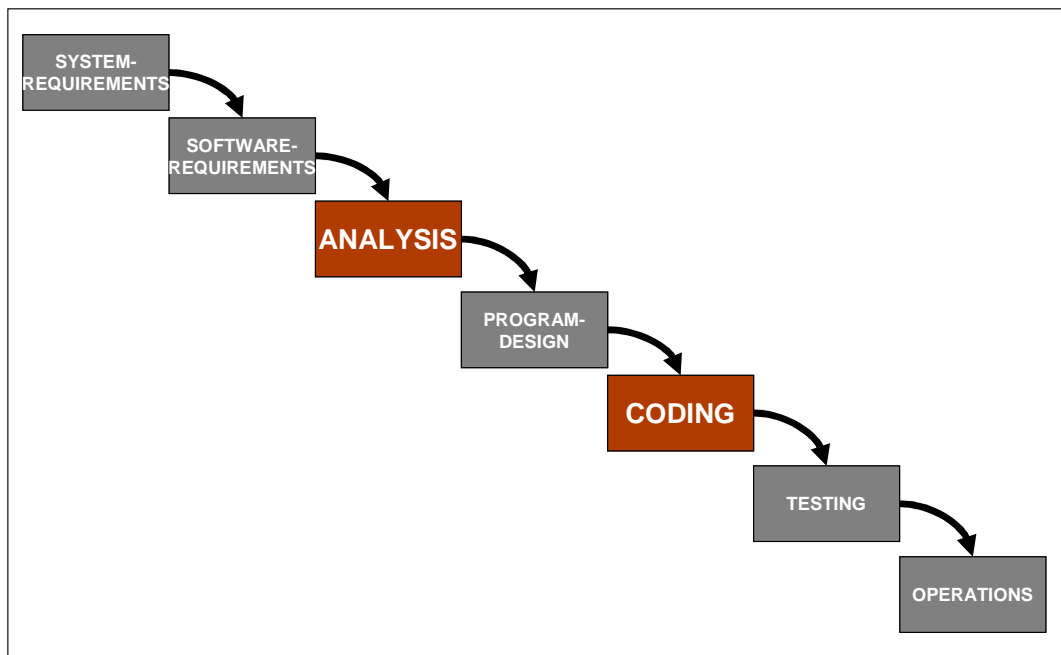


Abbildung 13: Implementation steps nach Royce¹⁴³

Ausgehend von diesem Standardablauf, werden die Phasen des Wasserfallmodells in der aktuellen deutschsprachigen Literatur meist entsprechend folgender Prozessdarstellung benannt.

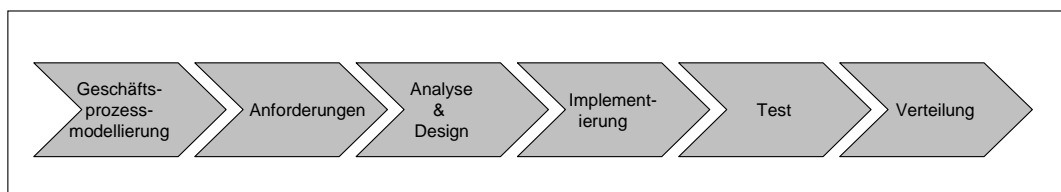


Abbildung 14: Das Wasserfallmodell¹⁴⁴

Das Wasserfallmodell entspricht dabei am ehesten einem ingenieurmäßigen Vorgehen bei der Projektabwicklung. Allerdings ist es für den Erfolg des nach Wasserfallmodell durchgeführten Projektes entscheidend, dass von Anfang an alle Anforderun-

¹⁴² Royce (1987), S.328

¹⁴³ Vgl. Royce (1987), S.329

¹⁴⁴ Eigene Darstellung in Anlehnung an Versteegen (2000), S.29; über die genaue Bezeichnung und Anzahl der Phasen herrscht dabei in der Literatur keine Einigkeit. Lediglich der sequentielle Ablauf ist einheitliches Kennzeichen des Wasserfallmodells.

gen feststehen und keine Änderungen mehr zugelassen werden.¹⁴⁵ Jedoch werden Anforderungsänderungen oder -zunahmen häufig als Kernrisiko und Grund für das Scheitern von Softwareentwicklungsprojekten angegeben¹⁴⁶ Daher können aktuell immer weniger Projekte nach dem Wasserfallmodell abgewickelt werden, da sich während eines laufenden Projektes immer häufiger Kundenanforderungen¹⁴⁷ ändern oder Technologiewechsel stattfinden.¹⁴⁸

Da das Wasserfallmodell in seiner ursprünglichen Form somit den Anforderungen aktueller Softwareentwicklungsprojekte nicht ausreichend gerecht wird, wurde es nach und nach um Schleifenlösungen erweitert um die Projektrisiken zu senken und ein Scheitern von Projekten zu verhindern. Hierbei wird vom rein sequentiellen Vorgehen abgewichen, indem Rückschritte im Prozess zugelassen werden. Für die genaue Entwicklung sei dabei beispielsweise auf ROYCE(1987) verwiesen.¹⁴⁹

Folgender Prozess zeigt eine mögliche Abwandlung:

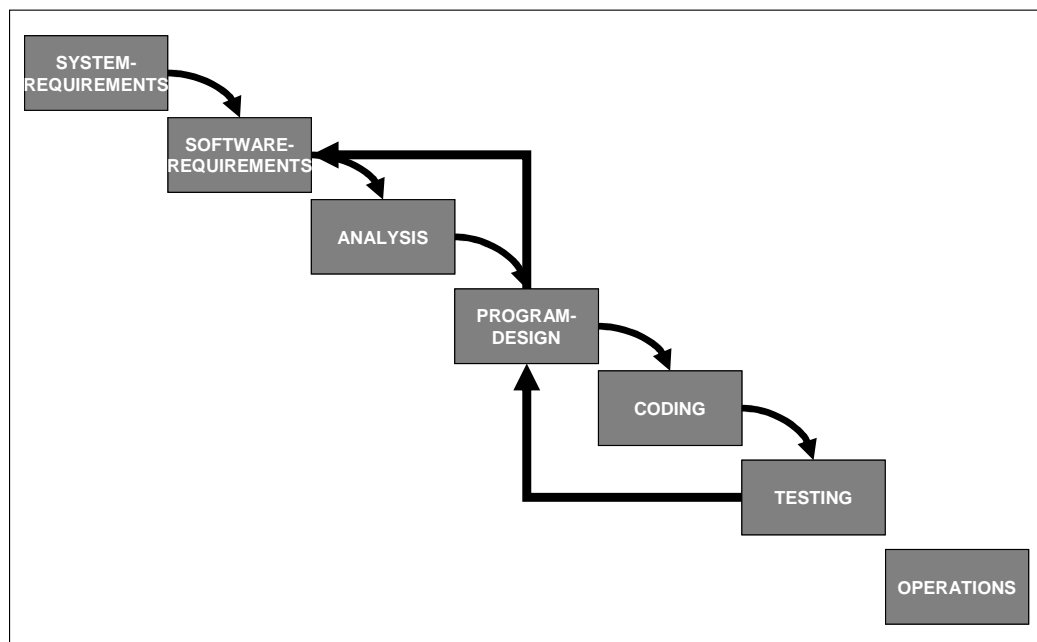


Abbildung 15: erweiterter Prozessablauf nach Royce¹⁵⁰

¹⁴⁵ Vgl. Versteegen (2000), S.28f. für die letzten beiden Sätze

¹⁴⁶ Vgl. hierzu eine detaillierte Analyse in Kapitel 6.2.2

¹⁴⁷ Kundenanforderungen wird in diesem Kontext sowohl in Hinblick auf einen einzelnen Kunden bei der Erstellung von Individualsoftware als auch für eine Vielzahl potenzieller Kunden am Markt gebraucht.

¹⁴⁸ Vgl. Versteegen (2000), S.29

¹⁴⁹ Vgl. Royce (1987), S.328-335

¹⁵⁰ Vgl. Royce (1987), S.330

Jedoch wird von ROYCE auch hier bemängelt dass „The testing phase which occurs at the end of the development cycle is the first event for which timing, storage, input/output transfers, etc., are experienced as distinguished from analyzed.”¹⁵¹ Bei einem Rückschritt in die Phase der Erhebung der Softwareanforderungen entsprechend obiger Abbildung, wäre der Prozess effektiv wieder an seinem Ursprungspunkt angelangt „and one can expect up to a 100% overrun in schedule and/or costs.“¹⁵²

Aus dieser Tendenz hin zu Schleifenbildungen und Rückkopplungen zusammen mit der Notwendigkeit diese zu optimieren, entwickelte sich das Konzept der iterativen Entwicklung. Bekanntestes iteratives Prozessmodell ist dabei der RUP, welcher im nachfolgenden Kapitel 4.3.2 detailliert dargestellt wird.

4.3.2 Der Rational Unified Process

Risikoreduktion durch iterative Entwicklung ist jedoch nicht die einzige Anforderung, die ein praktikables Vorgehensmodell aktuell erfüllen muss. Die Praxis zeigt, dass „nicht die Unternehmen erfolgreich sind, die langwierige und ausgefeilte (aber zertifizierte) Prozesse zur Softwareentwicklung benutzen sondern diejenigen, die einen praktikablen und zugleich qualitätsbewußten Ansatz wählen.“¹⁵³ Dabei ist eine Orientierung an den in Kapitel 3.3 dargestellten Trends in der Softwareentwicklung – vor allem hin zur objektorientierten Programmierung - unerlässlich. Auch sollten neue Formen der Modellierung - derzeit meist durch UML – in der Prozessgestaltung berücksichtigt werden.

Der Rational Unified Process ist ein rein objektorientiertes Prozessmodell.¹⁵⁴ Dies stellt einen Vorteil gegenüber dem V-Modell dar, das für die Verwendung strukturierter Methoden entwickelt und nur in Richtung Objektorientierung erweitert wur-

¹⁵¹ Royce (1987), S.329

¹⁵² Royce (1987), S.329

¹⁵³ Versteegen (2000), S.15

¹⁵⁴ Vgl. Versteegen (2000), S.39

de.¹⁵⁵ Dadurch ist der Umfang des RUP „auch nicht so ‚erschlagend‘ wie der des [...] V-Modells.“¹⁵⁶

Zudem ist der RUP ein Prozess, der bereits in seiner Entstehung auf eine Modellierung mit UML ausgelegt wurde. Dies liegt vor allem darin begründet, dass UML im Wesentlichen von den gleichen Spezialisten entwickelt wurde, die später auch an der Definition des RUP maßgeblich beteiligt waren. Namentlich sind dieses Ivar JACOBSON, Jim RUMBAUGH und Grady BOOCH.¹⁵⁷ Der Schwerpunkt liegt hierbei auf einer Orientierung an den in Kapitel 3.3 bereits angesprochenen Use-Cases in UML. Daher wird der RUP auch als „Use-Case-getrieben“ bezeichnet.¹⁵⁸

Ein weiterer Vorteil ist die hohe Anpassungsfähigkeit des Prozesses an die spezifischen Erfordernisse des jeweiligen Projektes, für das er eingesetzt wird. „For smaller projects with colocated teams and known technology, the processes can be simple and informal. For larger, distributed projects that use more technologies and must comply with stringent standards, the processes become more complex and disciplined.“¹⁵⁹

Wie bereits angesprochen, ist der RUP ein Vertreter der iterativen Entwicklung. In dieser Form der Softwareentwicklung werden alle einzelnen Prozessschritte des Wasserfallmodells mehrere Male durchlaufen. Ein Durchlauf wird als Iteration bezeichnet. Das Entwicklungsergebnis entsteht somit inkrementell.¹⁶⁰ Graphisch lässt sich eine Iteration des RUP folgendermaßen darstellen:

¹⁵⁵ Vgl. Versteegen (2000), S.51; Versteegen bezieht dabei diesen Satz auf das V-Modell 97. Da es hier jedoch um die Grundform des Modells und dessen Entwicklung im Zeitablauf geht, ist er entsprechend auch für die aktuelle Version gültig.

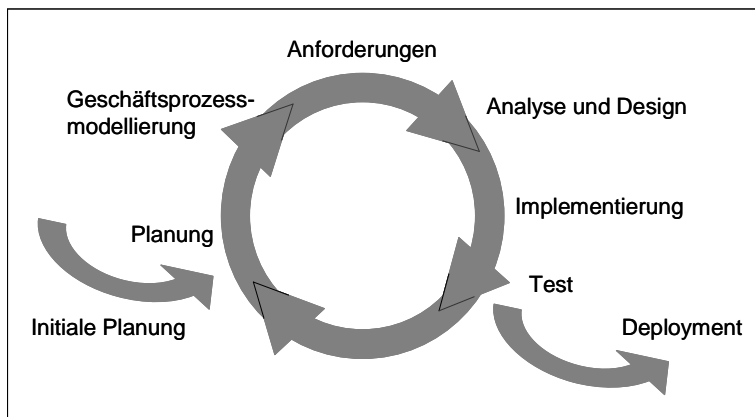
¹⁵⁶ Versteegen (2000), S.39

¹⁵⁷ Vgl. Versteegen (2000), S.47-49 für die letzten beiden Sätze

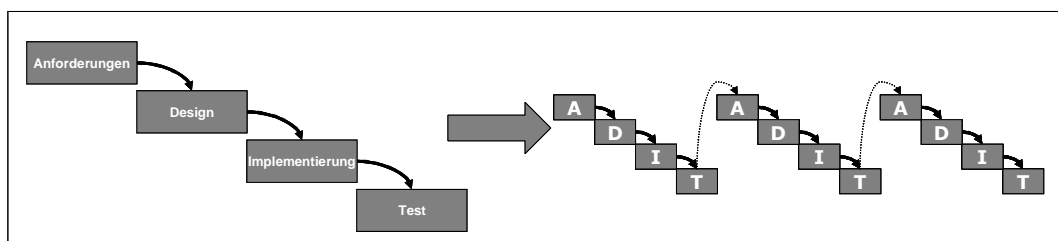
¹⁵⁸ Vgl. Essigkrug/Mey (2007), S.16

¹⁵⁹ IBM/Rational Software (2007), S.2

¹⁶⁰ Vgl. Essigkrug/Mey (2007), S.12 für die letzten vier Sätze

Abbildung 16: Eine Iteration im RUP¹⁶¹

Das klassische Wasserfallmodell ist somit (vereinfachend dargestellt) folgendermaßen in den RUP integriert:

Abbildung 17: Vom Wasserfallmodell zum RUP¹⁶²

Dabei zeichnet der Rational Unified Process sich dadurch aus, dass nach jeder Iteration eine Integration der entwickelten Teilergebnisse erfolgt.¹⁶³ In den frühen Iterationen werden vor allem diejenigen Teile des Systems erstellt, „die entweder ein hohes Risiko beinhalten oder für die Architektur signifikant sind.“¹⁶⁴ So wird das Risiko erheblich reduziert und das Restprojekt planbarer¹⁶⁵ da bereits ein „initial set of risk has been identified and evaluated“¹⁶⁶, was dem Grundgedanken dieser Arbeit entspricht. Auf Basis dieses Prozesses „they`re are able to make informed decisions that helps save time and money while gaining greater control over the project outcome.“¹⁶⁷

¹⁶¹ Vgl. Essigkrug/Mey (2007), S.13

¹⁶² In Anlehnung an Essigkrug/Mey (2007), S.11

¹⁶³ Vgl. Versteegen (2000), S.61

¹⁶⁴ Essigkrug/Mey (2007), S.12

¹⁶⁵ Vgl. Essigkrug/Mey (2007), S.12 und Versteegen (2000), S.61

¹⁶⁶ IBM/Rational Software (2006), S.22

¹⁶⁷ IBM/Rational Software (2007), S.3

Der RUP gestaltet sich über verschiedene Disziplinen¹⁶⁸, die jedoch nicht nacheinander, sondern parallel über die folgende vier Phasen ablaufen:

- Konzeptualisierungsphase
- Entwurfsphase
- Konstruktionsphase
- Übergangsphase¹⁶⁹

Die Phasen selbst werden als zeitlich aufeinanderfolgend definiert. Sie enthalten jeweils eine oder mehrere Iterationen.¹⁷⁰ Phasen und Iterationen sowie dazu definierte Meilensteine bestimmen somit die zeitliche Dimension des Prozesses.¹⁷¹

Da in jeder Iteration die verschiedenen Disziplinen durchlaufen werden, entstehen in jeder Phase Aufwände für die verschiedenen Tätigkeitsfelder. Diese Aufwandsverteilung entlang der Phasen des RUP veranschaulicht folgende Graphik:

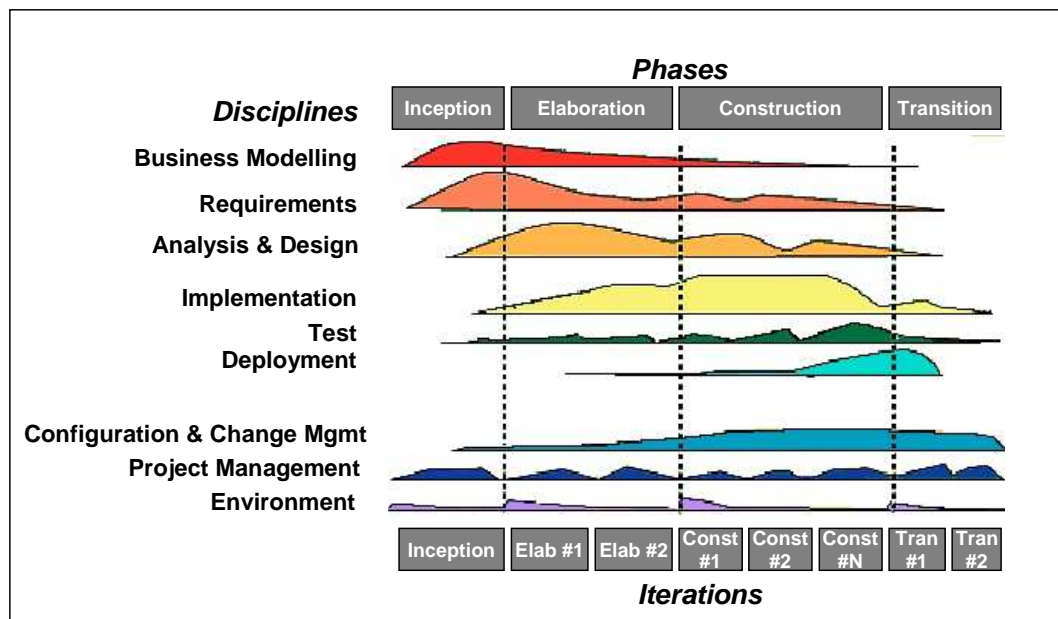


Abbildung 18: Aufwandsverteilung im RUP über die Phasen¹⁷²

¹⁶⁸ Vgl. Versteegen (2000), S.39; Bei Versteegen wird dabei noch von Workflows gesprochen. Neuere Versionen des RUP jedoch verwenden die Bezeichnung „Disziplin“

¹⁶⁹ Vgl. Versteegen (2000), S.39 für die Aufzählung

¹⁷⁰ Zur Bestimmung der Verteilung der Iterationen auf Phasen vgl. z.B. Versteegen (2000), S.133

¹⁷¹ Vgl. IBM/Rational Software (2006), S.21

¹⁷² Eigene Darstellung nach IBM/Rational Software (2006), S.21

Wie obige Graphik verdeutlicht, verschieben sich die Tätigkeitsschwerpunkte und die damit verbundenen Aufwände über die vier Phasen. „Während in frühen Iterationen Anforderungen, Architektur und Design im Vordergrund stehen, sind dies im späteren Verlauf Implementierung und Test.“¹⁷³

4.3.3 Das V-Modell

Neben dem Rational Unified Process ist das V-Modell ein im deutschen Raum weit verbreitetes Prozessmodell.¹⁷⁴ Wie das Wasserfallmodell und der RUP, ist auch das V-Modell „ein Vorgehensmodell zum Planen und Durchführen von Projekten.“¹⁷⁵ Auch hier soll durch die Festlegung von Vorgehensweisen, Ergebnissen und Verantwortlichkeiten die Projekttransparenz gefördert und die Erfolgswahrscheinlichkeit erhöht werden.

Das V-Modell „existiert in seiner ersten Version seit 1992 und wird seitdem im öffentlichen Bereich als Standard für die Softwareentwicklung eingesetzt.“¹⁷⁶ Die weiterentwickelte Version V-Modell 97 wurde 1997 „mit der Veröffentlichung des ‚Entwicklungsstandards für IT-Systeme des Bundes‘ [...] als Vorgabe für den Einsatz im gesamten zivilen und militärischen Bundesbereich gültig.“¹⁷⁷

Seit 2006 existiert eine überarbeitete und ergänzte Fassung als V-Modell XT, da die Vorgängerversion durch die Weiterentwicklung von Methoden und Technologien den aktuellen Anforderungen nicht mehr in geeigneter Weise Rechnung trug. Dies führte dazu, dass das V-Modell im Jahr 2004 nicht mehr im gewünschten Umfang genutzt wurde.¹⁷⁸ Das V-Modell XT geht dabei von Inhalt und Umfang der Vorgängerversion V-Modell 97 aus und erweitert dieses v.a. um verbesserte Möglichkeiten in der Anpassung.¹⁷⁹ Dabei findet es im Vergleich zu seiner Vorgängerversion in der Literatur noch relativ geringe Beachtung. Da das V-Modell 97 weitestgehend im V-

¹⁷³ Essigkrug/Mey (2007), S.18 für die letzten beiden Sätze

¹⁷⁴ Vgl. Kollischan (2006), S.16 und die dort angegebene Literatur

¹⁷⁵ V-Modell XT, Version 1.3(2006), S.1-4

¹⁷⁶ Versteegen (2000), S.32

¹⁷⁷ V-Modell XT, Version 1.3 (2006), S.1-6

¹⁷⁸ V-Modell XT, Version 1.3 (2006), S.1-7

¹⁷⁹ V-Modell XT, Version 1.3 (2006), S.1-7

Modell XT enthalten ist, werden somit im Folgenden auch Veröffentlichungen zum V-Modell 97 in der Argumentation berücksichtigt.

„Das V-Modell an sich wirkt auf den ersten Blick vom Volumen her erschlagend.“¹⁸⁰ Die hier zugrunde gelegte Version V-Modell XT 1.3 umfasst in ihrer deutschen Fassung 842 Seiten. Sie soll eine umfangreiche Anpassbarkeit an verschiedene Projekttypen und Projekttypvarianten sicherstellen.¹⁸¹ „So steht beispielsweise zu Beginn eines Projektes für die Projektleitung die projektspezifische Anpassung des V-Modells im Vordergrund.“¹⁸² Diese Anpassungsaktivitäten werden als „Tailoring“ bezeichnet.¹⁸³ Kernelement des Tailorings sind dabei die Vorgehensbausteine, die „entsprechend den Vorgaben des Projekttyps ausgewählt und festgelegt“¹⁸⁴ werden. Die verfügbaren Bausteine werden in Form einer „Landkarte“ kategorisiert.¹⁸⁵

Im Bereich der Projektdurchführung werden für unterschiedliche Projekttypen unterschiedliche Projekttypvarianten beschrieben.¹⁸⁶ Jedoch ist für alle Projekttypvarianten eine starke Orientierung an den Anforderungen des öffentlichen Sektors – beispielsweise durch den Prozessabschnitt „Projekt ausgeschrieben“ und die darauf folgende Beauftragung eines Auftragnehmers - erkennbar.

Die Ablaufgestaltung im V-Modell soll im Folgenden beispielhaft für den Projekttyp „Systementwicklungsprojekt (AG)“ in der Variante „AG-Projekt mit einem Auftragnehmer“ dargestellt werden. Die Projektdurchführungsstrategie stellt sich dabei wie folgt dar:

¹⁸⁰ Versteegen (2000), S.32

¹⁸¹ Vgl. V-Modell XT, Version 1.3 (2006), S.1-12 und S.1-16

¹⁸² V-Modell XT, Version 1.3 (2006), S.1-12

¹⁸³ Vgl. V-Modell XT, Version 1.3 (2006), S.1-12 bis S.1-18

¹⁸⁴ V-Modell XT, Version 1.3 (2006), S.1-16

¹⁸⁵ Vgl. zur Landkartendarstellung V-Modell Version 1.3 (2006), S.1-18;

¹⁸⁶ Vgl. V-Modell XT, Version 1.3 (2006), S.3-28

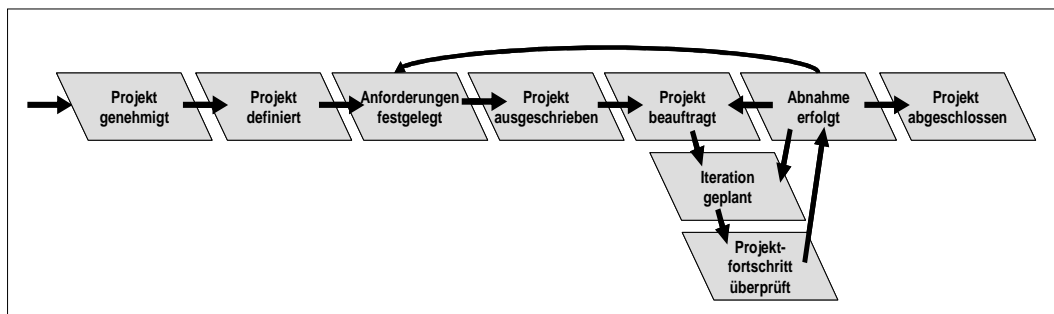


Abbildung 19: Projektdurchführungsstrategie "AG-Projekt mit einem Auftragnehmer"¹⁸⁷

Wie aus der Graphik hervorgeht, wird dabei das V-Modell in seiner aktuellen Fassung auch in Iterationen ausgestaltet. Diese sind explizit in der Implementierung dargestellt, werden jedoch auch bereits in der Anforderungsdefinition gefordert. Folgende Passage aus der V-Modell-Referenz „Tailoring“ beschreibt dies:

„Die Anforderungen sind in einem iterativen Prozess durch Prüfen auf Vollständigkeit und Korrektheit, Analysieren, Setzen von Prioritäten und Bewerten ständig zu verfeinern und zu verbessern.“¹⁸⁸

Diese Anforderungsdefinition stellt die Basis für Ausschreibung und Vergabe des Auftrags dar. Innerhalb der Auftragserfüllung orientiert der Prozess sich wiederum an einer iterativen Vorgehensweise, wobei verschiedene Verzweigungen möglich sind.¹⁸⁹

¹⁸⁷ V-Modell XT, Version 1.3 (2006), S.3-29

¹⁸⁸ V-Modell XT, Version 1.3 (2006), S.3-30

¹⁸⁹ Vgl. Abbildung 19

4.4 Auswahl eines Vorgehensmodells

Ausgehend von der Darstellung der Einzelmodelle in Kapitel 4.3 wird in diesem Abschnitt ein Vorgehensmodell ausgewählt. Dieses bildet die methodische Basis für die weiteren Ausführungen zur Modellbildung und dient der Identifikation geeigneter Entscheidungspunkte.

Ein Vorgehensmodell kann nach einer Vielzahl von Kriterien bewertet werden. KOLLISCHAN nennt hierbei Punkte wie Vollständigkeit und Widerspruchsfreiheit der Prozessbeschreibung, die Verständlichkeit und Zugänglichkeit der Dokumente sowie Möglichkeiten der Toolunterstützung.¹⁹⁰ Für diese Arbeit sind zudem folgende Punkte von wesentlicher Bedeutung:

- Risikominimierung durch iterative Vorgehensweise
- Möglichkeit der Kennzahlenerhebung schon in frühen Phasen der Produktentwicklung
- Ausrichtung auf objektorientierte Programmierung
- Akzeptanz des Vorgehensmodells in der Praxis
- Möglichkeit einer Anwendung für internationale Projekte

Im Folgenden werden hierzu lediglich der RUP und das V-Modell auf Basis dieser Anforderungen verglichen. Das klassische Wasserfallmodell wird in Kapitel 9.2 zu einer vereinfachten Bestimmung von Restaufwänden unabhängig von dieser Auswahlentscheidung herangezogen. Da es veraltet ist, eignet es sich jedoch nicht als alleinige Basis für die hier angestrebte Modellbildung.

Wie in Kapitel 4.3.2 und 4.3.3 beschrieben ist sowohl der Rational Unified Process als auch das V-Modell in seiner aktuellen Fassung auf eine risikominimierende Entwicklungsstrategie in Iterationen¹⁹¹ ausgelegt. Während jedoch beim RUP standardmäßig alle Disziplinen in einer Iteration durchlaufen werden, wird im V-Modell eine Anforderungserhebung vor der Auftragsvergabe weitgehend losgelöst von einer An-

¹⁹⁰ Vgl. Kollischan (2006), S.17

¹⁹¹ Auch der Begriff „Iteration“ selbst, wird in den beiden Modellen unterschiedlich gebraucht. Hierauf soll an dieser Stelle nicht explizit eingegangen werden. Es wird hierzu auf die Ausführungen von Reinhold (2001), S.115-116 verwiesen.

forderungsverfeinerung nach Auftragsvergabe betrachtet.¹⁹² Diese Zweiteilung wird durch die Notwendigkeit einer Ausschreibung begründet. Hier wird bereits eine starke Orientierung an den Erfordernissen eines Auftraggebers, v.a. aus dem öffentlichen Bereich, deutlich. Eine Übertragung des Modells auf die hier gewählte Perspektive des softwareentwickelnden Unternehmens ist möglich. Es muss hier jedoch mit Anpassungsaufwand gerechnet werden. „Hingegen kommt der Rational Unified Process aus der Praxis – also von Seiten der Auftragnehmer“¹⁹³ und zeichnet sich durch hohe Flexibilität und Anpassbarkeit auf nahezu alle unternehmensspezifischen Gegebenheiten aus.¹⁹⁴ Somit entspricht der RUP in diesem Punkt eher der Sichtweise dieser Arbeit.

Ein weiteres Problem stellt die hohe Flexibilität bei der Durchführung einer Iteration im V-Modell dar. Im oben ausgeführten Beispiel einer Systementwicklung mit einem Auftragnehmer bieten sich im Punkt „Abnahme erfolgt“ drei Verzweigungsmöglichkeiten. Hingegen werden im RUP standardmäßig in jeder Iteration immer alle Disziplinen von der Modellierung über die Anforderungserhebung bis hin zum Test und Deployment durchlaufen, wobei sich lediglich die für die einzelnen Disziplinen anfallenden Aufwände in ihrer Höhe verändern. Durch diese Regelmäßigkeit lassen sich bereits zu einem frühen Zeitpunkt Kennzahlen über die verschiedenen Disziplinen erheben, die im Prozessverlauf sukzessive verfeinert werden können.

Sowohl in Hinblick auf Entscheidungspunkte als auch auf die quantitative Erfassung von Einzelkennzahlen bietet der RUP Vorteile für das Management des Projektes. „Aufgrund der Flexibilität des V-Modells im Bereich „Entwicklungsszenario (z.B. Wasserfall oder iterativ inkrementell) fällt die Unterstützung im Bereich des Projektmanagement entsprechend allgemein aus. Ein Wasserfallansatz ist eben sehr verschieden von einem iterativ inkrementellen Ansatz. Da der RUP speziell auf das iterativ inkrementelle Vorgehen ausgelegt ist, sind die dort enthaltenen Hilfestellungen natürlich für diesen Fall erheblich präziser [...]“¹⁹⁵ Der RUP wird somit aus Sicht

¹⁹² Auch Versteegen (2000) führt aus, dass das V-Modell ein Vorgehensmodell ist, das von Auftraggeberseite entwickelt wurde. Der RUP hingegen von Auftragnehmerseite.

¹⁹³ Versteegen (2000), S.42

¹⁹⁴ Vgl. Versteegen (2000), S.42

¹⁹⁵ Reinhold (2001), S.117; die Aussage bezieht sich auf das V-Modell 97, kann jedoch so auf das V-Modell XT übernommen werden, da auch hier die hohe Flexibilität beibehalten wurde.

des Projektcontrollings für die hier vorgenommene Modellbildung als geeigneter angesehen.

Auch in Bezug auf eine Berücksichtigung aktueller Standards in der Softwareentwicklung muss dem RUP dadurch eine vorrangige Stellung eingeräumt werden, dass er ein „reinrassiges objektorientiertes Prozessmodell“¹⁹⁶ darstellt. Zwar wurden auch im V-Modell XT neue Ansätze, wie Objektorientierung und komponentenbasierte Entwicklung berücksichtigt, „doch das V-Modell wurde [ursprünglich] für die Verwendung strukturierter Methoden entwickelt und nur in Richtung Objektorientierung erweitert.“¹⁹⁷ Eine Visualisierung mittels UML wird in beiden Modellen gefordert. Während sie jedoch – wie in Kapitel 4.3.2 dargestellt – beim RUP bereits auf Grund seiner historischen Entwicklung „integraler Bestandteil“¹⁹⁸ ist, wird im V-Modell zwar ihre Bedeutung hervorgehoben¹⁹⁹, erfährt jedoch aufgrund der breiten Einsetzbarkeit des Modells wiederum Grenzen.²⁰⁰

Es gibt derzeit keine aktuellen Zahlen zur Anwendung und Akzeptanz des V-Modells in der Praxis. Einem Tagungsbeitrag von DITTLER zur Folge, schätzten 2005 Mitglieder der öffentlichen Verwaltung sowohl das Know-How über das V-Modell als auch dessen Anwendung als relativ gering ein, wie folgendes Schaubild verdeutlicht:²⁰¹

¹⁹⁶ Versteegen (2000), S.39

¹⁹⁷ Versteegen (2000), S.51

¹⁹⁸ Reinhold (2001), S.121

¹⁹⁹ V-Modell XT Version 1.3 (2006), S.2-39 „Die Architektur des Systems soll soweit möglich mit der Unified Modeling Language (UML) dokumentiert werden.“

²⁰⁰ Vgl. Reinhold (2001), S.121; die Aussage beziehen sich auf das V-Modell 97, kann jedoch auch für das V-Modell XT in Grenzen übernommen werden.

²⁰¹ Vgl. Dittler (2006), S.24

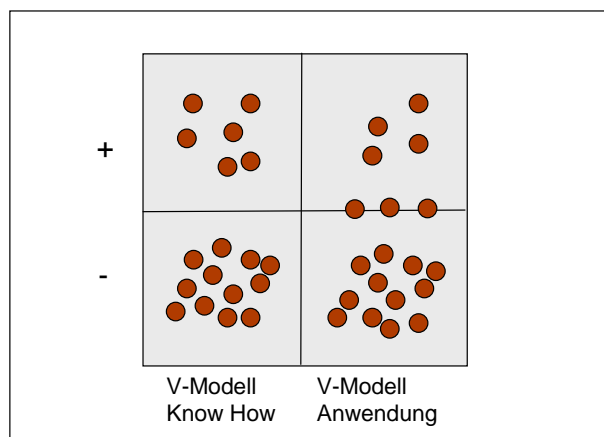


Abbildung 20: Einschätzung zum V-Modell XT²⁰²

Auch wird trotz hohem Interesse an dem Modell außerhalb Deutschlands²⁰³ eine Anwendung für internationale Projekte als schwierig erachtet. Dies wird beispielsweise bei einem Vortrag von WIRTZ²⁰⁴ deutlich indem es heißt: „Kaum formale Einsatzmöglichkeiten bei EADS MAS aufgrund der internationalen Programmsituation.“²⁰⁵ Auch gibt es derzeit keine genauen Zahlen zum nationalen und internationalen Einsatz des RUP. Jedoch wird ihm in der Literatur fast durchgängig eine Vorreiterstellung bescheinigt.

Auf Basis der Ausführungen zu den definierten Anforderungspunkten wird der Rational Unified Process als geeignete methodische Grundlage der Modellbildung in dieser Arbeit erachtet. Alle folgenden Ausführungen legen den RUP als Prozessmodell implizit zu Grunde.

Jedoch bestehen aufgrund der hohen Flexibilität und generischen Gestaltung des V-Modells umfangreiche Integrationsmöglichkeiten des RUPs in das V-Modell. Somit ist das hier entwickelte Modell auch für Anwender des V-Modells mit entsprechenden Anpassungen geeignet. V-Modell und RUP dürfen folglich nicht als sich ausschließende Alternativen betrachtet werden. Eine genaue Analyse der Integrationspotenziale findet sich bei REINHOLD(2001).²⁰⁶

²⁰² Dittler (2006), S.24; Punkte im Minus-Bereich bedeuten, dass Know-How oder Anwendung als gering eingeschätzt wurden, Punkte im Plus-Bereich entsprechend, dass Know-How oder Anwendung als hoch eingeschätzt wurden

²⁰³ Vgl. IABG (2009)

²⁰⁴ Senior Vice President – Operations, Military Air Systems EADS Deutschland GmbH

²⁰⁵ Wirtz (2006), S.21

²⁰⁶ Reinhold (2001), Kapitel 5, 7, 9, 11 und 13

4.5 Projektmanagement mit dem RUP

Der Begriff *Softwaretechnik* oder auch *software engineering* wird sowohl in der Literatur als auch in der Praxis häufig nicht exakt vom Begriff des *Projektmanagements* abgegrenzt. Allerdings soll in dieser Arbeit der bei GEORGE (1999) vorgeschlagenen konzeptionellen Trennung zwischen fachlicher Umsetzung eines Projektes und dessen Management gefolgt werden.²⁰⁷ Die Aktivitäten des Projektmanagements sind somit von der Problemlösung selbst klar abzugrenzen. Das Projektmanagement beschäftigt sich vornehmlich mit dem Management der Problemlösung.²⁰⁸ In den Vorgehensmodellen zur Softwareentwicklung liegt hingegen der Schwerpunkt auf der technischen Umsetzung. Um eine ganzheitliche Sicht auf ein Projekt zu erhalten, muss somit eine integrative Zusammenführung der beiden Disziplinen erfolgen.

Diese Zusammenführung gestaltet sich bei der Anwendung iterativer Vorgehensmodelle komplexer als bei sequentiellen Modellen, da eine reine Orientierung an den definierten Softwareentwicklungs-Phasen hier zu kurz greift. Vielmehr müssen auch die durchgeführten Iterationen und ständig erweiterten Anforderungen im Projektmanagement Berücksichtigung finden.²⁰⁹

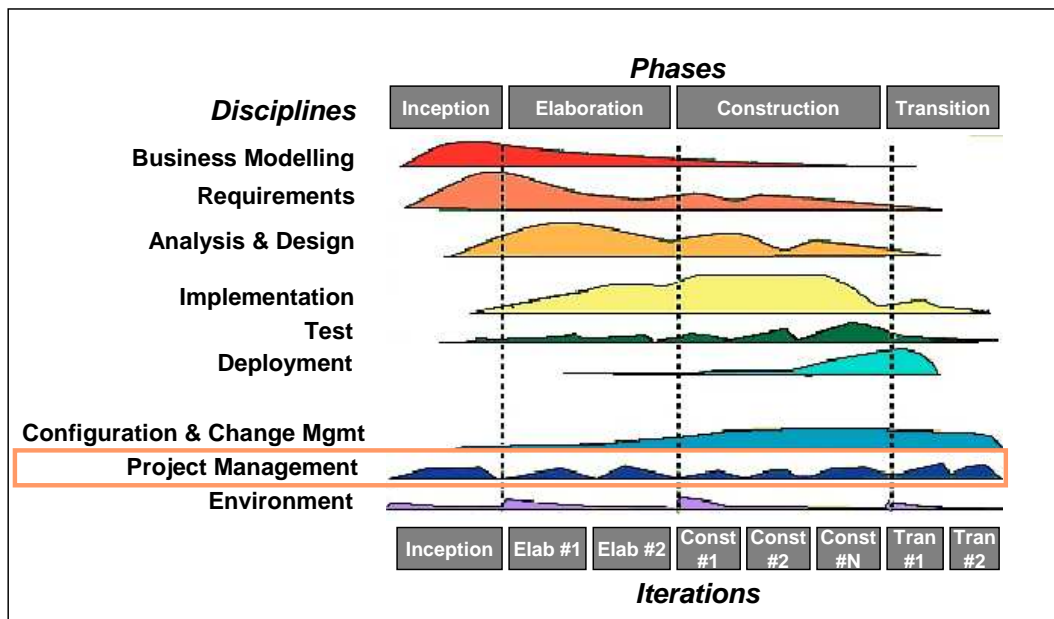
Für den RUP werden – wie oben beschrieben – vier Phasen definiert, die sich an der Zeit orientieren. Über diese vier Phasen hinweg werden Disziplinen festgelegt, die sich an den auszuführenden Tätigkeiten orientieren. Die Disziplin Projektmanagement zählt dabei zu den unterstützenden Prozessen.²¹⁰ Wie untenstehende Abbildung zeigt fallen für das Projektmanagement über alle Phasen und Iterationen hinweg Aufwände an.

²⁰⁷ vgl. George (1999), S. 14f.

²⁰⁸ vgl. Haberfellner et al. (1992), S.242f.

²⁰⁹ vgl. Essigkrug/Mey (2007), S.57

²¹⁰ vgl. Versteegen (2000), S.53 für die letzten drei Sätze; Bei Versteegen wird noch von Workflows gesprochen. Der Begriff „Workflow“ wurde der aktuellen Version entsprechend durch „Disziplin“ ersetzt.

Abbildung 21: Der Workflow Projektmanagement im RUP²¹¹

Risikomanagement ist dabei eines der Kernstücke dieser Disziplin. Der RUP stellt „Risikomanagement ganz an den Anfang des Projektmanagements und schreibt bei jeder Iteration ein Update vor.“²¹² Dabei können nachgelagerte Risikoanalysen bereits von den Ergebnissen früher Risikoanalysen profitieren.

Wesentliche Aufgabe des Projektleiters ist die Planung der RUP-Phasen und Iterationen, nach Anzahl und Phasenzuordnung.²¹³ Die genaue Unterteilung in Iterationen kann auch erst im Projektverlauf überarbeitet oder ergänzt werden.²¹⁴ Der Phasenplan wird dabei zu Beginn der Konzeptionalisierungsphase (Inception) erstellt.²¹⁵

Durch diese Übernahme von Planungsaktivitäten in das Vorgehensmodell ergibt sich eine Phasenüberlagerung zwischen den Projektphasen im klassischen Projektmanagement und den Phasen des RUP. Die Phasen der Projektplanung und Projektdurchführung lassen sich nicht mehr exakt abgrenzen und werden von der Planung im Rahmen des Vorgehensmodells überlagert. Die Phase des Projektabschlusses im klassischen Sinne, mit einer Erfassung der „Lessons Learned“ und abschließender

²¹¹ Basierend auf der Graphik aus IBM/Rational Software (2006), S.21 mit Abwandlungen

²¹² Versteegen (2000), S.118

²¹³ Versteegen (2000), S.130

²¹⁴ Essigkrug/Mey (2007), S.61

²¹⁵ Vgl. Versteegen (2000), S.132

Projektdokumentation muss i.d.R. als über die Phase Transition des RUP hinausgehend gesehen werden.

Die eben dargestellte Phasenüberlagerung soll zur Verdeutlichung graphisch veranschaulicht werden. Wie oben beschrieben, überlagern sich – nach Abschluss einer Projekt-Definitions-Phase – die Phase der Projektplanung im klassischen Projekt-Phasen-Modell und die Inception-Phase des RUP. Die Aufgaben des Projektabschlusses gehen i.d.R. über die Aufgaben der Transition-Phase hinaus.

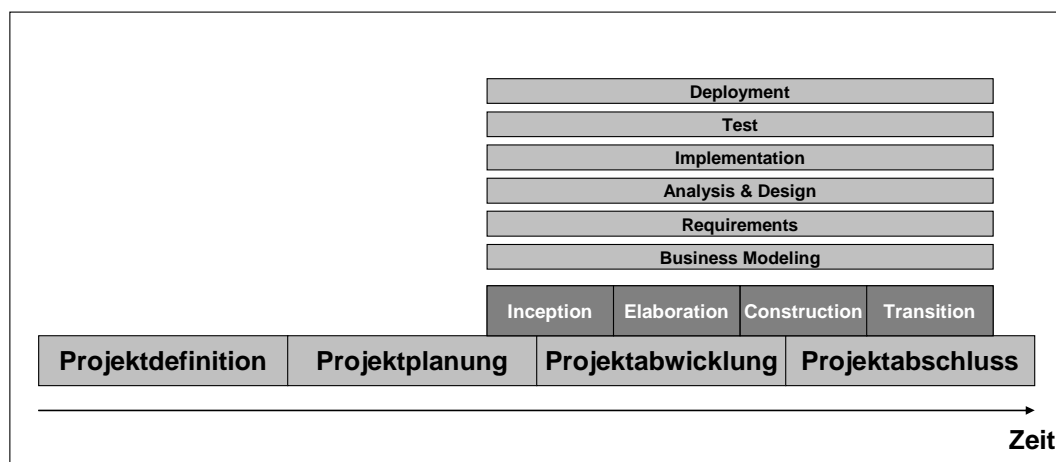


Abbildung 22: Phasenintegration klassisches Projektmanagement und RUP

Diese Aspekte der Phasenüberlagerung bleiben in der Literatur derzeit weitgehend unbeachtet; jedoch greift eine Interpretation des Projektmanagements rein als Disziplin des RUP zu kurz und wird dem Umfang des Projektbegriffs nicht gerecht.

Ziel dieser Arbeit ist die bereits mehrfach angesprochene Entwicklung eines Modells zur Entscheidungsunterstützung bei Entscheidungen über Projektabbruch oder Projektweiterführung. Diese Entscheidung muss zu bestimmten Entscheidungszeitpunkten getroffen werden, in denen das Modell angewendet wird. Dies harmoniert mit dem Konzept des Rational Unified Process. „The phases of RUP were chosen such that phase boundaries correspond to significant decision point in the life of a project. [...] Milestones help you to assess the progress of a project at key points.”²¹⁶

Somit kann sowohl das grob strukturierende Phasenkonzept als auch die Einteilung der Phasen in Iterationen als zeitliche Grundlage zur Identifikation geeigneter Ent-

²¹⁶ IBM/Rational Software (2006), S.22

scheidungszeitpunkte herangezogen werden. Auch Versteegen sieht einen Meilenstein „für das Ende der Iteration gleichzeitig [als] Prüfstein für den Fortschritt des Projektes. Im Worst Case kann dieser Meilenstein auch als Projektabbruchkriterium dienen.“²¹⁷

Graphisch lassen sich die im RUP als sinnvoll identifizierten Entscheidungszeitpunkte für eine Anwendung des Modells in einer Erweiterung obiger Graphik wie folgt darstellen (Schnittpunkt der rot-gestrichelten Linie mit der Zeitachse). Die in der Graphik gewählte Aufteilung in Iterationen darf dabei nur als Beispiel gesehen werden. Bei davon abweichend geplanten Iterationen verschieben sich auch die Entscheidungszeitpunkte entsprechend.

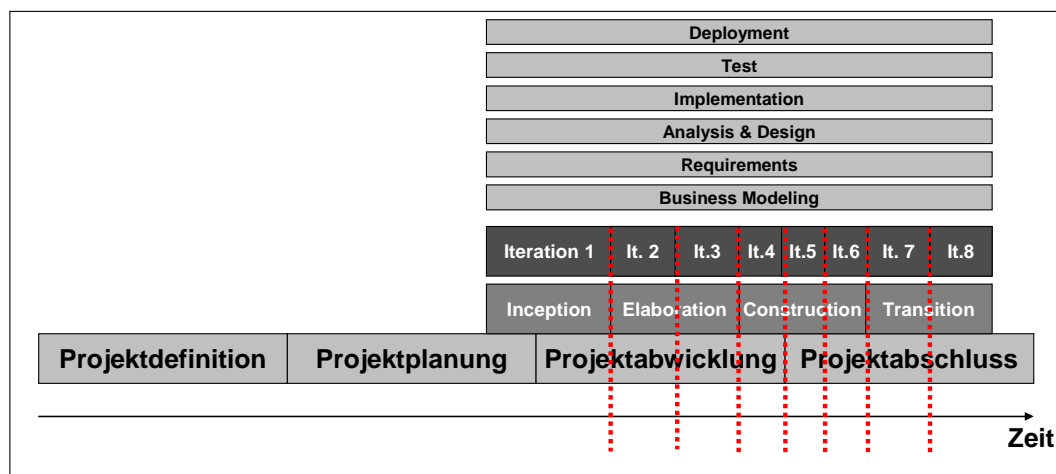


Abbildung 23: Entscheidungszeitpunkte im RUP

²¹⁷ Vgl. Versteegen(2000), S.143; Versteegen drückt sich hierbei nicht ganz präzise aus – denn nicht der Meilenstein selbst dient als Projektabbruchkriterium sondern lediglich kann der Entscheidungszeitpunkt einem Meilenstein gleichgesetzt werden.

5 Entwicklung einer Klassifikation für Softwareentwicklungsprojekte

In Kapitel 4 wurden die unterschiedlichen Phasenmodelle für Softwareentwicklungsprojekte zusammengeführt. Dies endete in einer Bestimmung von geeigneten Entscheidungspunkten entlang des Projektverlaufs. Gemäß der Zielsetzung dieser Arbeit soll an diesen Punkten die Wirtschaftlichkeit der Projektweiterführung überprüft werden. Diese Wirtschaftlichkeitsüberprüfung ist Gegenstand aller nachfolgenden Kapitel bis hin zur Bildung des Entscheidungsmodells.

Die in Kapitel 4 betrachteten Vorgehensmodelle sind sehr generisch gehalten und somit auf unterschiedliche Arten von Softwareentwicklungsprojekte anwendbar. Daher war bei der Analyse der zeitlichen Dimension keine Unterscheidung nach Projektart, -umfang oder Zielgruppe notwendig. In Kapitel 5 wird jedoch der Untersuchungsgegenstand weg von einer zeitlichen hin zu einer wirtschaftlichen Perspektive verlagert. Dies erfordert differenziertere Betrachtungen: Anders als beim „Wann?“ einer Wirtschaftlichkeitsbewertung, muss beim „Wie?“ nach Art der zu erstellenden Software unterschieden werden. Dementsprechend wird im Folgenden eine Klassifikation für Softwareentwicklungsprojekte nach Maßgabe der Zielsetzung entwickelt.

5.1 Begriffliche Abgrenzung

In der Literatur wird Software nach verschiedenen Kriterien eingeteilt.²¹⁸ Analog dazu werden auch Softwareentwicklungsprojekte unterschieden. Vor allem Klassifikationen nach Anwendungsgebiet, Zielgruppe, Standardisierungs- und Integrationsgrad sind verbreitet.²¹⁹

Für diese Arbeit ist – wie in Kapitel 1.2 beschrieben – der Untersuchungsgegenstand eine Bewertung der wirtschaftlichen²²⁰ Vorteilhaftigkeit der Weiterführung eines bereits laufenden Softwareentwicklungsprojektes. Wirtschaftlichkeit als Auswahlkriteri-

²¹⁸ Vgl. Schmitz (2007), S.8 und die dort angegebene Literatur

²¹⁹ Vgl. Schmitz (2007), S.8 und Gerhardt (1991), S.55

²²⁰ Für eine ausführliche Diskussion des Wirtschaftlichkeitsbegriffs im Projektkontext wird auf die Methodenauswahl in Kapitel 8 verwiesen.

um in den Wirtschaftswissenschaften wird allgemein als eine Beziehung zwischen Gütereinsatz und Güterausbringung definiert²²¹ „Wirtschaftlichkeit liegt vor, wenn das Einsatz-Ausbringungs-Verhältnis günstig ausfällt.“²²² Eine Bewertung dieses Gütereinsatzes bzw. dieser Güterausbringung wird häufig durch die Größen Aufwand und Ertrag ausgedrückt. Somit ist für die angestrebte Projektbewertung eine Differenzierung nach Art der Aufwands- und Ertragsgenerierung notwendig. In der Fachliteratur existiert derzeit keine entsprechende Einteilung, die dem generalistischen Anspruch dieser Arbeit genügt. Somit wird in diesem Kapitel eine eigene Klassifikation gemäß der hier angestrebten Zielsetzung entwickelt. In einem ersten Schritt werden im Folgenden die begrifflichen Grundlagen für eine Wirtschaftlichkeitsbewertung gemäß obiger Definition gebildet. Es werden hierbei die Begriffe von einem konkreten Bewertungsverfahren abstrahiert betrachtet, um die in Kapitel 8 getroffene Methodenauswahl nicht einzuschränken.

In der Literatur zu Projektmanagement im Allgemeinen und Softwareentwicklungsprojekten im Besonderen, werden die hierfür relevanten Begriffe *Auszahlung*, *Ausgabe*, *Aufwand* und *Kosten* – analog dazu *Einzahlung*, *Einnahme*, *Ertrag* und *Leistung* nicht klar voneinander abgegrenzt und zum Teil unterschiedlich gebraucht.

Die klassische Investitionsrechnung²²³ in einer strengen Form basiert auf Aus- und Einzahlungen als reale Zahlungsströme.²²⁴ Jedoch greift diese Bewertungsgrundlage für aktuelle Investitionsvorhaben häufig zu kurz²²⁵, wodurch auch die Begriffe Ausgaben/Einnahmen, Kosten/Leistungen vor allem jedoch Aufwände/Erträge im Zuge von Wirtschaftlichkeitsbewertungen verwendet werden.²²⁶ Daher sollen diese Begriffe im Folgenden voneinander abgegrenzt werden:

²²¹ Vgl. Eichhorn (2000), S.15

²²² Eichhorn (2000), S.15

²²³ Die klassische Investitionsrechnung kann als allgemeingültiges Instrument zur Beurteilung der Vorteilhaftigkeit von Investitionsvorhaben aufgefasst werden. Detailliertere Ausführungen zur Methodenauswahl für Projektabbruchentscheidungen finden sich in Kapitel 8.3

²²⁴ Däumler (2000), S.18

²²⁵ Beispielsweise weil auch Kreditvorgänge abgebildet werden müssen

²²⁶ Vgl. Däumler (2000), S.22; „Der Rechnungszweck bestimmt die Rechnungselemente. Rechnungselemente sind also nicht richtig oder falsch, sondern zweckmäßig oder unzweckmäßig, gemessen an der Aufgabe der jeweiligen Rechnung.“; Zu empirischen Untersuchungen zur Verbreitung von Rechnungselementen vgl. Däumler (2000), S.22f. und die dort angegebene Literatur.

Es herrscht in der gesamten wirtschaftswissenschaftlichen Literatur und in der Praxis über die Inhalte der Begriffe Ausgaben und Einnahmen keine Einigkeit.²²⁷ „Die eine Richtung setzt [...] Ausgaben mit Auszahlungen und Einnahmen mit Einzahlungen gleich. In den letzten Jahren findet allerdings eine zweite Richtung zunehmend Anklang, die im Rahmen von Finanzierungsrechnungen durch Ausgaben und Einnahmen außer dem Zahlungsverkehr auch Kreditvorgänge abbildet.“²²⁸ In dieser Arbeit werden die Begriffe „Ausgabe“ und „Einnahme“ dieser zweiten Sicht entsprechend verwendet.

Der Aufwands- und Ertragsbegriff wird im Projektkontext zum Teil anders gebraucht als in der betrieblichen Kosten- und Leistungsrechnung:

In dieser sollen „Aufwendungen und Erträge [...] pro Periode den gesamten bewerteten Verzehr bzw. die gesamte bewertete Erstellung von Gütern in einem Unternehmen abbilden.“²²⁹ Hierbei sind bestimmte Regeln beispielsweise aus HGB, EStG, IAS/IFRS, US-GAAP oder je nach Zielsetzung andere Vorschriften bindend.²³⁰

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung für Projekte richtet sich jedoch i.d.R. an unternehmensinterne Adressaten. Somit fallen hier die Begrenzungen durch gesetzliche oder anderweitige Regelungen weg.²³¹ Auch wird die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung häufig nicht periodenbezogen vorgenommen sondern betrachtet das gesamte Projekt als Einheit. Dies kann im Ergebnis auch einer periodenbezogene Bewertung entsprechen, da für Softwareentwicklungsprojekte Projektdauern von einem Jahr oder weniger üblich sind. Für diese Arbeit wird in Stufe I und II der Modellbildung jeweils das gesamte Projekt statisch bewertet. Ab Stufe III erfolgt eine Dynamisierung durch die Berücksichtigung des Zeitpunkts der Aufwands- und Ertragsentstehung.

In der wirtschaftswissenschaftlichen Literatur wird zudem gefordert, „dass sich Aufwendungen bzw. Erträge bei der Bewertung der heterogenen Güterverbräuche bzw. Güterentstehungen an effektiv anfallenden Beschaffungspreisen (Ausgaben) bzw. ef-

²²⁷ Vgl. Kloock/Sieben/Schildbach/Homburg (2005), S.24

²²⁸ Kloock/Sieben/Schildbach/Homburg (2005), S.24

²²⁹ Kloock/Sieben/Schildbach/Homburg (2005), S.27

²³⁰ Vgl. Kloock/Sieben/Schildbach/Homburg (2005), S.27

²³¹ Auf Integrationsmöglichkeiten des Modells in das interne oder externe Rechnungswesen des projektdurchführenden Unternehmens soll hier nicht Bezug genommen werden.

fektiv anfallenden Absatzpreisen (Einnahmen) orientieren.²³² Dieser Orientierungsrichtlinie soll auch in der Arbeit weitgehend²³³ gefolgt werden.

Jedoch muss dabei berücksichtigt werden, dass der Begriff des Aufwands in der Literatur und Praxis des Projektmanagements ambivalent gebraucht wird. Einerseits als monetäre Größe im Sinne oben dargestellter Abgrenzung; andererseits als zeitliche Größe, häufig gemessen in Personenstunden oder Personenmonaten²³⁴.

Dieser begrifflichen Zweiteilung wird analog zur Projektmanagement-Literatur auch in dieser Arbeit gefolgt. In einem ersten Schritt werden Aufwände dabei in ihrer zeitlichen Dimension erfasst. Erst in einem zweiten Schritt wird eine monetäre Bewertung vorgenommen, die sich an dem Aufwands-Begriff der betrieblichen Kosten- und Leistungsrechnung orientiert.

Eine Abgrenzung des Begriffs *Aufwand* zum Begriff *Kosten* unterbleibt im Projektumfeld häufig vollkommen oder wird völlig anders als in der übrigen wirtschaftswissenschaftlichen Literatur vorgenommen. Als einzige klare Abgrenzungstendenz der beiden Begriffe im Projektmanagement lässt sich dahingehend erkennen, dass Aufwände häufig als rein zeitliche Größen angegeben werden und Kosten als darauf basierende monetäre Größen. Diese Begriffsabgrenzung widerspricht jedoch der Literatur außerhalb des Projektmanagement-Kontexts. Zwar herrscht auch in dieser keine einheitliche Auffassung des Kostenbegriffs²³⁵, jedoch werden Kosten vornehmlich als „bewerteter, sachzielbezogener Güterverzehr einer Periode definiert“²³⁶. Eine Abgrenzung zum Begriff des Aufwands - ebenfalls als monetäre Größe - gestaltet sich komplex: nur der Güterverzehr der sachzielbezogen, periodenbezogen und ordentlich ist, führt von Aufwand zu Kosten.²³⁷ „Ordentlich“ definiert sich durch die Tatsache, dass der Aufwand „im Rahmen des üblichen Betriebsablaufs“²³⁸ zu erwarten ist.

²³² Kloock/Sieben/Schildbach/Homburg (2005), S.27

²³³ Die Bewertungsgrundlage wird entsprechend der in Kapitel 5.3 gebildeten Kategorisierung differenziert ausgewählt. Mehrheitlich wird dieser Richtlinie gefolgt.

²³⁴ Beispielsweise schwerpunktmäßig bei Bundschuh/Fabry (2004)

²³⁵ Vgl. Kloock/Sieben/Schildbach/Homburg (2005), S.30

²³⁶ Kloock/Sieben/Schildbach/Homburg (2005), S.30; die verschiedenen Kostenbegriffe unterscheiden sich vornehmlich über die Bewertung.

²³⁷ Vgl. Kloock/Sieben/Schildbach/Homburg (2005), S.36

²³⁸ Kloock/Sieben/Schildbach/Homburg (2005), S.31

Eine Abgrenzung des Ertrags- und Leistungsbegriffs erfolgt in der Literatur analog.²³⁹

Für diese Arbeit soll keine explizite Begriffsabgrenzung zwischen Aufwand und Kosten bzw. Ertrag und Leistung vorgenommen werden, da diese im Projektumfeld sowohl in der Praxis als auch in der Literatur durchgängig unterbleibt. Somit würde sich gerade an zitierten Stellen eine Vermischung der Begrifflichkeiten nicht vermeiden lassen. Zudem kann davon ausgegangen werden, dass im Projektumfeld der Aufwands²⁴⁰- und Kostenbegriff bzw. Ertrags- und Leistungsbegriff weitgehend deckungsgleich gebraucht werden können. „Sachzielbezug“ – in obigem Zitat – kann hierbei analog in Bezug auf das Projektziel gesehen werden; „ordentlich“ als im Rahmen der Projektdurchführung üblich.

Das Postulat des „ordentlichen“ Verzehr ist auch vor dem Hintergrund der Risikoorientierung der Arbeit zu rechtfertigen. In der hier vorgenommen Restaufwandsprognose werden häufig auftretende Kernrisiken identifiziert und über verbreitete, betriebliche Kennzahlen berücksichtigt. Kerngedanke dabei ist, dass diese Risiken in einer Vielzahl von Projekten und zum Teil auch im betrieblichen Ablauf generell auftreten und somit als prognostizierbar erachtet werden können. Der Eintritt dieser ist folglich „im Rahmen des üblichen Betriebsablauf zu erwarten“²⁴¹ – kann somit als „ordentlich“ bezeichnet werden. Analog soll diese Argumentation für den Leistungs- und Ertragsbegriff gelten. Auch hier wird in dieser Arbeit keine explizite Abgrenzung vorgenommen.

Obigen Ausführungen folgend wird in der Arbeit generell nur von Aufwänden und Erträgen gesprochen. Diese werden als Rechnungselemente ausgewählt.

²³⁹ Vgl. Kloock/Sieben/Schildbach/Homburg (2005), S.42

²⁴⁰ In seiner monetären Bewertung

²⁴¹ Kloock/Sieben/Schildbach/Homburg (2005), S.31 für den letzten Teilsatz

5.2 Die Einheitlichkeit der Aufwandsstruktur

Unabhängig von Art, Umfang oder Zielgruppe der zu entwickelnden Software wird der Aufwand für ein Softwareentwicklungsprojekt überwiegend durch Aufwendungen für Personal bestimmt.²⁴² Dieser Aufwand wird in seiner zeitlichen Dimension meist durch die Größe *Personenmonate* gemessen. Genauere Rechnungen, vor allem im Bereich der Produktivitätsmessung, beziehen sich auf die Einheit *Personenstunden*. Aufwendungen für benötigte Hardware oder Entwicklungssoftware werden in Relation zu den Personalaufwendungen häufig als vernachlässigbar angesehen.

Für diese Arbeit wird die Basisausstattung des Projektes mit Hardware und Entwicklungssoftware als gegeben betrachtet. Es werden in der Aufwandsprognose für das Restprojekt in diesem Bereich keine zusätzlichen Aufwendungen veranschlagt. Der Prognoseschwerpunkt liegt somit auch in dem hier entwickelten Modell auf personell bedingtem Aufwand.

Die Ermittlung des Aufwands für ein Softwareentwicklungsprojekt bestimmt sich hauptsächlich durch Größe und Komplexität des Projektes und wird ausgehend von der Produktivität der Mitarbeiter anhand verschiedener Schätzverfahren ermittelt.²⁴³ Diese unterscheiden sich v.a. hinsichtlich der zugrunde liegenden Metrik.

Auf diese Schätzungen soll an dieser Stelle nicht detailliert eingegangen werden. Es wird dabei auf die Ausführungen in Kapitel 9 verwiesen. Jedoch sei bereits an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass auch bei der Auswahl einer Aufwandschätzmethode eine umfassende Anwendbarkeit auf verschiedene Arten von Softwareentwicklungsprojekten angestrebt wird. Somit soll auch methodisch die hier dargestellte Einheitlichkeit bei der Aufwandsprognose über alle Projektarten gewahrt bleiben.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass bei der Produktion jeder Art von Software meist hohe Entwicklungsaufwände auftreten, vornehmlich in Form von

²⁴² Vgl. Jügel (2003), S.129

²⁴³ Vgl. Elzer (1994), S.14;

Personalaufwänden. Diese werden auch als „First Copy Costs“²⁴⁴ bezeichnet. Eine Untergliederung hinsichtlich verschiedener Aufwandsmerkmale ist nicht notwendig. „Demgegenüber sind die Kosten der Reproduktion der fertigen, in digitaler Form vorliegenden, Software eher gering.“²⁴⁵ Sie entfallen lediglich auf das verwendete Trägermaterial sowie den Verschleiß der physikalischen Kopiertechnologie.²⁴⁶ Entscheidend für die Wirtschaftlichkeitsbewertung eines Projektes sind somit in den meisten Fällen²⁴⁷ ausschließlich einmalig anfallenden Entwicklungskosten. Das ermöglicht eine Beschränkung der Aufwandsberechnung auf die Laufzeit des Entwicklungsprojektes. In Zukunft auftretende Reproduktionskosten während der Phase der Ertragsgenerierung können vernachlässigt werden.²⁴⁸ Dies wird in der Literatur als „unbeschränkte Reproduzierbarkeit“ bezeichnet.²⁴⁹

5.3 Die Differenziertheit der Ertragsstruktur

Wie in Kapitel 2.2.5 dargestellt, existiert zur Prognose des Ertrags von Softwareentwicklungsprojekten vergleichsweise wenig Literatur. Jedoch ist eine detaillierte Betrachtung von Ertragsgesichtspunkten für eine Wirtschaftlichkeitsbewertung und darauf aufbauend eine Entscheidung über Fortführung oder Abbruch eines bereits bestehenden Projektes unerlässlich.

Die für diese Arbeit entwickelte Klassifikation trägt diesem Erfordernis vor dem Hintergrund der Verschiedenartigkeit erstellter Softwarelösungen Rechnung. Dabei wird eine Unterscheidung entlang der Dimensionen „Standardisierungsgrad bei der Produkterstellung“ und „Art der Ertragszurechnung“ vorgenommen. Diese zweidimensionale Betrachtung führt zu einer Matrix-Darstellung. Analog zu dieser Klassifikation von Software werden auch die korrespondierenden Softwareentwicklungsprojekte kategorisiert.

²⁴⁴ vgl. v. Engelhardt (2006), S. 9

²⁴⁵ v. Engelhardt (2006), S. 9

²⁴⁶ vgl. v. Engelhardt (2006), S.16

²⁴⁷ Bei der Entwicklung selbstgenutzter Software werden von dieser Aussage abweichend in Kapitel 10.2.5.3 Wartungsaufwendungen thematisiert.

²⁴⁸ auch bei v. Engelhardt (2006), S. 9 werden die Reproduktionskosten als vernachlässigbar betrachtet.

²⁴⁹ Quah (2003), S. 13 zitiert nach v. Engelhardt (2006), S.16

	Direkter Ertrag		Indirekter Ertrag	
Standardprodukt-erstellung	Kommerzielle Software		Freie Software	
Individuelle Produkt-gestaltung	Individualsoftware zum Festpreis	Individualsoftware mit aufwandsbezogener Bepreisung	Software als Teil eines Absatzgutes	Individuelle Softwarelösungen zur unternehmensinternen Verwendung

Abbildung 24: Kategorisierung von in Projekten entwickelter Software

Dimension I: Standardisierungsgrad der Produkterstellung

Eine gängige Unterscheidung differenziert zwischen Individual- und Standardsoftware. Entsprechend erfolgt hier die Klassifizierung in Standardprodukterstellung und individuelle Produktgestaltung.

„Standardsoftware ist auf eine hohe Anzahl von Nutzern und Systemen ausgelegt.“²⁵⁰ Sie kann ohne oder nur mit geringen Anpassungen auf verschiedenen Rechnersystemen eingesetzt werden und wird als fertige Softwarelösung an den Kunden übergeben.²⁵¹ Standardprodukterstellung wird somit nicht für einen speziellen Kunden, sondern für einen vermuteten oder tatsächlichen Marktbedarf geleistet,²⁵² den es abzuschätzen gilt. „Zentrale Aufgaben [von Standardsoftware], wie z.B. Büroanwendungen in der Form von Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Datenbankverwaltung und der Korrespondenz via Email beruhen auf einem einheitlichen Schema, welches in der Praxis ohne weiteres in vielfältiger Weise eingesetzt werden kann.“²⁵³ Die hohe Anzahl potentieller Kunden rechtfertigt hierbei aufwendige Entwicklungen.²⁵⁴

²⁵⁰ Schmitz (2007), S. 9

²⁵¹ Vgl. Schmitz (2007), S.9

²⁵² Vgl. Schmitz (2007), S.9

²⁵³ Schmitz (2007), S.10

²⁵⁴ Vgl. Gerhardt (1991), S.55-58 und vgl. Müller (1999), S. 13-16

Individualsoftware hingegen wird für die spezifischen Bedürfnisse des Kunden entwickelt oder an diese erheblich angepasst.²⁵⁵ Eine individuelle Lösung versucht somit den Kundenanforderungen und situationsbedingten Vorgaben möglichst weitgehend Rechnung zu tragen.²⁵⁶ Individualsoftware kann durch ihre hohe Individualität und spezifischen Anpassungen an einen bestimmten Kunden meist nicht auf andere Anwendungsbereiche übertragen werden. Daher müssen die Entwicklungsaufwendungen bei individuellen Produktentwicklungen oder Softwareanpassungen (Customizing) durch den Auftraggeber vollständig abgedeckt werden.

Dimension II: Art der Ertragszurechnung

Aufgrund der vielfältigen Möglichkeiten der Vermarktung von Softwareprodukten ist eine Unterscheidung nach Art der Zurechenbarkeit von Erträgen für eine Wirtschaftlichkeitsbewertung unerlässlich. Hierbei soll zwischen direkt zurechenbaren Erträgen und indirekten Erträgen unterschieden werden.

Direkte Erträge können einem bestimmten Softwareprodukt unmittelbar zugeordnet werden. Sie werden durch Erlöse am Absatzmarkt oder bei einem bestimmten Kunden erzielt. Indirekte Erträge können einem Softwareprodukt hingegen nur mittelbar zugerechnet werden. Hierbei werden für diese Arbeit zwei Fälle unterschieden:

- (1) Es handelt sich bei dem betrachteten Softwareprodukt um ein eigenständiges Gut, dem jedoch keine unmittelbar zurechenbaren Erlöse gegenüberstehen, da es am Markt²⁵⁷ nicht, oder nicht entgeltlich veräußert wird²⁵⁸
- (2) die Softwarelösung ist integrierter Bestandteil eines anderen Absatzgutes, wodurch eine Zurechnung von Erträgen nur mittels geeigneter Kennzahlen und Modelle erfolgen kann²⁵⁹

Im Folgenden sollen die einzelnen Kategorien näher betrachtet werden. Hierbei wird darauf hingewiesen, dass in diesem Kapitel nur auf die generelle Klassifikation, je-

²⁵⁵ Vgl. Otto (2006), S.17

²⁵⁶ Schmitz (2007), S.9

²⁵⁷ Auch ein einzelner Kunde oder ein kleiner Kundenkreis wird hier unter den Begriff „Markt“ subsumiert

²⁵⁸ Vgl. die Kategorien „Freie Software“ und „Individuelle Softwarelösungen zur unternehmensinternen Verwendung“

²⁵⁹ Vgl. die Kategorie „Software als Teil eines Absatzgutes“

doch noch nicht auf die quantitative Bewertung eingegangen wird. Diese wird in Kapitel 10 detailliert erläutert. Dabei wird auf die hier eingeführte Klassifikation zurückgegriffen.

5.3.1 Standardprodukterstellung

Bei der Erstellung standardisierter Softwarelösungen ist entsprechend dieser Matrixdarstellung die Art der Ertragszurechnung für die Kategorisierung ausschlaggebend.

	Direkter Ertrag		Indirekter Ertrag	
Standardprodukt-erstellung	Kommerzielle Software		Freie Software	
Individuelle Produkt-gestaltung	Individualsoftware zum Festpreis	Individualsoftware mit aufwandsbezogener Bepreisung	Software als Teil eines Absatzgutes	Individuelle Softwarelösungen zur unternehmens-internen Verwendung

Abbildung 25: Standardprodukterstellung

Es werden für diese Arbeit im Bereich der Standardprodukterstellung die Kategorien

- *kommerzielle*²⁶⁰ Software, für über Lizenzen vermarktete Software und
- *Freie Software*, für eigenständige²⁶¹ Software-Produkte, die kostenlos zur Verfügung gestellt werden²⁶²,

festgelegt.

²⁶⁰ Der Begriff „kommerziell“ wurde hier vor dem Hintergrund eines großen Nutzerkreises bei standardisierten Softwarelösungen gewählt.

²⁶¹ In andere Produkte eingebettete Software, die in Verbindung mit diesen Produkten zur Verfügung gestellt wird, soll in dieser Klassifikation nicht der Kategorie ‚Freie Software‘ zugeordnet werden, sondern wird gesondert in der Kategorie ‚Software als Teil eines Absatzgutes‘ behandelt.

²⁶² Auch bei kostenlos zur Verfügung gestellter Software findet sich der Lizenzbegriff (vgl. Kapitel 5.3.1.2) In der Kategorie „Kommerzielle Software“ soll jedoch „Lizenz“ nur im Sinne einer proprietären Nutzung in Verbindung mit einer entgeltlichen Vermarktung der Softwarelösung gebraucht werden.

5.3.1.1 Kommerzielle Software

	Direkter Ertrag		Indirekter Ertrag	
Standardprodukt-erstellung	Kommerzielle Software		Freie Software	
Individuelle Produkt-gestaltung	Individualsoftware zum Festpreis	Individualsoftware mit aufwandsbezogener Bepreisung	Software als Teil eines Absatzgutes	Individuelle Softwarelösungen zur unternehmens-internen Verwendung

Abbildung 26: Kategorie „Kommerzielle Software“

Wesentliches Unterscheidungsmerkmal ist, dass kommerzielle Software proprietär ist und in der Regel ihre Vervielfältigung und Verbreitung lizenzvertraglich untersagt ist.²⁶³ Sie generiert im Zuge ihrer Vermarktung reale Erlöse, die dem Softwareentwicklungsprojekt unmittelbar als Ertrag zugewiesen werden können.

Der Begriff der Lizenzierung wird dabei in Literatur und Praxis sehr weitläufig gebraucht. Es haben sich eine Vielzahl von Lizenz- und Preismodellen entwickelt, „die von einem pauschalen Festpreis bis zu Modulpreisen und nutzungsabhängigen Gebühren reichen.“²⁶⁴ Unter dem hier gewählten Begriff der kommerziell vermarkteten Software sollen in dieser Arbeit nur Lizenzmodelle und darauf aufbauende Marktanalysen berücksichtigt werden die auf eine Weitergabe des Gesamtproduktes in Form von Einzellizenzen mit direkter monetärer Gegenleistung (Lizenzpreis) abzielen. Besonderheiten wie Modelle zur Vermietung von Software, Modulpreise, nutzungsabhängige Preise, inkludierte Wartungsverträge u.a. in ihren verschiedenen Ausprägungen können dabei aufgrund ihrer Variantenvielfalt nicht einzeln in die Modellbildung aufgenommen werden. Das Modell kann jedoch in Hinblick auf diese erweitert und angepasst werden.

²⁶³ Becker/Winkelmann/Philipp (o.J.) S.7

²⁶⁴ Becker/Winkelmann/Philipp (o.J.), S.6

5.3.1.2 Freie Software

	Direkter Ertrag		Indirekter Ertrag	
Standard- produkt- erstellung	Kommerzielle Software		Freie Software	
Individuelle Produkt- gestaltung	Individual- software zum Festpreis	Individual- software mit aufwands- bezogener Bepreisung	Software als Teil eines Absatzgutes	Individuelle Software- lösungen zur unternehmens- internen Verwendung

Abbildung 27: Kategorie „Freie Software“

Unter dem Begriff *Freie Software* werden Softwareprodukte subsumiert, die unentgeltlich genutzt und weiterverbreitet werden dürfen.²⁶⁵ Freie Software findet sich in obiger Matrixdarstellung im Fadenkreuz Standardprodukterstellung – indirekter Ertrag eingeordnet.

Der Begriff *Freie Software* wird in der Literatur sehr unterschiedlich gebraucht. In einer sehr engen Begriffsabgrenzung nach GRASSMUCK wird der Begriff „Freie Software“ ausschließlich für die Software gewählt, die ohne Einschränkungen benutzt, kopiert, verändert und weitergegeben werden darf. Dem liegt zu Grunde, dass der Quellcode freier Software verfügbar ist.²⁶⁶ Softwareprodukte, die zwar kostenlos heruntergeladen werden können, deren Quellcode jedoch nicht verfügbar bzw. veränderbar ist, fallen somit nicht in seine Begriffsdefinition.

Freie Software wird jedoch – in einer weiteren Begriffsdefinition - in technischer Hinsicht hinsichtlich der Kriterien Open Source Software (OSS) und Closed Source Software (CSS) differenziert. „Bei OSS erfolgt eine Offenlegung des Source Codes und damit der zugrunde liegenden programmiertechnischen Leistung. [...] CSS dage-

²⁶⁵ Grob/Reepmeyer/Bensberg (2004), S.278 zitiert nach Becker/Winkelmann/Philipp (o.J.), S.7

²⁶⁶ Vgl. Grassmuck (2002), S.233

gen betont die Ausschließbarkeit der Nutzung von Software. D.h. im Gegensatz zur OSS wird hier der vom Menschen lesbare Quellcode nicht offengelegt.²⁶⁷

Nach den Prinzipien der Free Software Foundation (FSF) jedoch, beinhaltet der Begriff der freien Software – analog zu Grassmuck wiederum - neben der freien Nutzung der Software u.a. die Kriterien „freier Zugang zum Quellcode, beliebige Modifikation und freie Rechte zur Verteilung der Software ohne Nutzungseinschränkungen.“²⁶⁸

Im Sinne dieser Arbeit soll der Begriff „frei“ davon unabhängig rein wirtschaftlich abgegrenzt werden. „Frei“ meint hierbei im Folgenden, dass die Nutzung der Software ohne unmittelbare monetäre Gegenleistung erfolgt. Somit sollen sowohl Closed Source Software-Projekte als auch Open Source Software-Projekte unter diesem Begriff zusammengefasst werden.

Auch in der Verbreitung freier Software wird der Lizenzbegriff gebraucht. Es sind hierfür verschiedene Lizenzmodelle gebräuchlich. Am häufigsten wird die General Public License (GNU-Lizenz) mit freier Software in Verbindung gebracht.²⁶⁹

Eine direkte Ertragszurechnung ist dabei jedoch nicht möglich, da die Weitergabe der Software in erster Linie kostenlos erfolgt. In der Ertragssicht des Softwareentwicklungsprojektes können somit höchstens theoretische Ertragskonstrukte verwendet werden, auf welche in Kapitel 10.1.2.2 eingegangen wird. Ob eine monetäre Erfassung und Zurechnung mit dem Ziel einer Wirtschaftlichkeitsbewertung für diese Kategorie als sinnvoll erachtet werden kann, wird ausführlich in Kapitel 10.1.2.1 diskutiert.

²⁶⁷ FSF zitiert nach v. Engelhardt (2006), S. 2

²⁶⁸ FSF zitiert nach Becker/Winkelmann/Philipp (o.J.) S.7

²⁶⁹ Die verschiedenen Arten und Auslegungen der Lizenzbegriffe für Freie Software werden in dieser Arbeit nicht weiter dargestellt. Es wird hierzu auf entsprechende Literatur verwiesen. Beispielsweise Grassmuck (2002) und Schulz (2005)

5.3.2 Individuelle Produktgestaltung

Neben der Erstellung von Standardsoftware sind Projekte zur Erstellung individueller Softwarelösungen oder eine individuelle Anpassung bestehender Softwarelösungen ein großer Sektor der Softwareentwicklungsbranche. Die Modellbildung dieser Arbeit orientiert sich dabei schwerpunktmäßig an Neuentwicklungsprojekten. Das Modell lässt sich jedoch an die Besonderheiten von Weiterentwicklungsprojekten anpassen.

	Direkter Ertrag		Indirekter Ertrag	
Standardprodukt-erstellung	Kommerzielle Software		Freie Software	
Individuelle Produkt-gestaltung	Individualsoftware zum Festpreis	Individualsoftware mit aufwandsbezogener Bepreisung	Software als Teil eines Absatzgutes	Individuelle Softwarelösungen zur unternehmensinternen Verwendung

Abbildung 28: Individuelle Produktgestaltung

Im Bereich individueller Produkterstellung wurden für diese Arbeit entsprechend der Unterschiede in der Ertragsgenerierung folgende Kategorien gebildet:

- Entwicklung von Individualsoftware für einen externen Kunden
- Software als Teil eines Absatzgutes
- Individuelle Softwarelösungen zur unternehmensinternen Verwendung

Die Entwicklung für einen externen Kunden wurde weiterhin hinsichtlich der Bepreisung in

- Individualsoftware zum Festpreis
- Individualsoftware mit aufwandsbezogener Bepreisung

untergliedert.

5.3.2.1 Individuelle Produktgestaltung zum Festpreis

	Direkter Ertrag		Indirekter Ertrag	
Standard- produkt- erstellung	Kommerzielle Software		Freie Software	
Individuelle Produkt- gestaltung	Individual- software zum Festpreis	Individual- software mit aufwands- bezogener Bepreisung	Software als Teil eines Absatzgutes	Individuelle Software- lösungen zur unternehmens- internen Verwendung

Abbildung 29: Kategorie „Individualsoftware zum Festpreis“

„In der Gesamtbetrachtung liegt der Schwerpunkt der Softwareentwicklung in Deutschland eindeutig im Bereich der Individualsoftware.“²⁷⁰ Hierbei sind Festpreisangebote gerade im Bereich kleinerer Projekte, beispielsweise der Erstellung von Internetauftritten, weit verbreitet. Der Kunde genießt dabei die Sicherheit eines vorab vereinbarten Festpreises – zahlbar meist zum Projektende - für eine vorab bestimmte Leistung. Es kann somit ein direkter Einzahlungsstrom der Projektbewertung zu Grunde gelegt werden. Diese Sicherheit für den Projektkunden geht mit einer Unsicherheit auf Seiten des Auftragnehmers einher. Er trägt das Risiko, dass die tatsächlichen Aufwände für das Projekt die vorab prognostizierten Aufwände übersteigen.

²⁷⁰ GfK/IESE/ISI(2000), S.72

5.3.2.2 Individuelle Produktgestaltung mit aufwandsbezogener Be- preisung

	Direkter Ertrag		Indirekter Ertrag	
Standard- produkt- erstellung	Kommerzielle Software		Freie Software	
Individuelle Produkt- gestaltung	Individual- software zum Festpreis	Individual- software mit aufwands- bezogener Bepreisung	Software als Teil eines Absatzgutes	Individuelle Software- lösungen zur unternehmens- internen Verwendung

Abbildung 30: Kategorie „Individualsoftware mit aufwandsbezogener Bepreisung“

Eine Alternative zu dieser Festpreisvereinbarung ist die Erstellung von Individualsoftware zu einem aufwandsbezogenen Preis. Dieser wird auch direkt als „Aufwandspreis“ bezeichnet.²⁷¹ Hierbei werden die entstehenden Projektaufwände i.d.R. nach Tagessätzen (bzw. Stundensätzen) abgerechnet. Somit ist analog zur Individualsoftware zum Festpreis auch hier eine klare Ertragsperspektive gegeben.

In dieser Ausgestaltung findet eine Risikoverschiebung zu Gunsten des projekt-durchführenden Softwareentwicklungsunternehmens statt. Das projektbeauftragende Unternehmen trägt hierbei das Risiko nicht zutreffender Aufwandschätzungen.²⁷² Das projektdurchführende Unternehmen lediglich das Risiko zu gering kalkulierter Abrechnungssätze.

Auf Mischformen zwischen Aufwandspreisen und Festpreisen soll an dieser Stelle nicht eingegangen werden. Eine Betrachtung dieser Mischformen und einer möglichen Berücksichtigung in der Modellbildung wird in Kapitel 10.2.3 vorgenommen.

²⁷¹ Vgl. Oestereich (2006), S.2

²⁷² Vgl. Oestereich (2006), S.2 für die letzten beiden Sätze

5.3.2.3 Software als Teil eines Absatzgutes

	Direkter Ertrag		Indirekter Ertrag	
Standard- produkt- erstellung	Kommerzielle Software		Freie Software	
Individuelle Produkt- gestaltung	Individual- software zum Festpreis	Individual- software mit aufwands- bezogener Bepreisung	Software als Teil eines Absatzgutes	Individuelle Software- lösungen zur unternehmens- internen Verwendung

Abbildung 31: Kategorie „Software als Teil eines Absatzgutes“

In der Klassifikation folgt die Bezeichnung „Software als Teil eines Absatzgutes“ der Definition der GfK/IESE/ISI bei der diese Art von Software ganz allgemein als

„Software, die in Produkte oder Dienstleistungen eingebettet wird“²⁷³

verstanden wird.

Dem zufolge wird nicht das Softwareprodukt an sich vermarktet, sondern ein ‚übergeordnetes‘ Produkt. Die im Projekt entwickelte Software stellt dabei lediglich einen Bestandteil dieses Produktes dar. Dabei sollen für diese Arbeit zwei Aspekte Beachtung finden:

1. Software als integrierter Teil in Software
2. Software als integrierter Teil in technischen Produkten

Für beide Kategorien wird unterstellt, dass eine Vermarktung des ‚übergeordneten‘ Produktes angestrebt wird. Dabei wird der Betrachtungsschwerpunkt auf den zweiten Punkt gelegt, da dieser – gerade in der deutschen Softwareentwicklung – eine herausragende Stellung einnimmt.²⁷⁴ Software die in engem Zusammenhang zur verwendeten Hardware in technische Produkte – beispielweise Consumer Electronics – eingebettet wird, wird auch als ‚*embedded Software*‘ bezeichnet. Die Abgrenzung

²⁷³ GfK/IESE/ISI (2000), S.7

²⁷⁴ Vgl. Kapitel 3.2 und Kapitel 10.2.4

zum Begriff ‚*embedded system*‘ wird dabei nur unscharf vorgenommen. Zum Teil wird *embedded System* deckungsgleich mit *embedded Software* verwendet, zum Teil umfasst *embedded System* aber auch die relevanten Hardwarekomponenten²⁷⁵, wird somit etwas weiter gebraucht.

Eine engere Definition findet sich bei v. Wallhoffen:

*„Unter eingebetteter Software wird die Software verstanden, die in mechatronischen Produkten die intelligenten Aufgaben, d. h. die Automatisierungsaufgaben erfüllt, und dabei den Restriktionen ihrer Umgebung, dem eingebetteten System, unterworfen ist. Dabei besteht die eigentliche Aufgabe der Software darin, mit ihrer physischen Umwelt zu interagieren.“*²⁷⁶

Jedoch soll für diese Arbeit der Definition nach GfK/IESE/ISI gefolgt werden, die explizit von Software spricht²⁷⁷ und lediglich eine Einbettung in andere Produkte oder Dienstleistungen verlangt.²⁷⁸ Diese Definition soll dabei auch den in der Praxis häufig auftretenden Fall abdecken, dass Software in wiederum andere Softwareprodukte integriert wird. Eine mögliche Integration in Dienstleistungen wird in dieser Arbeit nicht behandelt.

Wie in Kapitel 3.2 ausgeführt, stellt die Softwareentwicklung der Sekundärbranche mit 45% der softwareproduzierenden Unternehmen in Deutschland einen wichtigen Teilbereich der Softwareentwicklung dar. Dieser wird in der Literatur noch weitgehend vernachlässigt. Beispielsweise klammert von Engelhardt in seiner Arbeit „Die ökonomischen Eigenschaften von Software“²⁷⁹ „the software embedded in electronic systems“ vollständig aus, „because a market does not exist for this.“²⁸⁰

²⁷⁵ Z.B. BITKOM (2010), S.4: „Eingebettete Systeme stellen eine Kombination aus Hard- und Softwarekomponenten dar, die in einem technischen Kontext eingebunden sind und die Aufgabe haben, ein System zu steuern, zu regeln und zu überwachen. Ein eingebettetes (embedded) System verrichtet vordefinierte Aufgaben, oftmals mit Echtzeitberechnungsanforderungen.“

²⁷⁶ v. Wallhoffen (2007), S.6

²⁷⁷ ohne expliziten Bezug zu Hardwarekomponenten

²⁷⁸ GfK/IESE/ISI (2000), S.7

²⁷⁹ v. Engelhardt (2006), S. 1

²⁸⁰ Bitzer (1997), S, 5 zitiert nach v. Engelhardt (2006), S. 1

Für diese Arbeit wird eine derartige Vernachlässigung ökonomischer Eigenschaften von integrierter Software als nicht sinnvoll erachtet. Zwar wird nicht in Abrede gestellt, dass kein direkter Markt für diese Softwareprodukte existiert; dennoch sollen auch für diese Kategorie nutzentheoretische Betrachtungen mit Ziel einer Ertragszurechnung angestellt werden, um dem generalistischen Anspruch der Arbeit Rechnung zu tragen.²⁸¹

5.3.2.4 Individuelle Softwarelösungen zur unternehmensinternen Verwendung

	Direkter Ertrag		Indirekter Ertrag	
Standardprodukt-erstellung	Kommerzielle Software		Freie Software	
Individuelle Produkt-gestaltung	Individualsoftware zum Festpreis	Individualsoftware mit aufwandsbezogener Bepreisung	Software als Teil eines Absatzgutes	Individuelle Softwarelösungen zur unternehmensinternen Verwendung

Abbildung 32: Kategorie „Individuelle Softwarelösungen zur unternehmensinternen Verwendung“

Ein großer Teil individueller Softwareentwicklung findet in den softwarenachfragenden Unternehmen selbst statt. Der Begriff „selbstgestrickt“²⁸² hat sich hierbei für Eigenentwicklungen zur unternehmensinternen Verwendung durchgesetzt und findet sich in zahlreichen Fachartikeln, Erfahrungsberichten, Internetpräsenzen und Ähnlichem. Diese von unternehmensinternen IT-Abteilungen „selbstgestrickten“ Tools können hierbei sowohl Interimslösungen darstellen, bis eine geeignete Standardlösung am Markt zu erwerben ist. Sie können jedoch auch bereits zum Zeitpunkt ihrer Implementierung als Dauerlösungen angedacht sein. Da hierbei das projektbeauftragende Unternehmen zugleich projektdurchführendes Unternehmen ist, stellt sich in diesem Fall die besondere Problematik der Nutzenermittlung über das

²⁸¹ Vgl. Kapitel 10.2.4

²⁸² „selbstgestrickt“ ist dabei rein in Richtung „Eigenentwicklung zur eigenen Verwendung“ zu interpretieren. Es handelt sich dabei i.d.R. auch um Softwareentwicklung auf professionellem Niveau.

gesamte beauftragende Unternehmen hinweg. Es gilt hierbei ein geeignetes Modell zur monetären Nutzenbewertung auszuwählen und die dadurch ermittelten indirekten Erträge in das hier zu entwickelnde Modell zu integrieren. Je nach Ausgestaltung der betroffenen Prozesse können dem Projekt Erträge durch Produktivitäts- und Qualitätssteigerungen oder Kosteneinsparungen zugerechnet werden. Ein geeignetes Modell zur Identifikation und Bewertung derartiger Wirkungen wird in Kapitel 10.2.5.2.3 dargestellt.

6 Identifikation und Analyse von Projektrisiken

In Kapitel 4.5 wurden geeignete Entscheidungspunkte entlang des Projektverlaufs vorgeschlagen. An diesen muss die einmal getroffene Projektauswahlentscheidung regelmäßig überprüft werden, da Wirtschaftlichkeitsprognosen vor oder zu Beginn des Projektes sich möglicherweise im Zeitablauf nicht bewahrheiten.

Entsprechend den Ausführungen in Kapitel 5.1 soll für diese Arbeit die Wirtschaftlichkeit des Projektes auf Basis der Größen Aufwand und Ertrag ermittelt werden. Abweichungen von der ursprünglich vermuteten Wirtschaftlichkeit können somit aus Abweichungen in den Aufwänden und/oder den Erträgen des Projektes resultieren. Entsprechend den Betrachtungen in Kapitel 5.2 und 5.3 zur Aufwands- und Ertragsstruktur kann davon ausgegangen werden, dass Abweichungen in den Aufwänden wiederum projektartübergreifend betrachtet werden können, Ertragsprognosen jedoch projektartspezifisch behandelt werden müssen.

Kapitel 6 widmet sich darauf aufbauend den Kernfragen:

- Welche Probleme können im Projektverlauf auftreten, die den erwarteten Erfolg eines bereits initiierten Projektes gefährden könnten?
- In welchen Bereichen treten diese auf?
- Wie können diese in geeigneter Weise abgebildet werden?

6.1 Darstellung der Ansatzpunkte entlang des Risiko-Management-Kreislaufs

Umstände, die bei ihrem Eintritt negative Auswirkungen haben und die Wirtschaftlichkeit der Projektweiterführung in Frage stellen können, werden im Folgenden mit dem Begriff „*Projektrisiko*“ belegt.

Diese Auslegung des Risikobegriffs entspricht im Wesentlichen der Definition nach DeMARCO/LISTER:

Ein **Risiko** ist dabei „*ein mögliches künftiges Ereignis, das zu unerwünschten Folgen führt*“;²⁸³

Risikobehaftung wird als grundsätzliches Merkmal von Projekten gesehen.²⁸⁴ Dies wird dadurch bedingt, dass durch Komplexität, Umfang und Innovationsgehalt des Projektvorhabens auf Risiken bei dessen Durchführung geschlossen werden darf.²⁸⁵ Dabei enthält ein Risiko gemäß obiger Definition einen Bestandteil der Unsicherheit und den Bestandteil der unerwünschten Auswirkungen.²⁸⁶ Unerwünschte Auswirkungen im Sinne dieser Arbeit sind in der Projektauswahlentscheidung nicht prognostizierte Aufwände und/oder zu hoch angesetzte Erträge.

Der strukturierte Umgang mit Risiken wird als **Risikomanagement** bezeichnet. Allgemein wird Risikomanagement in DIN 62198 definiert als

*„systematische Anwendung von Managementgrundsätzen, -verfahren und -praktiken zwecks Ermittlung des Kontexts sowie Identifikation, Analyse, Bewertung, Steuerung/Bewältigung, Überwachung und Kommunikation von Risiken.“*²⁸⁷

²⁸³ DeMarco/Lister (2003), S.11 Der Begriff des Risikos wird hierbei aufgrund mangelnden inhaltlichen Abgrenzung der Definitionen mit dem manchmal gebrauchten Begriff des “Projektrisiko” gleichgesetzt. Der Begriff des Projektrisikos wird dabei lediglich auf die spezifischen Gegebenheiten des Projektes angepasst. Beispielsweise findet sich hierbei die Klassifikation in “Fachliche, qualitative oder leistungsbezogene Risiken”, “Projektmanagementrisiken”, “Organisatorische Risiken”, “Externe Risiken” bei Gaulke (2004), S. 5.

²⁸⁴ Vgl. Gaulke (2004), S.2

²⁸⁵ Vgl. Gaulke (2004), S. 2

²⁸⁶ Vgl. Gaulke (2004), S. 3

²⁸⁷ DIN 62198 zitiert nach Gaulke (2004), S. 7

Auf Projektebene wird **Risikomanagement** in DIN 69905 auf die

„*Ausschaltung, Vermeidung oder Verringerung von Projektrisiken*“²⁸⁸

reduziert, „da die Identifizierung und Analyse Bestandteil der Risikoanalyse sind.“²⁸⁹

Dabei wird kritisiert, dass DIN 69905 Risikoanalyse als „Teil der Projektanalyse, der sich auf das Projektrisiko bezieht“²⁹⁰ definiert. Damit werde vernachlässigt, dass Risikomanagement am Besten bereits vor Projektbeginn, jedenfalls aber zu einem möglichst frühen Zeitpunkt im Projekt statt finden sollte. Es wird bemängelt, dass eine Risikoanalyse nicht erst Teil einer Projektanalyse sein darf, in der nach Problemursachen und Lösungsmöglichkeiten gesucht wird.²⁹¹ Diese Arbeit trägt dieser Kritik dahingehend Rechnung, dass unabhängig von einem konkreten Projekt allgemeingültige Risiken für Softwareentwicklungsprojekte ermittelt und in das Modell integriert werden. Im Zuge dessen entsteht eine Liste von Kernrisiken, die für jedes neue Projekt bereits von Beginn an verwendet werden kann.

GAULKE²⁹² definiert Risikomanagement ausführlicher. Diese allgemein gehaltene Definition lässt sich dabei leicht auf Projekte übertragen:

„*Aus betrieblicher Sicht umfasst Risikomanagement alle systematischen Maßnahmen zur rechtzeitigen Erkennung, Bewertung und Bewältigung von potentiellen Risiken. Risikomanagement soll die Unternehmensführung unterstützen, wesentliche Risiken, die den Unternehmenserfolg oder -bestand gefährden können, rechtzeitig zu erkennen und zu bewältigen.*“²⁹³

Bei BRANDT heißt es hingegen kürzer:

„*Risikomanagement als Teil des Projektmanagements bedeutet, dafür zu sorgen, dass Projektrisiken mit Maßnahmen begegnet werden.*“²⁹⁴

²⁸⁸ DIN 69905 zitiert nach Projektmagazin - Glossar (2007e)

²⁸⁹ Projektmagazin - Glossar (2007e)

²⁹⁰ DIN 69905 zitiert nach Bundesministerium des Inneren (2007)

²⁹¹ Bundesministerium des Inneren (2007)

²⁹² Gaulke (2004), S. 6

²⁹³ Gaulke (2004), S. 6

²⁹⁴ Brandt (2004), S. 22

In Zusammenfassung dieser Begriffsdefinitionen stellt eine Identifikation und Bewältigung von Projektrisiken per definitionem eine wesentliche Funktion des Risikomanagements dar. Somit wird dem Begriff des Risikomanagements in seiner ursprünglichen Bedeutung in dieser Arbeit nur zum Teil entsprochen. Ziel der Arbeit ist es nicht, Risiken in Hinblick auf eine Verringerung ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit, eine Begrenzung ihrer Folgen, eine Streuung der Risiken, oder Anstrengungen in Hinblick darauf einen Zustand vor Eintritt eines Risikos wiederherzustellen²⁹⁵ zu identifizieren und analysieren. Eine Risikoidentifikation, -analyse und quantitative Erfassung in dieser Arbeit dient lediglich der Bewertung der Wirtschaftlichkeit des Restprojektes. Es soll dabei keine Risikovermeidungs- oder Verminderungsstrategie ausgearbeitet werden; vielmehr werden die bestehenden Risiken als gegeben betrachtet. Auf dieser Basis soll eine Empfehlung für eine Entscheidung über Projektabbruch oder Weiterführung gegeben werden.

Dem Begriff „Risikovermeidung“ wird somit nur in dem Sinne entsprochen, als sämtliche identifizierte Risiken durch einen Abbruch des Projektes „bewältigt“ werden. Dies wird bei Gaulke als „vollständige Risikovermeidung“ bezeichnet.²⁹⁶

Obwohl nicht eigentliche Zielsetzung der Arbeit, kann das entwickelte Entscheidungsmodell jedoch in alternativer Verwendung auch Hilfestellung für Risikoverminderungsmaßnahmen anderer Art geben. Bei GAULKE wird gefordert, dass übergeordnete Risikobereiche weiter untergliedert werden sollen, um überschaubare Einzelrisiken zu erhalten, über die permanente Informationen erhoben werden können. Diese können als Frühwarnindikatoren eingesetzt werden.²⁹⁷ Diesem Anspruch trägt vorliegende Arbeit in der Weise Rechnung, dass die in das Modell einfließenden Kennzahlen der Abbildung der ermittelten Einzelrisiken dienen. Somit können diese Kennzahlen nicht nur als Einflussgrößen auf die zu errechnende Wirtschaftlichkeitskennzahl, sondern auch als Hinweis auf Problembereiche des Projektes herangezogen werden. In dieser Verwendung ließe sich auf Basis des hier entwickelten Modells ein Frühwarnsystem etablieren. Möglichkeiten einer graphischen Aufbereitung der in das Modell einfließenden Kennzahlen werden in Kapitel 12.1 dargestellt. Da dies je-

²⁹⁵ Aufzählung in Anlehnung an Gaulke (2004), S.31

²⁹⁶ vgl. Gaulke (2004), S. 30f.

²⁹⁷ vgl. Gaulke (2004), S. 8 für die letzten beiden Sätze

doch nicht der Zielsetzung dieser Arbeit entspricht, unterbleiben weitere Ausführungen zu einer weiterführenden Verwendung des Modells als Projektwarnsystem. Die Möglichkeit einer derartigen Nutzung sei hier nur der Vollständigkeit halber angemerkt.

Entsprechend obigen Ausführungen lehnt vorliegende Arbeit sich somit in Teilbereichen an Konstrukte und Modelle des Risikomanagements an. Der Risikomanagement-Kreislauf stellt dabei die wesentlichen Disziplinen des Risikomanagements als Prozess dar. Diesem Prozess wird auch in der Arbeit weitgehend gefolgt. Im Wesentlichen wird dabei auf den bei GAULKE(2004) beschriebenen Kreislauf zurückgegriffen. Jedoch wird der Prozessverlauf nach Schwerpunktsetzung dieser Arbeit modifiziert, woraus folgender, angepasster Kreislauf resultiert:²⁹⁸

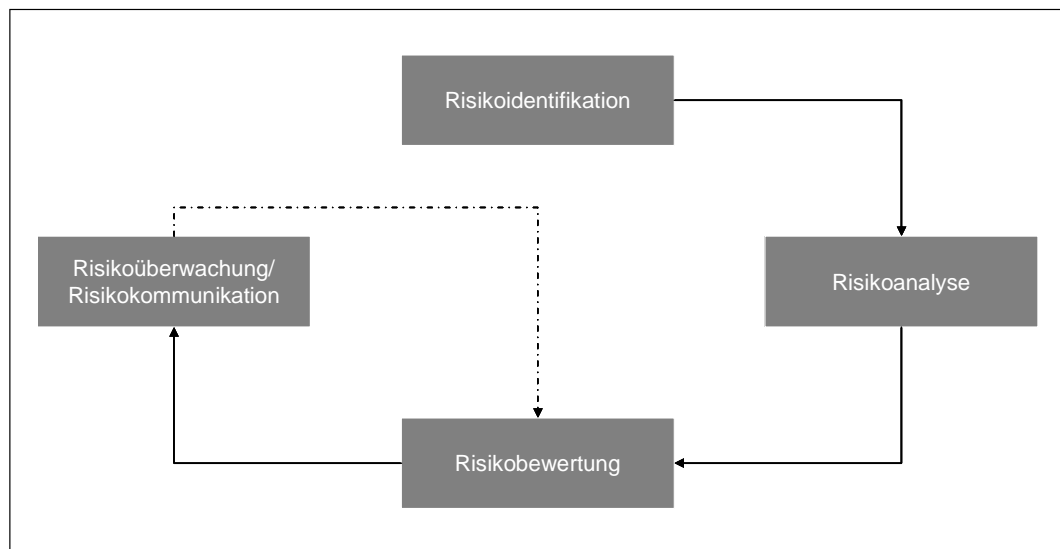


Abbildung 33: Angepasster Risikomanagement-Kreislauf²⁹⁹

²⁹⁸ vgl. Gaulke (2004), S. 9, in Abwandlung zur Originaldarstellung wurde der Pfeil zwischen Risikoüberwachung und Risikoidentifikation entfernt und zwischen Risikoüberwachung gestrichelt eingefügt, da eine Risikoidentifikation nur im Vorfeld der Modellanwendung erfolgt. Risiken werden somit nicht iterativ identifiziert, sondern ggf. nur neu bewertet, wenn sich Projektdaten im Zeitverlauf verändern. Darüber hinaus wurden die Punkte Risikoanalyse und Risikobewertung graphisch in zwei Felder aufgeteilt, da diese Punkte in der Arbeit nicht simultan sondern sequentiell abgearbeitet werden. Risikoüberwachung und Risikokommunikation hingegen werden zusammengefasst, da bei jeder Anwendung des Modells sowohl die Wirtschaftlichkeit des Projektes unter Berücksichtigung der identifizierten Risiken überprüft und gleichzeitig kommuniziert wird.

²⁹⁹ Eigene Darstellung basierend auf die Darstellung bei Gaulke (2004), S.9 (mit Abwandlungen)

Im Folgenden wird die Vorgehensweise der Arbeit für die einzelnen Aufgabengebiete kurz erläutert.

Risikoidentifikation

Aus zahlreichen Studien werden in den Kapiteln 6.2.2.1 und 6.2.2.2 auf Basis der empirischen Erfolgs- und Misserfolgsfaktorenforschung Kernrisiken für Softwareentwicklungsprojekte ermittelt. Diese werden in Kapitel 6.2.2.3 in einer Modulstruktur kategorisiert.

Risikoanalyse

Auf Basis der in Kapitel 6.2.2.3 gebildeten Module werden die identifizierten Risiken in Kapitel 6.3 hinsichtlich möglicher Kenngrößen analysiert.

Risikobewertung

Eine Bewertung der quantifizierbaren Risiken erfolgt durch Auswahl geeigneter Kennzahlen und deren Zusammenführung im hier entwickelten Modell. Diese Kennzahlen spiegeln dabei Erfahrungswerte wieder, die als Erwartungswert des Risikos angenommen werden können. Dies ist zweckmäßig, da in der Regel keine Erkenntnisse über genaue Wahrscheinlichkeitsverteilungen vorliegen.³⁰⁰

Risikoüberwachung und –kommunikation

Im Bereich der Risikokommunikation wird nach Gaulke folgende Forderung erhoben: „Die Einzelrisiken sind von einer kompetenten Stelle entsprechend der Risikostrukturierung jeweils bottom-up Ebene für Ebene zu einer Gesamtrisikolage zusammenzuführen [...]“³⁰¹ Dies muss sicherstellen, „dass für die Unternehmensleitung zu jedem Zeitpunkt Transparenz über die Art und das Ausmaß der Risiken als Opti-

³⁰⁰ „Die zuverlässige Wahrscheinlichkeitsberechnung bedarf einer umfangreichen Anzahl von Beobachtungen, die in der Regel nur schwierig durchzuführen sein werden. Einen Ausweg aus diesem Dilemma bietet die subjektive Auffassung der Wahrscheinlichkeit. Dabei werden Wahrscheinlichkeitsaussagen als subjektiver Überzeugtheitsgrad oder anschaulicher als Wettbereitschaft einer (sachkundigen) Person im Hinblick auf das Eintreten eines Ereignisses betrachtet.“ Gaulke (2004), S. 3f.

³⁰¹ Gaulke (2004), S. 8

on für strategische Entscheidungen besteht.³⁰² Nur das kann eine erfolgreiche Risikoüberwachung sicherstellen.

Durch eine geeignete Verknüpfung von Kennzahlen, die die Ausprägungen der identifizierten Risiken wiedergeben, wird in dieser Arbeit eine Kennzahl zur Abbildung der Wirtschaftlichkeit einer Projektweiterführung ermittelt. Diese soll als eindeutige, numerische Entscheidungsgrundlage den Entscheidungsträgern Hilfestellung geben. Transparenz wird dabei sichergestellt, indem die Spitzenkennzahl auf klar definierte Einzelkennzahlen herunter gebrochen werden kann. Diese können – bei veränderter Datenlage – bei jeder Modellanwendung neu bewertet werden.

6.2 Identifikation von Kernrisiken für Softwareentwicklungsprojekte

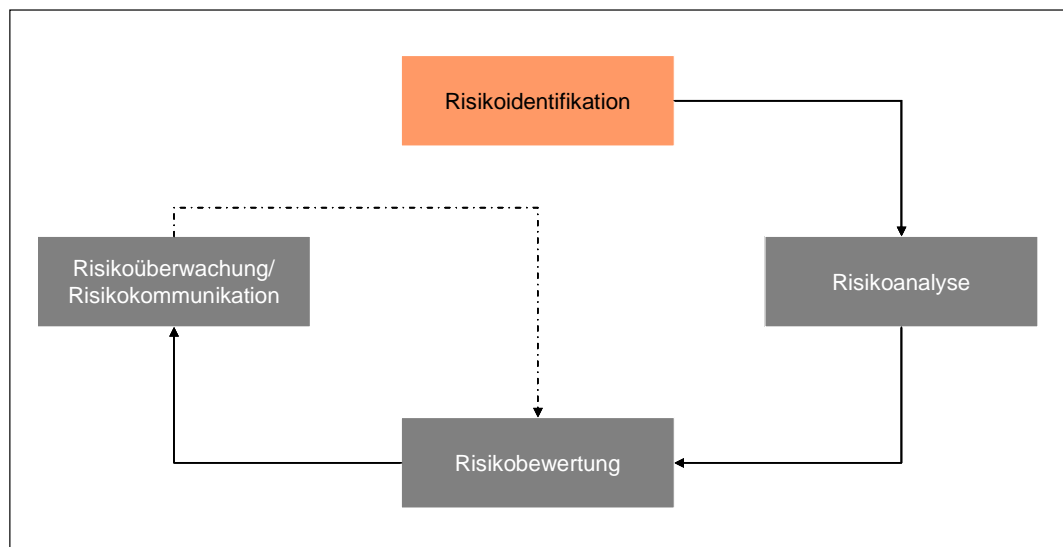


Abbildung 34: Detailbetrachtung „Risikoidentifikation“³⁰³

Im Folgenden werden für Softwareentwicklungsprojekte relevante Risiken identifiziert und kategorisiert. Dabei wird auf die Ergebnisse der empirischen Forschung zu Erfolgs- vor allem jedoch Misserfolgskontexten im Projektkontext aufgebaut.

³⁰² Gaulke (2004), S. 8

³⁰³ Eigene Darstellung basierend auf der Darstellung bei Gaulke (2004), S.9 (mit Abwandlungen)

6.2.1 Erfolgs- und Misserfolgsfaktorenforschung im Projektkontext

6.2.1.1 Die Entwicklung der Erfolgsfaktorenforschung

Erstmals wurde das Konzept der Erfolgsfaktorenforschung durch D. R. DANIEL 1961 im Harvard Business Review erwähnt. Der damalige McKinsey Berater stellte dabei in seinem Artikel „Management Information Crisis“ drei Beispiele großer Unternehmen dar.³⁰⁴ Deren Informationssysteme produzierten große Mengen an Daten und Informationen, die sich jedoch durch falsche Aufbereitung als ungeeignet für die strategische Entscheidungsfindung erwiesen.³⁰⁵ Um diesem Problem in geeigneter Weise zu begegnen, sollte auf Daniels Vorschlag hin ein Management-Informationssystem eingerichtet werden, das Auskunft über Erfolgsfaktoren geben sollte.³⁰⁶ „In most industries there are usually three to six factors that determine success; these key-jobs must be done exceedingly well for a company to be successful.“³⁰⁷

Daniels Idee der Erfolgsfaktorenforschung wurde daraufhin von zahlreichen Wirtschaftswissenschaftlern aufgegriffen und fortgeführt.³⁰⁸ Heute werden unter dem Konzept strategischer Erfolgsfaktoren „allgemein die zentralen Einflussgrößen des Erfolgs von Unternehmen oder untergeordneten Planungseinheiten verstanden.“³⁰⁹ Wie in Kapitel 2.2.2 angeführt, existieren aktuell in der Betriebswirtschaftslehre zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten zur Untersuchung des Erfolgs von Unternehmen in ihrer Gesamtheit und einzelnen Unternehmensaktivitäten.³¹⁰

Unabhängig vom konkreten Untersuchungsgegenstand ist es das allgemeine Ziel der Erfolgsfaktorenforschung „Elemente, Bedingungen oder Determinanten zu finden,

³⁰⁴ Vgl. Schmitz (2007), S.18 für die letzten beiden Sätze

³⁰⁵ Vgl. Daniel (1961), S.113

³⁰⁶ Vgl. Daniel (1961), S. 115

³⁰⁷ Vgl. Daniel (1961), S. 116

³⁰⁸ Vgl. Schmitz (2007), S.18 und die dort angegebene Literatur

³⁰⁹ Annacker (2001), S.7

³¹⁰ Vgl. Wiedemann (1998), S.8

die den Unternehmenserfolg beeinflussen und auf der Basis der gefundenen Erfolgsfaktoren Handlungsempfehlungen für das Management abzuleiten.“³¹¹

Wurden dabei zunächst vor allem einzelne Unternehmen untersucht, um für diese individuelle Erfolgsfaktoren zu ermitteln, wurde das Konzept im Folgenden auf gesamte Branchen ausgeweitet. Auch versuchten einige empirische Studien allgemeingültige, unternehmens- und branchenübergreifende Erfolgsfaktoren zu identifizieren.³¹²

Aktuell geht der Trend hin zu detaillierten und hauptsächlich empirisch gestützten Untersuchungen von Erfolgsfaktoren einzelner Unternehmensaktivitäten. Unter dem Begriff „Unternehmensaktivität“ kann auch das Tätigkeitsfeld „Projekt“ sowie die Erfüllung damit verbundener Managementaufgaben subsumiert werden.

6.2.1.2 Die Relevanz der Erfolgsfaktorenforschung für das Projektmanagement

Über alle Branchen hinweg kann eine Zunahme der Bedeutung der Organisationsform „Projekt“ – gemessen an durchgeführten Projekten pro Jahr, Größe und Geltung dieser Projekte sowie Anzahl der an Projekten beteiligten Mitarbeiter – beobachtet werden.³¹³ Diese Bedeutungszunahme wurde unter anderem in einer Studie der GPM und PA Consulting Group untersucht. Betrachtet man den Anteil der Projektkosten an den Gesamtkosten, wird die existenzielle Bedeutung der Projektarbeit in vielen Unternehmen deutlich.³¹⁴ Wie in nachfolgender Graphik ersichtlich, übersteigt bei 22% der befragten Unternehmen der Anteil der Projektkosten an den jährlichen Gesamtkosten die 50%-Marke. Bei 34% der Unternehmen lag der Anteil zwischen 11 und 50 Prozent. Diese Zahlen unterstreichen die Bedeutung einer Identifizierung von erfolgskritischen Faktoren für diese Organisationsform.

³¹¹ Preiss (1992), S.37, zu umfangreicheren Betrachtungen der Ziele der Erfolgsfaktorenforschung vergleiche Lingenfelder (1990), S.55

³¹² Vgl. Schmitz (2007) für die letzten beiden Sätze. Für die angesprochenen Studien sei auf die PIMS-Studie (Profit Impact of Market Strategies) in Neubauer (1997) und die Untersuchungen von Peters/Waterman (1982) verwiesen

³¹³ Vgl. GPM / PA Consulting Group (2004), S.2

³¹⁴ Vgl. GPM / PA Consulting Group (2004), S.2

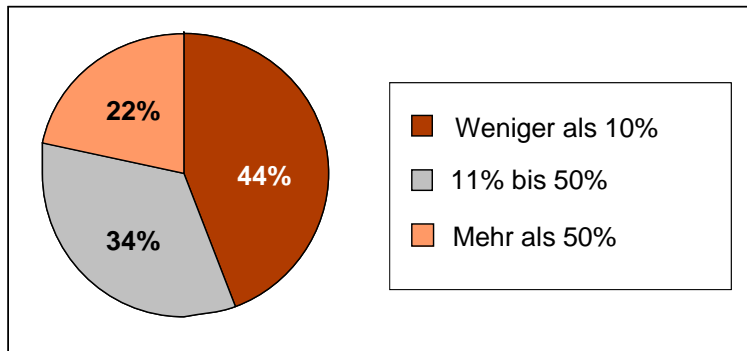


Abbildung 35: Anteil kumulierter Projektkosten an den jährlichen Gesamtkosten im Unternehmen³¹⁵

Die Erfolgsfaktorenforschung im Projektmanagement stützt sich auf zahlreiche empirische Untersuchungen, aus denen Erfolgsfaktoren unspezifisch für alle Projekte oder nur für bestimmte Projektarten abgeleitet werden. Im Fokus der Betrachtung liegt hierbei der Sektor der Informationstechnologie im Allgemeinen und der Softwareentwicklung im Speziellen. Hierbei erfolgt die Untersuchung auf verschiedenen Detaillierungsebenen. Wird „sorgfältiges Projektmanagement“ an sich als Erfolgsfaktor für Unternehmen der Softwarebranche gesehen³¹⁶, haben es sich einige Arbeiten zum Ziel gesetzt, für die Disziplin „Projektmanagement“ selbst wiederum Erfolgsfaktoren und Best Practices zu ermitteln³¹⁷.

Für diese Arbeit wird jedoch der Betrachtungsschwerpunkt auf Erfolgsfaktoren für Projekte in ihrer Gesamtheit gelegt, wobei die Ergebnisse einzelner Studien über Teildisziplinen des Projektmanagements wie Risikomanagement und Projektcontrolling einfließen. Somit ergibt sich bei der Auswertung der verschiedenen Untersuchungen eine ebenenübergreifende Betrachtung.

³¹⁵ vgl. GPM/PA Consulting Group(2004), S.2

³¹⁶ vgl. Schmitz(2007) S.87

³¹⁷ Untersuchungsergebnisse zu Erfolgsfaktoren im Projektmanagement finden sich in unter anderem in Eitzel/Heilmann/Richter (2000) und Keplinger(1991)

6.2.1.3 Der Zusammenhang zwischen Erfolgs- und Misserfolgsfaktorenforschung

In nahezu allen relevanten Studien wird ein enger inhaltlicher Zusammenhang zwischen einer Erforschung der Erfolgsfaktoren wie auch der Misserfolgsfaktoren im Projektkontext gesehen. Wurde beispielsweise in einer Studie der GPM³¹⁸ im Anschluss an die Erfolgsfaktorenermittlung eine zusätzliche offene Befragung zu Ursachen, an denen Projekte scheitern, durchgeführt, wurden in der bekannten Chaos-Studie der Standish Group in Verbindung mit den Abbruchgründen für Projekte auch Erfolgsfaktoren ermittelt.³¹⁹

Während jedoch der Erfolgsbegriff weitgehend übereinstimmend gebraucht wird, wird der Begriff „Misserfolg“ und darauf aufbauend auch „Misserfolgsfaktor“³²⁰ sehr unterschiedlich verwendet. Dies liegt darin begründet, dass die Wertung eines Projektes als Misserfolg oft nur unzureichend gegenüber einer Wertung als Erfolg abgegrenzt wird.

Wie in Kapitel 3.6.1 erläutert, muss der Erfolgsbegriff eines Projektes sich innerhalb der Ziele „Qualität“, „Zeit“ und „Budget“ bewegen.³²¹ Die GPM ermittelt beispielsweise in ihrer Studie³²² einen „Erfolgswert“. „100% bedeutet, dass alle Projekte eines Unternehmens in einer Kategorie die gesetzten Ziele erreichten. Diese drei Werte wurden gleichmäßig gewichtet [...]“³²³ Auch die Studie SUCCESS³²⁴ definiert mit einem am Zieldreieck orientierten Punktesystem einen ähnlichen Erfolgsbegriff auf

³¹⁸ vgl. GPM/PA Consulting Group (2004), S.6

³¹⁹ vgl. The Standish Group (2006)

³²⁰ Der Begriff „Misserfolgsfaktor“ wird häufig auch durch andere Begriffe umschrieben wie z.B. „Gründe für Projektabbrüche“, „Abbruchursachen“ und „Ursachen für Misserfolg“ und „Abbruchkriterien“; Versteegen (2000), S.3 verwendet anstatt der genannten Begriffe verschiedene „Symptome“, an Hand derer erkennbar ist, wenn ein Projekt gescheitert ist oder zu scheitern droht

³²¹ Der Begriff „Projekterfolg“ wird überwiegend anhand des Zieldreiecks bestimmt. Bestimmungen anhand des erweiterten Zielvierecks unterbleiben in der Literatur fast vollständig

³²² GPM / PA Consulting Group (2004)

³²³ Vgl. GPM / PA CONSULTING GROUP (2004), S.4 die Begrifflichkeiten sind leicht abgewandelt: „Budget, Zeit, Ziele“

³²⁴ Buschermöhle/Eekhoff/Josko (2006)

Einzelprojektebene.³²⁵ Hingegen wird bei den Studien der Standish Group ein engerer Erfolgsbegriff bzw. damit einhergehend ein weiterer Misserfolgsbegriff zugrunde gelegt. „On the success side, the average is only 16.2% for software projects that are completed on-time and on-budget.“³²⁶ Kritisch wird hierbei gesehen, dass ein so enger Erfolgsbegriff sachwidrig gewählt wurde, da jede Abweichung hinsichtlich Zeit/Kosten/Qualität dazu führe, dass ein Projekt als schwierig (“challenged”) kategorisiert werde und das zur Veröffentlichung übermäßig hoher Misserfolgsraten führe.³²⁷

Die in zahlreichen Untersuchungen ermittelten Quoten für scheiternde Projekte dürfen daher aufgrund der uneinheitlichen Begriffabgrenzung nicht unmittelbar miteinander verglichen werden.³²⁸ Vielmehr müssen für eine Identifizierung projektgefährdender Kernrisiken Gründe, die zu Projektabbrüchen, Zeitüberschreitungen, Kostenüberschreitungen und anderweitig nicht erreichten Projektzielen führen, gemeinsam betrachtet werden. Somit finden im Folgenden sowohl Studien, die sich gezielt mit der Problematik von Projektabbruchursachen im engeren Sinne, wie auch mit Misserfolgskriterien in einer weiteren Begriffsauffassung befassen, für die Ermittlung von Kernrisiken Berücksichtigung.

6.2.2 Kategorisierung der Ergebnisse der empirischen Forschung

In den letzten Jahren wurden zahlreiche Untersuchungen zu Ursachen von Projektabbrüchen im engeren Sinne und „Scheitern“ im weiteren Sinne durchgeführt. Dabei wird sowohl Projektmanagement im Allgemeinen, als auch IT-Projektmanagement bzw. Softwareentwicklungsprojektmanagement im Besonderen untersucht.

³²⁵ Buschermöhle/Eekhoff/Josko (2006), S.229-231

³²⁶ The Standish Group (1995), S.2; auch bei Waldbauer/Kütz (2003), S.10 findet sich der hier gewählte Erfolgsbegriff: „Ein Projekt ist nur dann erfolgreich, wenn das geplante Ergebnis im geplanten Termin- und Kostenrahmen erstellt werden konnte.“

³²⁷ Zahrnt (2004), S.10

³²⁸ Die quantitative Ermittlung dieser Quoten wird für den Fortgang der Arbeit als irrelevant betrachtet. Lediglich die Gründe für Zeit- oder Budgetüberschreitungen sowie Projektabbrüche sollen als Misserfolgskriterien klassifiziert werden um daraus Kernrisiken der Projektabwicklung abzuleiten.

HUBNER unterscheidet bei Studien zu Projektabbrüchen im engeren Sinne grundlegend zwei Gruppen von Arbeiten: „Eine Gruppe versucht jene Abbruchkriterien zu ermitteln, die in der Praxis vom Management explizit als Entscheidungskriterien für Abbruchentscheidungen herangezogen werden.“³²⁹ Diese Ansätze werden im Folgenden als deskriptive Ansätze bezeichnet.³³⁰ In einer zweiten Gruppe wird der Abbruch von Projekten als Folge einer Reihe von Ursachen aufgefasst, um auf Basis statistischer Analysen die relative Stärke ihres Einflusses auf den Abbruch zu bestimmen.³³¹ „Sie werden dementsprechend als statistische Ansätze bezeichnet.“³³²

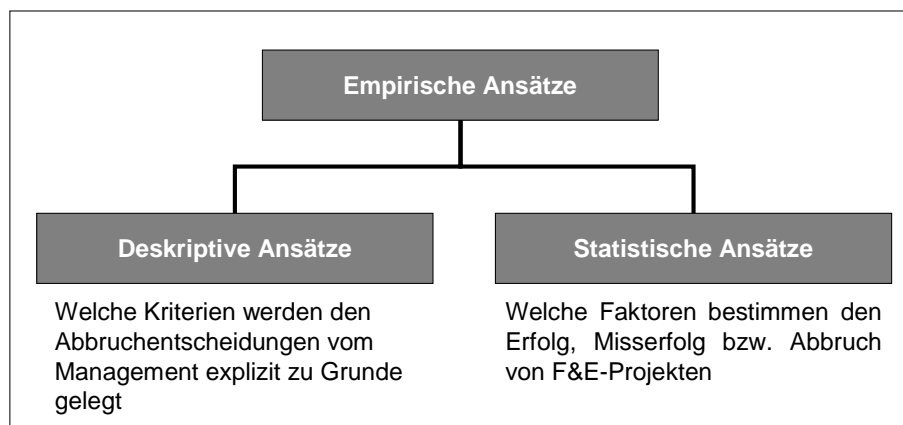


Abbildung 36: Kategorisierung empirischer Ansätze³³³

Diese Arbeit folgt im Wesentlichen der Begriffsabgrenzung nach Hubner. Sie weitet jedoch den Begriff der „deskriptiven Ansätze“ dahingehend aus, dass nicht nur Kri-

³²⁹ Hubner (1996), S.26

³³⁰ Vgl. Lange (1993) S.44 und Hubner (1996) S.26;

³³¹ Vgl. Hubner (1996), S.26

³³² Hubner (1996), S. 26

Im Gegensatz zu Hubner (1996) untergliedert Lange (1993) in präskriptive und deskriptive Ansätze wobei präskriptive Ansätze im Wesentlichen mit den „statistischen Ansätzen“ bei HUBNER gleichzusetzen sind. Entsprechend definiert Lange (1993) S.26 „Präskriptive Ansätze beabsichtigen die Bereitstellung von Kriterien und Entscheidungsregeln, die unter dem Postulat rationalen Verhaltens die Auswahl subjektiver optimaler Handlungsalternativen ermöglichen [...] Deskriptive Forschungsarbeiten bezwecken dagegen eine Beschreibung, Erklärung und Prognose der tatsächlichen, nicht unbedingt rationalen Entscheidungen. Dabei wird neben dem Zustandekommen der wertenden und faktischen Entscheidungsprämissen der Entscheidungsprozess selbst beobachtet.“ Es wird im Folgenden der Begriffsabgrenzung nach Hubner gefolgt. Der Begriff „statistisch“ ist dabei nicht ganz unmissverständlich gewählt, da auch Auswertungen der hier als „deskriptive Ansätze“ bezeichneten Untersuchungen statistische Verfahren verwenden. „Statistisch“ bezieht sich in dieser Begriffsbestimmung im Wesentlichen auf die Bestimmung des Einflussgrades eines Merkmals auf eine Abbruchentscheidung.

³³³ Vgl. Hubner (1996), S.26

terien für durchgeführte Abbruchentscheidungen in die Analyse einfließen, sondern auch Misserfolgskriterien im Allgemeinen Berücksichtigung finden. Eine ausschließliche Betrachtung tatsächlich durchgeführter Abbruchentscheidungen greift für die Identifizierung von Kernrisiken zu kurz, da davon auszugehen ist, dass auch zahlreiche Projekte aus wirtschaftlicher Sicht hätten abgebrochen werden müssen, für die keine Abbruchentscheidung getroffen wurde.³³⁴ Analog dazu wird auch der Begriff der „statistischen Ansätze“ ausgeweitet, so dass auch ohne konkreten Bezug zu einer Abbruchentscheidung statistisch ermittelte erfolgs- bzw. misserfolgsbeeinflussende Faktoren berücksichtigt werden.

6.2.2.1 Darstellung verschiedener statistischer Arbeiten

6.2.2.1.1 Die Kategorisierung nach LANGE

Verschiedene statistische Arbeiten und deren Ergebnisse wurden bei LANGE kategorisiert. Jedoch wurden diese Erkenntnisse nicht für Softwareentwicklungsprojekte im Speziellen erzielt, sondern umfassen verschiedene Projektarten im Bereich von Forschung und Entwicklung über mehrere Branchen. Auch liegen sie zum Teil bereits zeitlich weiter zurück. Gerade im Bereich der Softwareentwicklung existieren jedoch zahlreiche Besonderheiten in der Projektdurchführung – beispielsweise durch die Anwendung iterativer Vorgehensmodelle und schnelle technische Entwicklungen – die eine zügige Anpassung des Projektmanagements erfordern. Daher können die Ergebnisse dieser bei LANGE ausgewerteten „statistischen Ansätze“ nur bedingt in die hier durchgeführte Ermittlung von Kernrisiken einfließen.

Jedoch liefern sie interessante Erkenntnisse hinsichtlich einer Berücksichtigung von Strategie-, Markt- und Wirtschaftlichkeitsentwicklungen. Diese Punkte finden in zahlreichen anderen Studien zu wenig Berücksichtigung, da häufig der Analyse-schwerpunkt nur auf den Mikrokosmos „Projekt“ gelegt wird, was für eine ganzheitliche Betrachtung zu kurz greift. Daher sollen auch die Ergebnisse dieser „statistischen“ Arbeiten zu F&E-Projekten ergänzend in die Ermittlung der Projektrisiken eingehen.

³³⁴ Psychologische Effekte, die zur Weiterführung abzubrechender Projekte führen, werden in Kapitel 8.2 dargestellt

Die Stichproben, auf Basis derer die Auswertungen durchgeführt wurden, konzentrieren sich auf Forschungs- und Entwicklungsprojekte in den USA. Während BALACHANDRA/RAELIN überwiegend mittelständische Unternehmen der Branche Elektronik/Elektrotechnik in ihrer Stichprobe aus 114 industriellen F&E-Projekten berücksichtigen, verfügt die Studie von BAKER/GREEN/BEAN mit 211 industriellen F&E-Projekten aus 21 Unternehmen in vier Branchen über die umfangreichste Datenbasis.³³⁵ „Den Ergebnissen von Pinto/Slevin liegen 159 industrielle und staatliche Vorhaben nicht näher spezifizierter Unternehmen und Branchen zugrunde [...] Tadisina informiert den Leser bedauerlicherweise nicht über die Größe seiner Stichprobe, die zwischen 10 und 168 Produktentwicklungen enthalten muss.“³³⁶

Dabei wurden in der Auswertung und Kategorisierung nach LANGE folgende Abbruchkriterien ermittelt:³³⁷

³³⁵ Vgl. Lange (1993), S. 29, Hubner (1996), S.31 basierend auf Balachandra/Raelin (1983), S.68ff, Baker/Green/Bean (1986), S. 30f.

³³⁶ Lange (1993), S.29f. basierend auf Pinto/Slevin (1989), S.33 und Tadisina (1986), S.100

³³⁷ Ausführliche Informationen zur Erstellung der Zusammenfassung und Kritik der verwendeten Studien finden sich in Lange (1993), S. 29-35

Abbruchkriterien	Baker/ Green/ Bean	Ba- lach./ Raelin	Pinto/ Slevin	Tadi- sina
Strategie				
Strategische Übereinstimmung mit den Unternehmenszielen			x	
Kontinuität der Projektziele	x			x
Markt				
Unsicherheit über den Markt	x	x		x
Phase des Marktlebenszyklus		x		
Dringlichkeit der Projektdurchführung		x	x	
Kundenintegration			x	
Rentabilität/Wirtschaftlichkeit				
Wirtschaftliche Erfolgswahrscheinlichkeit		x		
Nutzen für das Unternehmen	x			
Profitabilität des Unternehmens		x		
Technologie				
Unsicherheit über die technische Vorgehensweise	x			
Technologieimmanenter Ressourcenbedarf	x			
Technologisches Weiterentwicklungspotential				x
Stärken der internen technischen Wissensbasis			x	x
Interne Verfügbarkeit technischen Wissens			x	
Externe Verfügbarkeit technischen Wissens				x
Aufbau technischer Wissensbarrieren durch Patente				x
Management				
Unterstützung durch das Top-Management		x	x	
Unterstützung durch das F&E-Management		x		
Unterstützung durch Macht-/Fachpromotoren		x		
Engagement der Projektmitarbeiter		x		
Leistungsdruck		x		
Interner Wettbewerb um Ressourcen		x		
Anzahl der F&E-Projekte		x		
Zeit-, Kosten- und Fortschrittsabweichung		x	x	
Projektumfeld				
Auftreten unerwarteter Ereignisse		x	x	

Tabelle 1: Kategorisierung von Abbruchkriterien nach Lange³³⁸

³³⁸ Lange (1993), S.34; Basierend auf Baker/Green/Bean (1984), S. 11 ff., Balachandra/Raelin (1983) S. 122ff., Pinto/Slevin (1989), S.33, Tadisina (1986), S.103; Bei Lange sind alle Abbruchkriterien positiv formuliert. Das Fehlen dieses Faktors muss somit als Abbruchkriterium interpretiert werden.

6.2.2.1.2 Die Studie SUCCESS

Neben diesen bei LANGE kategorisierten Forschungsergebnissen zu F&E-Projekten kann aus den aktuellen Studien zu Projektmanagement im Allgemeinen und IT-Projekten im Besonderen nur eine Studie dem statistischen Schwerpunkt zugeordnet werden – die Studie SUCCESS.

Die 2006 von BUSCHERMÖHLE/EEKHOFF/JOSKO durchgeführte Studie diente der Ermittlung von Erfolgs- und Misserfolgskriterien bei der Durchführung von Hard- und Softwareentwicklungsprojekten in Deutschland. Dabei wurden zahlreiche Hypothesen zu verschiedenen Basisgrößen und Teildisziplinen bei der Entwicklung von Software aufgestellt. Diese wurden im weiteren Verlauf der Studie in Hinblick auf ihren Einfluss auf den Projekterfolg verifiziert oder verworfen.

Die Studie SUCCESS zeichnet sie sich durch ein sehr umfassendes Studiendesign aus, das sowohl die Zielsetzung verfolgt,

- vergleichbare Studien zu bewerten,³³⁹
- eine hohe Transparenz³⁴⁰ der Ergebnisse zu sichern,
- wie auch alle relevanten Teildisziplinen³⁴¹ des Managements von Softwareentwicklungsprojekten zu untersuchen.

Für die Untersuchung wurden von Ende 2005 bis Anfang 2006 insgesamt rund 400 Interviews und Onlinebefragungen mit Projektleitern und Entwicklern aus IT-Unternehmen in Deutschland durchgeführt. Im Folgenden werden die Ergebnisse zusammenfassend dargestellt. Die Studie wird dabei aufgrund ihres Detaillierungs-

³³⁹ Eine Bewertung erfolgt hierbei hinsichtlich der Kriterien Aktualität, Nachvollziehbarkeit, repräsentative Erfolgsaussagen und Anschaffungspreis

³⁴⁰ es sind sowohl die Analyse vergleichbarer Studien wie auch das komplette Studiendesign bis hin zur Ergebnisanalyse in Buschermöhle/Eekhoff/Josko (2006) veröffentlicht

³⁴¹ Im einzelnen sind dies: Unternehmensgröße, Projektgröße, Branche, Komplexität, Artefaktverifikation, Änderungsaufwand, Änderungsprozess, Kundeneinbindungsintensität, Managementunterstützung, Motivation, Kompetenz, Kommunikation, Projektleitung, Projektkontrolle, Reifegradmodell, Risikomanagement, Vorgehensmodell, Werkzeugunterstützung; die Ergebnisse der Untersuchungen werden nur in – für diese Arbeit relevanten – Ausschnitten dargestellt. Eine Umfassende Darstellung findet sich in Buschermöhle/Eekhoff/Josko (2006), S.229-286

grades und ihrer Fokussierung auf den deutschen Markt für diese Arbeit als sehr relevant erachtet, obgleich sie in der Literatur bislang wenig Beachtung findet.

Im Rahmen der Studie wurde ermittelt, dass 50,7% der Projekte komplett erfolgreich abgeschlossen wurden, 27,9% ein „gutes“ bis „befriedigendes“ Ergebnis erzielten, 10,3% noch als „ausreichend“ eingestuft werden konnten und 11,1% ein nur „mangelhaftes“ Projektergebnis erzielten.³⁴² Die Bewertung erfolgte anhand eines Erfolgspunkte-Systems³⁴³ und orientierte sich in ihrem Ergebnis an Schulnoten. Dies erlaubt detailliertere Aussagen über Erfolgs- bzw. Misserfolgsraten als beispielsweise die Dreiteilung in den CHAOS-Studien.³⁴⁴

Bestätigt wurden dabei folgende Hypothesen:

Hypothese	IW ³⁴⁵
Das Projektergebnis ist abhängig...	
...von der Anzahl der Mitarbeiter im Unternehmen	0,007
...von der Anzahl der Mitarbeiter im Projekt	0,049
...von der Projektlaufzeit	0,000
...vom Komplexitätsgrad der zu entwickelnden Hard- und/oder Software	0,020
...vom Grad der jeweiligen Kundeneinbindung	0,010
...vom Grad der Managementunterstützung	0,000
...von der Motivation des Projektteams	0,000
...von der Kompetenz des Projektteams	0,008
...von der Qualität der Kommunikation im Team	0,000
...vom Einsatz einer Schätzmethode während der Projektplanung	0,003
...von der Projektkontrolle	0,000

Tabelle 2: Hypothesenverifikation in SUCCESS³⁴⁶

³⁴² Vgl. Buschermöhle/Eekhoff/Josko (2006), S.289

³⁴³ Vgl. Buschermöhle/Eekhoff/Josko (2006), Kapitel 7

³⁴⁴ Vgl. Kapitel 6.2.2.2.3

³⁴⁵ IW = Irrtumswahrscheinlichkeit der Hypothesenannahme

³⁴⁶ Tabellarische Darstellung der Ergebnisse von Buschermöhle/Eekhoff/Josko (2006), S.291f.

6.2.2.2 Darstellung deskriptiver Studien

Im Bereich der deskriptiven Studien, finden sich zahlreiche Befragungen und Untersuchungen – sowohl im deutschsprachigen Raum als auch international. Wie bereits ausgeführt, werden für diese Arbeit nicht nur Studien betrachtet, die explizite Projektabbruchgründe ermitteln, sondern auch Studien zu Misserfolgskriterien und ineffizienter Projektdurchführung im Allgemeinen. Im Folgenden werden drei ausgewählte Studien detaillierter dargestellt:

(1) Studie zur Effizienz von Projekten in Unternehmen
Auswahlkriterium: Relevanz für den deutschsprachigen Raum
(2) Studie „Projektmanagement – Abenteuer Wertvernichtung“
Auswahlkriterium: Untersuchungsgegenstand „Zeitverschwendung im Projekt“
(3) CHAOS-Studie
Auswahlkriterium: Bekanntheitsgrad und Fokussierung auf IT-Projekte

Die Auswahl basiert dabei vornehmlich auf der Relevanz der Studie hinsichtlich Bekanntheit und IT-Fokussierung und der Ausgestaltung des Untersuchungsgegenstands.³⁴⁷ Weitere Studien werden in Kapitel 6.2.2.2.4 überblickhaft aufgeführt³⁴⁸ und fließen mit ihren Erkenntnissen in die Auswertung in Kapitel 6.2.2.3 ein.

³⁴⁷ Das Auswahlkriterium wird in der Einzeldarstellung detailliert dargestellt; auf eine ausführliche Erklärung der Auswahlentscheidung wird somit an dieser Stelle verzichtet.

³⁴⁸ Die Auswertung erhebt dabei nicht den Anspruch von Vollständigkeit hinsichtlich der Erfassung aller aktueller Studien aus diesem Bereich. Die Auswahl erfolgte schwerpunktmäßig nach Bekanntheitsgrad, Untersuchungsgegenstand und -design, Qualität der Durchführung usw.

6.2.2.2.1 Studie zur Effizienz von Projekten in Unternehmen

Die „Studie zur Effizienz von Projekten in Unternehmen“ wurde von der Deutschen Gesellschaft für Projektmanagement und der PA Consulting Group 2004 erstellt. Sie legt den Fokus auf die Effizienz der Projektdurchführung in Unternehmen „und versucht durch Vergleiche über Branchen, Projekttypen und -größen hinweg die Kriterien der Verbesserung zu identifizieren“³⁴⁹.

„Die GPM ist der führende Fachverband für Projektmanagement in Deutschland. Mit derzeit über 5.000 Mitgliedern und 250 Firmenmitgliedern aus allen Bereichen der Wirtschaft, der Hochschulen und der öffentlichen Institutionen bildet die GPM das größte Netzwerk von Projektmanagement-Experten auf dem Europäischen Kontinent.“³⁵⁰ Aufgrund dieser herausragenden Stellung der GPM im deutschen und deutschsprachigen Projektmanagement-Umfeld darf angenommen werden, dass sowohl das Studiendesign als auch deren Ergebnisse auf einer umfangreichen Erfahrungsbasis zahlreicher Experten basieren. Zudem kann eine hohe Bekanntheit der Studie und ein starker Einfluss der Untersuchungsergebnisse auf deutsche Unternehmen vermutet werden.

An der Untersuchung nahmen 76 Vertreter führender Unternehmen mit den Schwerpunkten Finanz-, Fertigungs- und IT/Telekommunikationsindustrie teil, wobei sowohl große Konzerne als auch kleinerer Unternehmen³⁵¹ miteinbezogen wurden.³⁵² „Daher beziehen sich die Ergebnisse insgesamt auf eine ausgewogene Meinungs- und Erfahrungsbasis“³⁵³, über verschiedene Projektarten hinweg.

³⁴⁹ GPM/PA Consulting Group (2004), S.3

³⁵⁰ GPM (2009)

³⁵¹ weniger als 100 Mio. € Umsatz/Jahr

³⁵² GPM/PA Consulting Group (2004), S.3

³⁵³ GPM/PA Consulting Group (2004), S.2

Dennoch ist ein starker Bezug zu IT-Projekten gegeben, da über alle betrachteten Branchen hinweg ersichtlich ist, dass IT-Projekte die derzeit häufigste Projektart darstellen.³⁵⁴ „Nahezu alle [befragten] Unternehmen führen pro Jahr mehrere IT-Projekte unterschiedlicher Größe durch.“³⁵⁵ Die Erfolgsquote lag bei kleinen und mittleren Projekten im Durchschnitt bei ca. 75%, bei großen Projekten bei 70%.³⁵⁶

Als Ursachen für das Scheitern von Projekten – somit Misserfolgskriterien im Sinne dieser Arbeit - wurden folgende Gründe genannt:

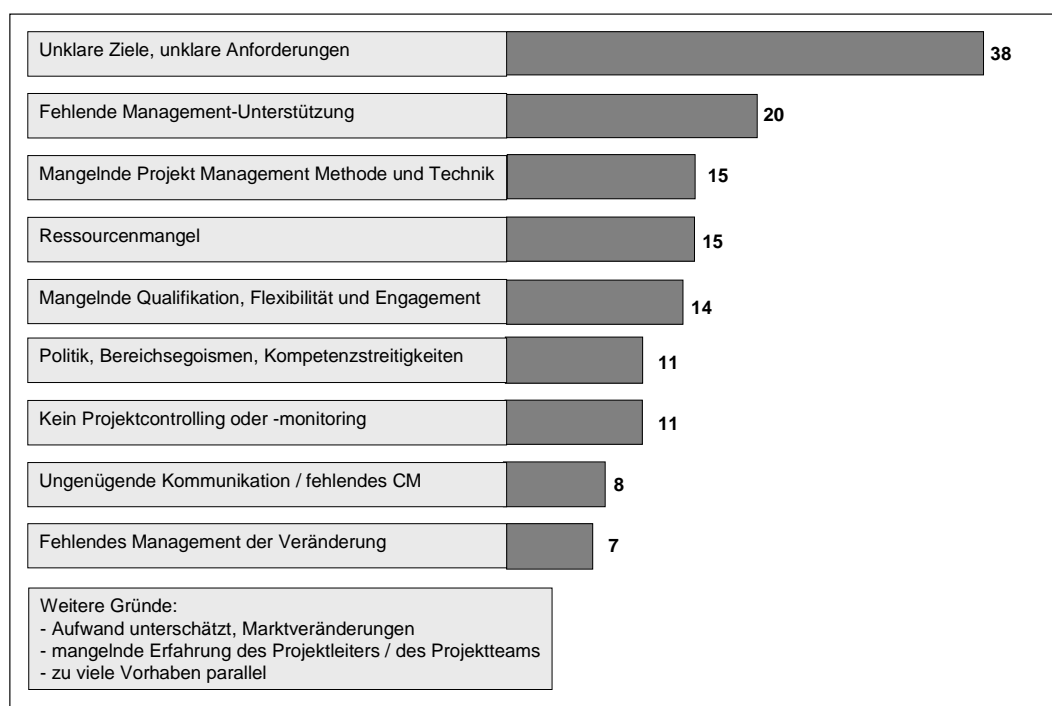


Abbildung 37: Gründe für das Scheitern von Projekten³⁵⁷

³⁵⁴ Vgl. GPM/PA CONSULTING GROUP (2004), S.4. die vorliegende Arbeit beschränkt sich auf die Ergebnisse der Studie, die IT-Projekte betreffen. Weitergehend wurden in der Studie auch Projekterfolg bei Produktentwicklungen, Organisationsveränderungen und Standortwechselprojekten untersucht.

³⁵⁵ GPM/PA Consulting Group (2004), S.4

³⁵⁶ Vgl. GPM/PA CONSULTING GROUP(2004), S. 4. Zugrunde liegende Klassifikation: klein (<1 Mio. €), mittel (>1 Mio. €), groß (>10 Mio. €)

Zum Erfolgsbegriff: "Der Erfolg von den betrachteten Projekten wurde nach dem bekannten „Dreieck“ (Budget, Zeit, Ziele) bewertet: "100%" bedeutet, dass alle Projekte eines Unternehmens in einer Kategorie die gesetzten Ziele erreichten. Diese drei Werte wurden gleichmäßig gewichtet und ergaben dann den "Erfolgswert"."

³⁵⁷ GPM/PA Consulting Group (2004), S.14

6.2.2.2.2 Studie „Projektmanagement: Abenteuer Wertvernichtung“

In der Studie „Projektmanagement: Abenteuer Wertvernichtung – Eine Wirtschaftlichkeitsstudie zum Projektmanagement in deutschen Organisationen“ wurde die Projektkompetenz deutscher Unternehmen untersucht. Ziel der Studie war es „eine Grundlage für die monetäre Quantifizierung der Verbesserungspotenziale zu liefern.“³⁵⁸ Diese Quantifizierung erfolgte auf einer gesamtwirtschaftlichen Ebene. Es wurden zu diesem Zweck „über einen Zeitraum von fast 4 Jahren 962 Führungskräfte zu ihren Erfahrungen mit dem Projektmanagement in den deutschen Unternehmen und der öffentlichen Verwaltung befragt.“³⁵⁹

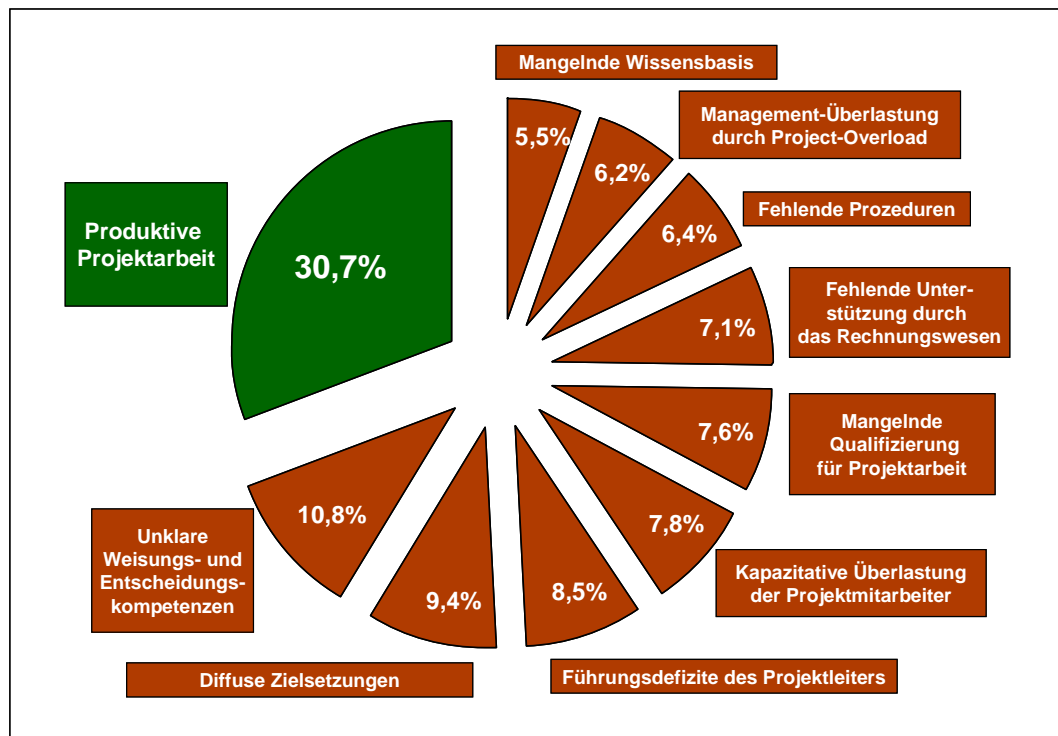
Für die vorliegende Arbeit ist weniger die monetäre Quantifizierung von Ineffizienz und Verbesserungspotenzialen in einer volkswirtschaftlichen Betrachtung interessant, sondern vielmehr die dahinter liegenden Misserfolgskfaktoren und deren Auswirkungen auf die Projektlaufzeit. Außergewöhnlich ist dabei, dass in dieser Studie nicht die Bewertung des Projekterfolgs nach einem abstrakten Erfolgsbegriff Untersuchungsgegenstand ist, sondern Faktoren, die die Projektlaufzeit „unnötig“ verlängern können. Dies entspricht einer Interpretation der identifizierten Misserfolgskfaktoren als „ineffiziente Projektzeit“ bzw. Zeitverschwendung im Projekt und wird in Prozent gemessen an der gesamten Projektarbeitszeit quantitativ erfasst. Da eine ineffiziente Zeitgestaltung im Projekt zwangsläufig Auswirkungen auf Fertigstellungstermin und Projektaufwand hat, sind die hier ermittelten Faktoren von hoher Relevanz für diese Arbeit.

Im Ergebnis der Studie zeigt sich, dass nur 30,7% der Projektarbeitszeit produktiv genutzt werden, wohingegen 69,3% aufgrund verschiedener Misserfolgskfaktoren nicht wertschöpfend eingesetzt werden.³⁶⁰ Eine genaue Aufteilung der ermittelten „Zeitverschwendung“ ist in nachfolgender Graphik dargestellt:

³⁵⁸ Gröger (2004), S.8

³⁵⁹ Gröger (2004), S.8

³⁶⁰ Vgl. Gröger (2004), S.30

Abbildung 38: Effizienz im Projektmanagement³⁶¹

6.2.2.2.3 Die CHAOS-Studien

Die in der Literatur am häufigsten zitierten Studien zu Projektabbrüchen und deren Ursachen werden seit 1994 im Zwei-Jahres-Rhythmus von der Standish Group durchgeführt. Der Fokus der Studien liegt auf:

- der Ermittlung des Umfangs erfolgloser Softwareprojekte
- der Ermittlung der Faktoren, die zum Scheitern von Softwareprojekten führen
- der Ermittlung von Schlüsselfaktoren zur Erfolgssteigerung von Softwareprojekten³⁶²

Die Studien nehmen dabei eine Untergliederung von überwiegend US-amerikanischen, softwareentwickelnden Unternehmen nach Unternehmensgrößen vor.³⁶³ Diese stammen aus den Branchen „banking“, „securities“, „manufacturing“,

³⁶¹ eigene Darstellung nach Gröger (2004), S.30f.

³⁶² vgl. The Standish Group (1995), S.1 für die Aufzählung

³⁶³ „A large company is any company with greater than \$500 million dollars in revenue per year, a medium company is defined as having \$200 million to \$500 million in yearly revenue, and a small company is from \$100 million to \$200 million.“ aus The Standish Group (1995), S.3

„retail“, „wholesale“, „health care“, „insurance“, „services“ und „local, state, and federal organizations“.³⁶⁴

Für eine Kategorisierung der Projekte nach Erfolg bzw. Misserfolg wurden drei Stufen entwickelt:

- Typ 1: „project success“³⁶⁵
Das Projekt wird „on-time“ und „on-budget“ mit allen zu Beginn spezifizierten Features und Funktionalitäten fertig gestellt
- Typ 2: „project challenged“³⁶⁶
Das Projekt wird fertig gestellt und ist betriebsbereit, hat aber das Budget überschritten, wurde nach dem prognostizierten Endtermin fertig gestellt und bietet weniger Features und Funktionalitäten als anfangs spezifiziert.³⁶⁷
- Typ 3: „project impaired“³⁶⁸
Das Projekt wird während des Entwicklungsprozesses abgebrochen.³⁶⁹

Die Zahlen der meist-zitierten Studie von 1995 geben als Erfolgsrate (Typ 1) lediglich 16,2%, für „challenged projects“ (Typ2) 52,7% und für abgebrochene Projekte (Typ 3) 31,1% an.³⁷⁰ Die durchschnittliche Kostenüberschreitung über alle Unternehmen lag bei 189% der ursprünglichen Kostenschätzung, die durchschnittliche Zeitüberschreitung bei 222% der ursprünglichen Zeitschätzung. Im Durchschnitt wurden nur 61% der anfangs spezifizierten Features und Funktionen realisiert.³⁷¹

³⁶⁴ The Standish Group (1995), S.2

³⁶⁵ The Standish Group (1995), S.2

³⁶⁶ The Standish Group (1995), S.2

³⁶⁷ In der Studie wird von „and“ gesprochen. Dabei wird nicht deutlich gemacht, ob auch Projekte in diese Klasse fallen, bei denen nur eine der angesprochenen Über- bzw. Unterschreitungen festgestellt wurde.

³⁶⁸ The Standish Group (1995), S.2

³⁶⁹ vgl. The Standish Group (1995), S.2 für die Aufzählung

³⁷⁰ vgl. The Standish Group (1995), S.2

³⁷¹ vgl. The Standish Group (1995), S. 3f. für die letzten beiden Sätze

Als wesentliche Gründe für den Misserfolg von Projekten wurden genannt:

projekt impaired factors	% of response
1. Incomplete Requirements	13,1%
2. Lack of User Involvement	12,4%
3. Lack of Resources	10,6%
4. Unrealistic Expectations	9,9%
5. Lack of Executive Support	9,3%
6. Changing Requirements & Specifications	8,7%
7. Lack of Planning	8,1%
8. Didn` t Need It Any Longer	7,5%
9. Lack of IT Management	6,2%
10. Technology Illiteracy	4,3%
Other	9,9%

Tabelle 3: Projekt Impaired Factors³⁷²

Der Studie von 2007 entnommene Zahlen zeigen eine deutliche Verbesserung. 35% der in 2006 begonnenen Softwareprojekte werden als „successful“ kategorisiert. „Challenged Projects“ werden mit 46%, gescheiterte Projekte mit nur noch 19% angegeben.³⁷³ Jim Johnson³⁷⁴ sagte hierzu:

*„we`ve seen consistently better software projects. [...] There is better project management expertise and technique [...] Managers have better understanding of the dynamics of a project.“*³⁷⁵

Hierbei wird iterative Entwicklung als geeigneter Weg gesehen, die Anforderungen der Kunden zu erfüllen.³⁷⁶ Der RUP, der in Kapitel 4.4 als Vorgehensmodell ausgewählt wurde, trägt diesem Anspruch nach iterativer Projektdurchführung Rechnung. Das bessere Verständnis der Projektsituation wird in dieser Arbeit zudem durch die Kennzahlenauswahl, -kombination und -visualisierung gefördert.

³⁷² The Standish Group (1995), S.5

³⁷³ vgl. Rubinstein (2007)

³⁷⁴ Chairman der Standish Group

³⁷⁵ Jim Johnson zitiert nach Rubinstein (2007)

³⁷⁶ Rubinstein (2007); detaillierte Ausführungen zur iterativen Entwicklung finden sich in Kapitel 4.3.2

6.2.2.2.4 Weitere Studien im Überblick

Aufgrund der Vielzahl der darüber hinaus veröffentlichten Studien zu Erfolgs- und Misserfolgskriterien im Projektmanagement im Allgemeinen und für die Durchführung von Softwareentwicklungsprojekten im Besonderen, werden die für relevant erachteten Untersuchungen im Folgenden nur im Überblick aufgelistet. Ihre Ergebnisse fließen in die Modulbildung in Kapitel 6.2.2.3 ein.

- **Erfolg und Scheitern im Projektmanagement**³⁷⁷
Erscheinungsjahr: **2008**
GPM/PA Consulting Group
- **The State of IT Project Management in the UK 2002-2003**³⁷⁸
Erscheinungsjahr: **2003**
Universität Oxford
- **IT-Kosten und IT-Performance 2002**³⁷⁹
Erscheinungsjahr: **2002**
Ernst&Young
- **Störfaktoren**³⁸⁰
Erscheinungsjahr: **2008**
Zahrnt
- **IT-Runaway-Systems**³⁸¹
Erscheinungsjahr: **1994**
KPMG Management Consulting

³⁷⁷ GPM/PA Consulting Group (2008)

³⁷⁸ Universität Oxford (2003) zitiert nach einer Auswertung von Buschermöhle/Eekhoff/Josko (2006) S.22f.; Die Studie wurde von Sauer/Cuthbertson durchgeführt.

³⁷⁹ Ernst&Young (2002)

³⁸⁰ Untersuchungen im Rahmen von Zahrnt (2008)

³⁸¹ KPMG (1994) zitiert nach Gaulke (2004), S.49f.

6.2.2.3 Entwicklung der Modulstruktur

Im weiteren Verlauf von Kapitel 6 werden die Ergebnisse der Studien in einer Risikoliste zusammengefasst und ausgewertet. Nachfolgende Tabelle 4 stellt dabei eine Kategorisierung der ermittelten Misserfolgskriterien in Modulen dar. Sie repräsentieren die Bereiche von Softwareentwicklungsprojekten, die als Gefahrenquellen für Ineffizienzen in der Projektdurchführung oder für projektgefährdende externe Entwicklungen identifiziert werden können. Diese werden im Folgenden als „Kernrisikofelder“ des Projektes bezeichnet.

Es wurden dabei die Module „Unternehmensstrategie“, „Markt/Kunde“, „Ressourcen“, „Technologie“, „Projektmanagement“, und „Weiche Faktoren“ gebildet. Die ersten beiden Module beziehen sich dabei schwerpunktmäßig auf projektexterne Faktoren, die Module drei bis sechs auf projektimmanente Risikofelder. Für detailliertere Betrachtungen werden die gebildeten Risikofelder in untergeordneten Risikobereichen konkretisiert.

In den verschiedenen Studien wurden zum Teil bedeutungsgleiche Misserfolgskriterien unterschiedlich benannt oder umschrieben. Nachfolgende Tabelle verdichtet die Begrifflichkeiten über alle analysierten Studien hinweg zu Oberbegriffen, die jeweils den Projektteilbereich bezeichnen, in dem die entsprechenden Risiken auftreten.

Beispielsweise wurden die Punkte

- „Inadequate software development methodology“³⁸²
- „Mangelnde Projektmanagement-Methode und Technik“³⁸³
- „Fehlende Projektmanagement-Methodik“³⁸⁴
- „Fehlende Prozeduren“³⁸⁵
- „Inadequate project management methodology“³⁸⁶
- „Einsatz einer Schätzmethode während der Projektplanung“³⁸⁷

³⁸² KPMG (1994) zitiert nach Gaulke (2004), S.49f.

³⁸³ GPM/PA Consulting Group (2004)

³⁸⁴ GPM/PA Consulting Group (2008)

³⁸⁵ Gröger (2004)

³⁸⁶ KPMG (1994) zitiert nach Gaulke (2004), S.49f.

³⁸⁷ Universität Oxford (2003) zitiert nach einer Auswertung von Buschermöhle/Eekhoff/Josko (2006) S.22f.; Die Studie wurde von Sauer/Cuthbertson durchgeführt.

zum Risikobereich „Methodenkenntnis“ im Modul „Projektmanagement“ zusammengefasst. Analog wurde mit allen anderen Punkten über die verschiedenen Studien hinweg verfahren. Durch dieses Vorgehen lassen sich Unterschiede im Detaillierungsgrad der Ergebnisse der Einzelstudien vereinheitlichen.

Die in zwei Studien genannten Risiken „Lieferant fällt aus“³⁸⁸ bzw. „Poor performance by suppliers of software/hardware“³⁸⁹ werden in diese Arbeit nicht weiter betrachtet. Eine adäquate Berücksichtigung von möglichen Termin-, Aufwands- und/oder Kostenabweichungen bei einem oder mehreren Projektzulieferern würde eine entsprechende Erfassung der Risikosituation beim jeweiligen Lieferanten bedingen. Da die dafür erforderlichen Daten beim Kunden in der Regel nicht vorliegen und somit nur auf vage Schätzwerte zurückgegriffen werden könnte, soll dieses Risiko in dem hier gebildeten Modell nicht abgebildet werden. Beim Vorliegen geeigneter Daten kann das Modell jedoch entsprechend erweitert werden.

³⁸⁸ Zahrnt (2008)

³⁸⁹ KPMG (1994) zitiert nach Gaulke (2004), S.49f.

Folgende Tabelle stellt die ermittelte Modulstruktur über alle Studien hinweg dar:

	GPM/PA Consulting Group(2004;	Gröger(2006)	Standish Group(1995)	SUCCESS(2004)	GPM/PA Consulting Group(2008;	Universität Oxford(2003)	KPMG(1994)	Ernst&Young(2002)	Zahrnt(2008)
Modul 1: Unternehmensstrategie									
Anzahl der Mitarbeiter im Unternehmen				x					
parallele Vorhaben	x	x							
Basisschätzungen (Aufwand/Termine)	x					x	x		x
Erwartungen an das Projekt			x				x	x	
Unterstützung durch das Management	x		x	x	x	x	x		
Modul 2: Markt / Kunden									
Kundeneinbindung			x	x	x	x			
Mitwirkung des Kunden									x
Anforderungen / Ziele	x	x	x		x	x	x		x
Modul 3: Ressourcen									
Ressourcenausstattung (allgemein)	x	x	x	x	x			x	x
Auswahl des Projektleiters	x	x			x		x		
Zusammenstellung des Projektteams	x	x		x	x		x	x	
Modul 4: Technologie									
Fachwissen		x	x						x
Komplexität des Projektes				x	x		x	x	
Qualität der technischen Durchführung									x
Modul 5: Projektmanagement									
(Aufbau)organisation		x							x
Projektplanung			x		x				x
Methodenkenntnis	x	x		x	x		x		
Projektcontrolling	x	x		x					
Change Management	x								x
Modul 5: Weiche Faktoren									
Kommunikation	x			x	x		x		x
Bereichsegoismen / Kompetenzstreitigkeiten	x				x				x
Motivation				x					

Tabelle 4: Risikomodule³⁹⁰

³⁹⁰ Es konnte hierbei nicht auf die in Kapitel 6.2.2.1 dargestellte Klassifikation nach LANGE zurückgegriffen werden, da in ihr die Besonderheiten des Managements von Softwareentwicklungsprojekten zu wenig enthalten sind und aktuelle Entwicklungen nicht einfließen. Beispielsweise fehlte die Disziplin „Projektmanagement“ gänzlich.

6.3 Risikoanalyse

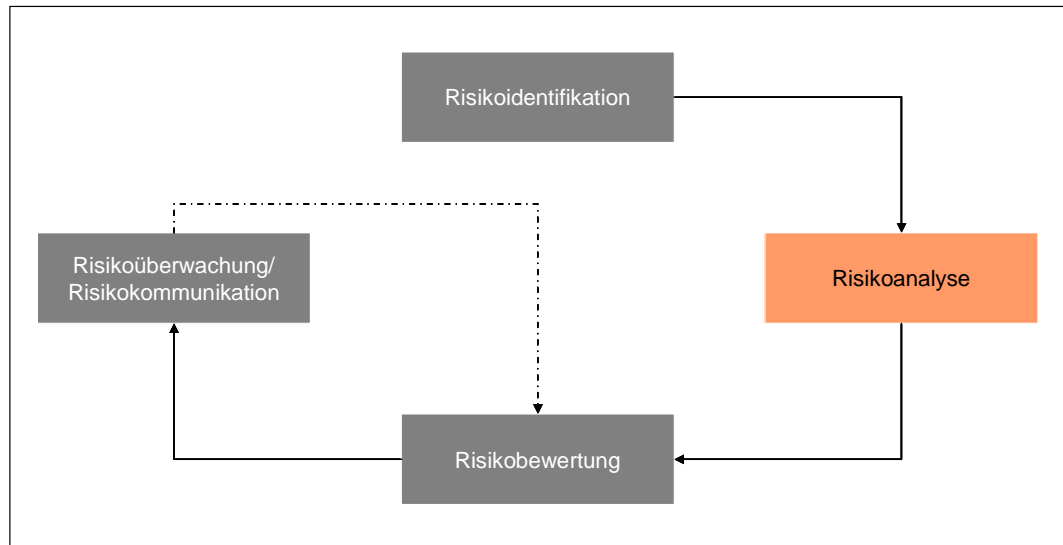


Abbildung 39: Detailbetrachtung „Risikoanalyse“³⁹¹

Aufbauend auf den Ergebnissen der Risikoidentifikation werden die ermittelten Risikobereiche im Folgenden nach Modulen analysiert. Im Fokus steht dabei die Suche nach Möglichkeiten die Risiken durch Methoden- und Kennzahlenauswahl in der Modellbildung zu berücksichtigen.

6.3.1 Analyse der gebildeten Risikomodule

Die definierten Risikomodule bilden die Grundlage für die in Kapitel 7.1 vorgenommene Ableitung von Projektvoraussetzungen und Risikoleitfragen. Letztere sollen im weiteren Verlauf der Arbeit durch geeignete Kennzahlen beantwortet und in die Modellbildung integriert werden. Risikobereiche können dabei neben einer Abbildung durch geeignete Kennzahlen auch durch die Auswahl geeigneter Methoden (z.B. Vorgehensmodell, Schätzmethode, usw.) bzw. die Modellbildung in ihrer Gesamtheit Berücksichtigung finden.

³⁹¹ Eigene Darstellung basierend auf der Darstellung bei Gaulke (2004), S.9 (mit Abwandlungen)

6.3.1.1 Risikomodul 1: Unternehmensstrategie

Modul 1: Unternehmensstrategie
Modul 2: Markt / Kunde
Modul 3: Ressourcen
Modul 4: Technologie
Modul 5: Projektmanagement
Modul 6: Weiche Faktoren

Abbildung 40: Modul Unternehmensstrategie

Das Modul „Unternehmensstrategie“ umfasst die 5 Punkte

- Anzahl der Mitarbeiter im Unternehmen
- Parallele Vorhaben
- Basisschätzungen (Aufwand/Termine)
- Erwartungen an das Projekt
- Unterstützung durch das Management

Sie stellen den unternehmensinternen jedoch projektexternen Rahmen des betrachteten Projektes dar. Dieser kann in der Regel durch das bereits laufende Projekt nicht beeinflusst werden.

Die Anzahl der Mitarbeiter im betrachteten Unternehmen – die nur von der Studie SUCCESS als Einflussfaktor identifiziert wurde – sowie die parallel durchgeführten Projekte bilden dabei rein projektexterne Rahmenbedingungen. Bei entsprechender Datenerhebung können sie sich in Erfahrungswerten des Unternehmens zu einzelnen Kennzahlen, z.B. Fluktuation, Krankenquote, Produktivität oder Ähnlichem widerspiegeln. Sie können über derartige Erfahrungswerte in der Modellbildung berücksichtigt werden. Darüber hinaus finden diese Risiken keine explizite Berücksichtigung im Modell da ihr Einfluss – falls tatsächlich vorhanden - nicht adäquat quantifiziert werden kann.

Die begrenzte Anzahl von Mitarbeitern im Unternehmen kann jedoch zusammen mit mehreren durchführbaren Projekten die Notwendigkeit einer Projektauswahl bedin-

gen. Durch eine getroffene Projektabbruchentscheidung werden Ressourcen freigesetzt, die einem Projekt mit höherer erwarteter Rendite zugeführt werden können. Das hier entwickelte Modell kann durch seine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Projektweiterführung eine derartige Auswahlentscheidung unterstützen. Da derartige Entscheidungen jedoch nicht Gegenstand dieser Arbeit sind, wird darauf jedoch an dieser Stelle nicht weiter eingegangen.

Als wesentlich gravierender als diese nur vereinzelt genannten Punkte, müssen die Risikoquellen „Basisschätzungen (Aufwand/Termine)“, „Erwartungen an das Projekt“ und „Unterstützung durch das Management“ gesehen werden. Diese bilden eine inhaltliche Einheit. Bereits bei der Projektauswahlentscheidung wird in der Regel die Übereinstimmung eines Projektes mit den gesamtunternehmerischen Zielen untersucht. Diese Übereinstimmung sichert die Unterstützung durch das Management. Die gesamtunternehmerischen Ziele zeichnen sich dabei nach Annahme dieser Arbeit durch Wirtschaftlichkeitserwägungen und Gewinnerzielungsabsicht aus.³⁹² Diese strategischen Ziele spiegeln sich quantitativ beispielsweise in einer geforderten Mindestrendite wider. Sie müssen im Zeitablauf als variabel angesehen werden, d.h. einer Entscheidung zur Projektweiterführung kann ggf. eine andere Mindestrendite zugrunde gelegt werden als der ursprünglichen Projektauswahlentscheidung.


Auch müssen, um eine zielkonforme Projektauswahlentscheidung zu treffen, bereits vor der Projektinitiierung Aufwands- und Ertragsabschätzungen vorgenommen werden. Naturgemäß basieren diese Schätzungen auf sehr viel weniger Information und beinhalten folglich ein höheres Abweichungsrisiko als Schätzungen in einem bereits laufenden Projekt.³⁹³ Wird der Aufwand des Projektes bei der Projektauswahlentscheidung unterschätzt, bzw. die Ertragserwartung zu hoch angesetzt, muss das Projekt zu einem späteren Zeitpunkt in Frage gestellt werden. Die Punkte drei bis fünf des Risikomoduls „Unternehmensstrategie“ spiegeln folglich den Kerngedanken dieser Arbeit wieder. Eine Quantifizierung erfolgt durch die Abschätzung des Restaufwands und (Rest-)ertrags sowie der Integration dieser Größen ins Entscheidungsmodell.

³⁹² Sonderfälle wie Gemeinnützigkeit und/oder die Durchführung unwirtschaftlicher Projekte aus verschiedensten Gründen sollen in dieser Arbeit nicht berücksichtigt werden.

³⁹³ Vgl. hierzu auch die Ausführungen in Kapitel 7.2.1

Die wirtschaftlich-strategische Zielsetzung des Unternehmens soll durch eine geforderte Projekt-Mindestrendite erfasst werden, welche ab Entscheidungszeitpunkt für den restlichen Projektverlauf konstant angenommen wird. **Somit geht die quantitative, strategische Zielsetzung als relevante Größe in das Entscheidungsmodell ein.**

6.3.1.2 Risikomodul 2: Markt / Kunde



Modul 1: Unternehmensstrategie
Modul 2: Markt / Kunde
Modul 3: Ressourcen
Modul 4: Technologie
Modul 5: Projektmanagement
Modul 6: Weiche Faktoren

Abbildung 41: Modul „Markt/Kunde“

Im betrachteten Modul „Markt“ wurden die Punkte

- Kundeneinbindung
- Mitwirkung des Kunden
- Anforderungen / Ziele

als Risikobereiche identifiziert.

Der Punkt „Markt / Kunde“ ist der wohl wichtigste Einflussfaktor auf den Erfolg eines Projektes. In der Regel führt erst ein tatsächlicher oder vermuteter kundenseitiger Bedarf zu dessen Initiierung. Wie in Kapitel 5.3 dargestellt, kann sich bei Softwareentwicklungsprojekten die „Kundenseite“ aus einer sehr hohen Anzahl potenzieller Kunden oder aus nur einem oder sehr wenigen Individualkunden zusammensetzen. Dementsprechend werden die Anforderungen vom Absatzmarkt oder von den spezifischen Bedürfnissen des Einzelkunden bestimmt.

Vor diesem Hintergrund ist es erstaunlich, dass der Bereich „Markt“ in den identifizierten Misserfolgskriterien der deskriptiven Untersuchungen fast vollständig ausgeklammert wird. Er wird daher nicht als eigener Risikobereich in Tabelle 4 aufge-

nommen. Lediglich findet bei GPM/PA Consulting Group (2004) der Punkt „Marktveränderungen“ zumindest zum Ende der Auflistung explizit Erwähnung. Die übrigen Studien beschränken sich auf die Einbindung bzw. Mitwirkung von „Kunden“, was eine Tendenz zur Erstellung von Individualsoftware in den untersuchten Projekten vermuten lässt.

Im starken Gegensatz dazu berücksichtigen alle nach LANGE klassifizierten statistischen Ansätze den Bereich „Markt“ als Einflussfaktor auf Projektabbruchentscheidungen. Da auch im Bereich von Standardsoftware eine Veräußerung auf agilen Absatzmärkten angestrebt wird, muss hier eine ähnliche Risikosituation wie bei F&E-Projekten im Allgemeinen angenommen werden. Eine Marktveränderung im Zeitraum zwischen Projektauswahlentscheidung und Entscheidungszeitpunkt über Projektabbruch oder -weiterführung wie auch zwischen Entscheidungszeitpunkt und Marktreife muss als möglich erachtet werden. An dieser Stelle besteht somit eine Diskrepanz zwischen tatsächlicher Relevanz für eine Projektbeurteilung und den Ergebnissen der deskriptiven Studien. Die Arbeit folgt somit in diesem Punkt den bei LANGE klassifizierten statistischen Ansätzen. Im hier entwickelten Entscheidungsmodell soll dies dahingehend berücksichtigt werden, dass zum Zeitpunkt der Modellanwendung eine erneute Ertragsprognose gefordert wird. Geeignete Modelle für die jeweilige Softwarekategorie werden in Kapitel 10 dargestellt. **Die aktuelle Ertragsprognose soll als relevante Größe in das Entscheidungsmodell aufgenommen werden.**

Die Punkte *Kundeneinbindung* (von Auftragnehmerseite) und *Mitwirkung des Kunden* (von Auftraggeberseite) wirken bei der Erstellung von Individualsoftware unmittelbar auf die Veränderung von Anforderungen und beugen Fehlentwicklungen vor. Software wird vielfach auf Seiten der Auftraggeber und späteren Anwender im Stadium der Projektidee, der Projektdefinition und der erstmaligen Festlegung von Anforderungen als etwas sehr Abstraktes verstanden. Diese „Abstraktheit der Software auf der Anwenderseite [führt] regelmäßig zu Änderungen der Anforderungen während der Projektlaufzeit.“³⁹⁴ Dies spiegelt sich in der Nennung des Punktes „Anforderungen/Ziele“ als Risikoquelle in fast allen Untersuchungen wider: **Die Zu-**

³⁹⁴ Gaulke (2004), S.12

nahme von Anforderungen an das Projektergebnis – somit eine Zunahme der Projektgröße – ist folglich quantitativ abzubilden und in das Modell zu integrieren.³⁹⁵

6.3.1.3 Risikomodul 3: Ressourcen

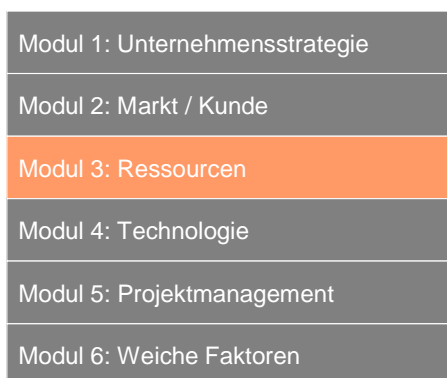


Abbildung 42: Modul "Ressourcen"

Das Modul „Ressourcen“ untergliedert sich in die Risikobereiche

- Ressourcenausstattung (allgemein)
- Auswahl des Projektleiters
- Zusammensetzung des Projektteams

In nahezu allen Studien wird die personelle Besetzung eines Projektes nach Art und Umfang als Risikofeld betrachtet. Im Modul „Ressourcen“ werden somit in dieser Arbeit alle identifizierten Risiken, die sich auf die personelle Ressourcenausstattung eines Projektes beziehen, zusammengefasst.

Der Punkt „Ressourcenausstattung (allgemein)“ umfasst dabei die Zuweisung von Mitarbeitern zum Projekt in quantitativer Hinsicht – sprich die Anzahl der dem Projekt zugewiesenen Mitarbeiter. Dabei wird „Ressourcenmangel“ in verschiedenen Formulierungen in fast allen Studien als Grund für das Scheitern von Projekten genannt.

Jedoch muss im Punkt „Ressourcenausstattung“ auch eine Überbesetzung des Projektteams als Risikofaktor festgehalten werden, wie beispielsweise in der Studie

³⁹⁵ v.a. im Bereich individueller Produkterstellung

SUCCESS thematisiert wird: „Je mehr Mitarbeiter an einem Projekt beteiligt sind, desto mehr Koordinations- und Kommunikationsaufwand muss betrieben werden und desto häufiger entstehen Fehler.“³⁹⁶ Der Grenznutzen jedes zusätzlichen Projektteammitglieds nimmt somit ab. Ab einem bestimmten Punkt kann die Zuweisung weiterer Mitarbeiter zum Projekt die Produktivität durch gestiegenen Abstimmungsaufwand so weit verringern, dass die Projektlaufzeit im Ganzen dadurch verlängert wird.

Für diese Arbeit wird die **Teamgröße** des bereits laufenden Projektes, für das eine Projektabbruch- oder Weiterführungsentscheidung getroffen werden soll, **als Datum** angesehen. Sie beeinflusst – wie oben beschrieben - die **Produktivität der Projektteammitglieder und wird über eine geeignete Produktivitätskennzahl in die Modellbildung integriert.**

In den Punkten „Auswahl des Projektleiters“ und „Zusammenstellung des Projektteams“ werden qualitative Aspekte der Teambildung zusammengefasst. Diese Qualitative Sicht umfasst schwerpunktmäßig die fachliche Kompetenz und Erfahrung der Projektleitung und der Projektmitarbeiter. Auch ihnen wird ein Einfluss auf die Produktivität im Projekt zugesprochen, die es über eine geeignete Kennzahl zu messen gilt. Erfahrung wird dabei als langfristiges Qualitätsmerkmal gesehen, wohingegen Fachwissen in dieser Arbeit als kurzfristig veränderbar betrachtet wird. Während die Teamgröße in der Modellbildung als konstant angenommen wird, werden qualitative Aspekte – beispielsweise Produktivitätssteigerung durch Schulungsmaßnahmen – im Modell berücksichtigt. Diese qualitativen Veränderungen werden jedoch nur zum Entscheidungszeitpunkt abgeschätzt und ab diesem Zeitpunkt konstant berücksichtigt. Veränderungen im Zeitablauf – beispielsweise Lernkurveneffekte – werden aufgrund der schlechten Prognostizierbarkeit nicht modelliert.

³⁹⁶ Buschermöhle/Eekhoff/Josko (2006), S.38

6.3.1.4 Risikomodul 4: Technologie

Abbildung 43 zeigt eine vertikale Liste von sechs Modulen. Das Modul 'Technologie' ist hervorgehoben.

Modul 1: Unternehmensstrategie
Modul 2: Markt / Kunde
Modul 3: Ressourcen
Modul 4: Technologie
Modul 5: Projektmanagement
Modul 6: Weiche Faktoren

Abbildung 43: Modul "Technologie"

Das Modul „Technologie“ umfasst die drei Risikoquellen

- Fachwissen
- Komplexität des Projektes
- Qualität der technischen Durchführung

Wie bereits erwähnt wird für diese Arbeit die technische Basisausstattung an Hard- und Software für das Restprojekt als unveränderlich betrachtet. Jedoch kann die verwendete Technologie sowie das Auftreten technischer Schwierigkeiten Einfluss auf die Produktivität der Projektdurchführung haben.

Wie in Modul 3 angesprochen, soll das technische und methodische Fachwissen im Projektteam nicht als Datum behandelt werden. Anders als Erfahrung, die sich erst über einen längeren Zeitraum entwickelt, kann Fachwissen durch punktuelle Schulungen oder Literaturstudium auch kurzfristig hinsichtlich eines auftretenden Problems erweitert werden. Dies hat jedoch Auswirkungen auf die ursprüngliche Zeit- und Aufwandsschätzung. Diese muss ggf. nach oben abgeändert werden, wenn durch mangelndes Fachwissen sowohl zeitlicher als auch monetärer Schulungsaufwand entsteht. Somit müssen erforderliche **Weiterbildungsaktivitäten**, die in unmittelbarem Zusammenhang mit der Projektaufgabe stehen, über geeignete Kennzahlen in das Modell integriert werden.

Auch die **Komplexität** eines Projektes gilt es bei der Aufwandsprognose zu berücksichtigen. Neben der Projektgröße ist sie der größte Einflussfaktor auf den entste-

henden Aufwand. Kapitel 9.3.2.1 stellt Möglichkeiten zur Abbildung dieser Komplexität dar. Die Projektkomplexität wird in dieser Arbeit für das gesamte Projekt als Datum betrachtet. Veränderungen sollen nicht modelliert werden.

Anders als in Forschungs- und Entwicklungsprojekten anderer Branchen, gibt es im Bereich der Softwareentwicklung nur noch vereinzelt Probleme, die man mit dem derzeitigen Entwicklungsstand nicht lösen kann. Dass Softwareentwicklungsprojekte aufgrund unlösbarer technischer Schwierigkeiten nicht durchgeführt werden können und daher abubrechen sind, ist somit eher selten. Die aktuellen Programmiersprachen und Entwicklungstools decken heute ein sehr umfassendes Spektrum an Funktionalität ab. Diese Funktionalität gilt es in Hinblick auf die jeweilige Projektaufgabe zu nutzen, zu kombinieren und ggf. weiterzuentwickeln. Somit beziehen sich bei Softwareentwicklungsprojekten technische Probleme fast ausschließlich auf mangelnde interne Verfügbarkeit und Akzeptanz von technischem Wissen im Projektteam.

Dennoch soll die Möglichkeit, dass weder intern noch extern das für die Fertigstellung des Projektes notwendige Wissen vorhanden ist, in der Arbeit nicht außer Acht gelassen werden. Diese Entscheidung liegt darin begründet, dass – wenn auch nur in Ausnahmefällen gegeben – eine Unmöglichkeit der technischen Umsetzung ganz entscheidenden Einfluss auf eine Projektabbruchentscheidung nehmen muss. Generelle Nichtverfügbarkeit der technischen Grundlagen soll folglich in Kapitel 7.1 bei der Definition von „Projektvoraussetzungen“³⁹⁷ Berücksichtigung finden.

Die „Qualität der technischen Durchführung“ wird lediglich in den Untersuchungen bei ZÄHRNT (2008) thematisiert und umfasst vor allem Defizite beim Testen und somit Fehler im ausgelieferten Programm. Dieses Risiko kann durch die Anwendung eines iterativen Vorgehensmodells – wie in Kapitel 4 ausführlich dargestellt – durch regelmäßiges Testen bereits in frühen Phasen der Produkterstellung minimiert werden. Es findet somit durch die Auswahl des RUP als Vorgehensmodell in der Modellbildung Berücksichtigung. Zudem wird es in der vereinfachten Bestimmung von

³⁹⁷ Der Begriff „Projektvoraussetzungen“ wird bei DeMarco/Lister (2003) eingeführt. Eine genaue Begriffsdefinition findet sich in Kapitel 7.1

Restaufwänden auf Basis des Wasserfallmodells durch die Berücksichtigung umfangreicher Testaufwände in Kapitel 9.2 integriert.

6.3.1.5 Risikomodul 5: Projektmanagement

Abbildung 44 zeigt eine vertikale Liste von sechs Modulen. Die Module sind: Modul 1: Unternehmensstrategie, Modul 2: Markt / Kunde, Modul 3: Ressourcen, Modul 4: Technologie, Modul 5: Projektmanagement (hervorgehoben in Orange) und Modul 6: Weiche Faktoren.

Modul 1: Unternehmensstrategie
Modul 2: Markt / Kunde
Modul 3: Ressourcen
Modul 4: Technologie
Modul 5: Projektmanagement
Modul 6: Weiche Faktoren

Abbildung 44: Modul "Projektmanagement"

Das Modul „Projektmanagement“ identifiziert die Risikofelder :

- (Aufbau-)organisation
- Projektplanung
- Methodenkenntnis
- Projektcontrolling
- Change Management

In Kapitel 3.7 wurde Projektmanagement als „die Gesamtheit der Führungsaufgaben, -organisation, -technik und –mittel für die Abwicklung eines Projektes.“³⁹⁸ definiert. In dieser sehr weit gefassten Definition sind alle Bereiche des Moduls „Projektmanagement“ inbegriffen. Projektmanagement hat somit sowohl seiner Definition folgend als auch entsprechend der im Risikomodul genannten Punkte eine unterstützende Funktion bei der Projektausführung. Es regelt die Organisation, Überwachung, Planung, Kosten- und Zeitschätzung im Projekt. Diese rein unterstützenden Funktionen müssen jedoch vom eigentlichen Projektinhalt getrennt betrachtet werden. Dieser Projektinhalt bestimmt in erster Linie die Entscheidung für oder gegen ein Projekt. Bei unzureichender Projektplanung oder mangelnder Projektmanagement-Methode handelt es sich lediglich um Defizite in der Organisation des Projektes, die mögli-

³⁹⁸ DIN 69901 zitiert nach Koreimann (2002), S.11

cherweise Auswirkungen auf die im Projekt erzielbare Produktivität, die Kontinuität der Projektziele, oder weiche Faktoren wie z.B. „Motivation“ habe. Sie können nur über ihre Auswirkungen in das Modell quantitativ integriert werden.

Methodisch werden diese Risiken in der Arbeit durch die Diskussion und Auswahl geeigneter Vorgehensmodelle im Bereich der Softwareentwicklung (vgl. Kapitel 4.4) und ihre Integration in das Projektmanagement (vgl. Kapitel 4.5) berücksichtigt. Zudem wird in dieser Arbeit der Teilbereich Risikomanagement stark fokussiert, welcher in obiger Aufzählung der Risikofelder gänzlich fehlt, was auf aktuelle Defizite in diesem Bereich hinweist.

6.3.1.6 Risikomodul 6: weiche Faktoren

Abbildung 45 zeigt eine vertikale Liste von sechs Modulen. Die ersten fünf Module sind in grauen Kästen dargestellt, während das sechste Modul, 'Modul 6: Weiche Faktoren', in einem orangefarbenen Kasten hervorgehoben ist.

Modul 1: Unternehmensstrategie
Modul 2: Markt / Kunde
Modul 3: Ressourcen
Modul 4: Technologie
Modul 5: Projektmanagement
Modul 6: Weiche Faktoren

Abbildung 45: Modul "Weiche Faktoren"

Risikomodul 6 umfasst in den Punkten

- Kommunikation
- Bereichsegoismen/Kompetenzstreitigkeiten
- Motivation

sogenannte *Soft Facts* im Projektmanagement.

Es gibt zahlreiche Veröffentlichungen, die sich schwerpunktmäßig mit weichen Faktoren im Projektkontext beschäftigen. Beispielsweise sei hier die Studie „Konsequente Berücksichtigung weicher Faktoren“ der GPM und PA Consulting Group genannt. Diese Faktoren lassen sich jedoch nicht, oder nur über umschreibende Konstrukte und Indikatoren quantifizieren. Da die hier vorgenommene Wirtschaftlichkeitsbewertung jedoch auf quantitativ messbaren Kennzahlen beruht, müssen auf

Basis einer Wirkungsanalyse aus diesen weichen Risikofaktoren greifbare Kenngrößen abgeleitet werden.

Die weichen Faktoren in einem Projekt – Kommunikation, Harmonie, respektvoller Umgang, Vertrauen zum Vorgesetzten usw. – bestimmen unter anderem die Motivation und Arbeitszufriedenheit im Unternehmen bzw. Projekt³⁹⁹. Nach einer Studie des GALLUP-INSTITUTS ist bei „etwa zwei Dritteln der Beschäftigten in Deutschland [...] eine geringe Arbeitszufriedenheit festzustellen. Sie finden das Betriebsklima schlecht, können sich mit ihrer Arbeit nicht identifizieren und gehen gegenüber ihrem Unternehmen auf Distanz.“⁴⁰⁰ „Grundsätzlich [...] vermissen die Mitarbeiter eine offene Kommunikation und ein ehrliches Interesse an ihren persönlichen Problemen.“⁴⁰¹ Die Studie entwickelte dabei einen Engagement-Index in dem ermittelt wurde, dass 2008 67% der Mitarbeiter eine geringe und 20% gar keine emotionale Bindung an ihr Unternehmen haben.⁴⁰² Dies äußert sich unter anderem in überdurchschnittlich vielen Fehltagen sowie einer erhöhten Fluktuation⁴⁰³. „Mitarbeiterfluktuation betrachtet das Institut als einen für die Unternehmen erheblichen Kostenfaktor.“⁴⁰⁴

WELLER⁴⁰⁵ führte eine empirische Untersuchung zur Fluktuationsneigung bei F&E-Mitarbeitern durch. Auch er kommt dabei zu dem Ergebnis dass im F&E Bereich die Fluktuation meist hoch spezialisierter Mitarbeiter ein ernstes Problem darstellt.⁴⁰⁶

³⁹⁹ Auf verschiedene Motivationstheorien und deren Einflussfaktoren soll an dieser Stelle nicht detailliert eingegangen werden, da dies nicht Gegenstand dieser Arbeit ist. Es wird im Folgenden lediglich erläutert, über welche quantifizierbaren Konstrukte „Soft-Facts“ in das hier entwickelte Modell aufgenommen werden sollen.

⁴⁰⁰ Berkemeyer (2009) in einer Zusammenfassung der Gallup-Studie, S.1

⁴⁰¹ Berkemeyer (2009) in einer Zusammenfassung der Gallup-Studie, S.3

⁴⁰² Vgl. Berkemeyer (2009) in einer Zusammenfassung der Gallup-Studie, S.1

⁴⁰³ Vgl. Berkemeyer (2009) in einer Zusammenfassung der Gallup-Studie, S.2

⁴⁰⁴ Vgl. Berkemeyer (2009) in einer Zusammenfassung der Gallup-Studie, S.2

⁴⁰⁵ Vgl. Weller (2001)

⁴⁰⁶ Weller (2001), S.15

Das organisationale Commitment⁴⁰⁷ stellte dabei den stärksten direkten Prädiktor dafür dar.

Ob und inwieweit die intuitive Korrelation zwischen Arbeitszufriedenheit und Produktivität wissenschaftlich bestätigt werden kann, wird in der Literatur sehr uneinheitlich gesehen. SIX/ECKES (1991) stellen hierzu fest: „Seitdem im ersten umfangreicheren Sammelreferat über den Zusammenhang von Arbeitszufriedenheit und Arbeitsleistung von BRAYFIELD & CROCKETT (1955) festgestellt wurde, daß es zwischen diesen beiden Maßen – kontraintuitiv – so gut wie keine Beziehung gibt [...], hat es nicht an Versuchen gefehlt, dieses wenig wünschenswerte Ergebnis zu korrigieren.“⁴⁰⁸ Eine Bewertung der zahlreichen Forschungsarbeiten zu diesem Gebiet soll an dieser Stelle nicht vorgenommen werden.⁴⁰⁹ Es wird lediglich dem Kerngedanken der Auseinandersetzung dahingehend gefolgt, dass ein Einfluss der Mitarbeiterzufriedenheit auf die Produktivität für möglich, aber nicht zwingend erachtet werden kann.

Basierend auf diesen Ausführungen, muss angenommen werden, dass die drei Kenngrößen

- Anzahl der Fehltage
- Fluktuationsquote und
- Produktivität

durch weiche Projektfaktoren mitbestimmt werden können. **Neben der ohnehin für die Restaufwandsermittlung bereits als notwendig erachtete Produktivitätsmessung, werden somit auch Fehlzeiten und Fluktuation in der Modellbildung berücksichtigt.**

⁴⁰⁷ Als wichtige Definitionsbestandteile von Commitment wurden dabei „Die Bereitschaft große Anstrengungen für die Organisation zu erbringen, das starke Verlangen danach, weiterhin Mitglieder der Organisation zu bleiben, das empfinden eines Gefühls der Zugehörigkeit bzw. Loyalität der Organisation gegenüber, die Akzeptanz von Zielen und Werten der Organisation sowie die positive Gesamteinschätzung der Organisation an sich“ bei Weller(2001), S.6 in einer Zusammenfassung der dort angegebenen Literatur aufgelistet.

⁴⁰⁸ Six/Eckes (1991), S.22

⁴⁰⁹ Eine bewertende Auflistung der Arbeiten findet sich bei Six/Eckes (1991), S.22f.

6.3.2 Zusammenfassung der Ergebnisse der Modulanalyse

Nachdem bereits in Kapitel 4.4 ein geeigneter Softwareentwicklungsprozess ausgewählt und in Kapitel 4.5 hinsichtlich geeigneter Entscheidungspunkte analysiert wurde, wird in den nachfolgenden Kapiteln der Schwerpunkt auf die konkrete Umsetzung eines kennzahlenbasierten Projektcontrollings⁴¹⁰ im Sinne dieser Arbeit gelegt. Dies umfasst die Auswahl geeigneter Methoden zur Wirtschaftlichkeitsbewertung, Aufwandsprognose und Ertragsabschätzung sowie deren Kombination hinsichtlich der hier angestrebten Zielsetzung.

Ausgehend von obiger Modulanalyse müssen gemäß den Ergebnissen der empirischen Untersuchungen folgende Kenngrößen als risikobehaftet und für eine Wirtschaftlichkeitsbewertung relevant erachtet und im Folgenden näher analysiert werden:

- Wirtschaftliche Unternehmensziele
- Projekt-Basis-Daten
 - Größe
 - Komplexität
- Ressourcensituation
 - Größe des Projektteams
 - Produktivität
 - Zeitliche Ressourcenverfügbarkeit
 - Fluktuation
 - Fehlzeiten
 - Schulungsaufwand

⁴¹⁰ Vgl. Kapitel 1

7 Grundlagen der kennzahlenbasierten Projektbewertung und -überwachung

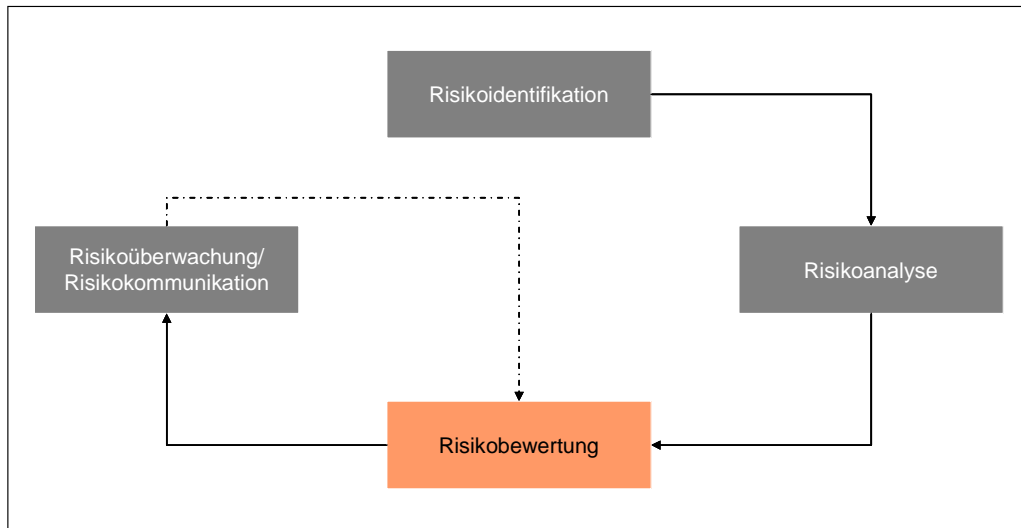


Abbildung 46: Detailbetrachtung „Risikobewertung“⁴¹¹

Aufbauend auf der in Kapitel 6 vorgenommenen Risikoidentifikation und -analyse, steht im Folgenden die Frage nach der Bewertbarkeit dieser Risiken und darauf aufbauend die Bewertung des Restprojektes in seiner Gesamtheit im Fokus. In den folgenden Kapiteln gilt es, geeignete Methoden zur Wirtschaftlichkeitsbewertung, Aufwandsschätzung und Ertragsprognose auszuwählen, die relevanten Größen quantitativ zu erfassen und die daraus resultierenden Kenngrößen zu integrieren.

Jedoch muss auch berücksichtigt werden, dass diese relevanten Größen sich in einem Ausmaß verändern können, welches eine detaillierte Wirtschaftlichkeitsbewertung des Projektes überflüssig macht. Dieser Fall tritt ein, wenn durch deren Veränderung eine grundsätzliche Voraussetzung für das Projekt wegfällt – beispielsweise der Absatzmarkt für das Projektergebnis nicht mehr existiert. Diese besonderen Ausprägungen der Projektrisiken sollen im Folgenden näher betrachtet werden.

⁴¹¹ Eigene Darstellung basierend auf der Darstellung bei Gaulke (2004), S.9 (mit Abwandlungen)

7.1 Identifikation von Projektvoraussetzungen anhand von Risikoleitfragen

Risikoausprägungen, die einem Projekt seine Grundlage entziehen, werden in der Literatur oftmals gänzlich vernachlässigt. Dies resultiert aus der verbreiteten Praxis, dass häufig nur Risiken thematisiert werden, für die Lösungsmöglichkeiten existieren.⁴¹² Der Auffassung von DeMARCO/LISTER folgend, sollen jedoch für diese Arbeit aus den bereits identifizierten Risiken derartige Ausprägungen abgeleitet werden.

DeMARCO/LISTER⁴¹³ prägen für diese elementaren Risiken bzw. deren Ausprägungen den Begriff „Projektvoraussetzungen“⁴¹⁴. Projektvoraussetzungen sind DeMARCO/LISTER zufolge Risiken, die zwar im Zuge der Risikoidentifikation thematisiert werden müssen, sich „einer vernünftigen Quantifizierung [jedoch] entziehen“.⁴¹⁵ Er schlägt vor derartige Risiken zu identifizieren, als „Projektvoraussetzungen“ zu kennzeichnen und zu überwachen.⁴¹⁶

Entsprechend wird in dieser Arbeit verfahren. Der Ausfall einer Projektvoraussetzung bedingt dabei in der Regel einen Projektabbruch.

Um diese Projektvoraussetzungen zu identifizieren, werden im Folgenden die ermittelten Risikogrößen über Leitfragen weiter konkretisiert. Dabei wird für jede Leitfrage entschieden, ob sie über eine quantitative Kennzahl in das Entscheidungsmodell integriert werden kann, oder als Projektvoraussetzung definiert werden muss.

Wird eine Frage mit „ja“ beantwortet, heißt dies, dass es sinnvoll ist, den durch das Risiko zu erwartenden monetären „Schaden“ für das Projekt zu erfassen. „Nein“ drückt aus, dass dieser bei Risikoeintritt so groß wäre, dass die durch das Projekt zu erzielenden Erträge gegen 0 oder die dafür zu kalkulierenden Aufwände gegen ∞ ge-

⁴¹² vgl. DeMarco/Lister (2003), S.7

⁴¹³ DeMarco/Lister (2003), S.68f.

⁴¹⁴ DeMarco/Lister (2003), S.68; Gaulke (2004) verwendet für diese Risikokategorie weitgehend deckungsgleich den Begriff „Risiko 1.Ordnung“

⁴¹⁵ DeMarco/Lister (2003), S.68

⁴¹⁶ Vgl. DeMarco/Lister (2003), S.68f.

hen würden – somit eine quantitative Erfassung im Entscheidungsmodell nicht sinnvoll ist.

Die Leitfragen werden im Folgenden je Risikogröße aufgeführt und im Anschluss erläutert.

Risiko	Leitfrage	Integration ins Entscheidungsmodell
Unternehmensziele	Welche wirtschaftlichen Ziele verfolgt das Unternehmen zum Entscheidungszeitpunkt?	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
	Sind Projektziele und Unternehmensziele weiterhin vereinbar?	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein

Tabelle 5: Risiko „Unternehmensziele“

Wie eingangs beschrieben, wird für diese Arbeit die Annahme getroffen, dass das projektdurchführende Unternehmen mit dem Projekt zumindest indirekt das Ziel der Gewinnerzielung verfolgt. Je nach Wahl des Bewertungsverfahrens⁴¹⁷ können verschiedene Kennzahlen dieses Ziel quantitativ abbilden: z.B. Amortisationsdauer, interner Zinsfuß, Kalkulationszinssatz und Andere. Es ist üblich, für diese Größen unternehmensweite Minimal- bzw. Maximalanforderungen zu definieren. Diese können sich im Zeitablauf verändern, was wesentlichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeitsbeurteilung des Restprojektes hat. Es müssen jeweils die zum Entscheidungszeitpunkt geltenden Anforderungen im Modell berücksichtigt werden.

Jedoch ist die Zieldefinition von Unternehmen i.d.R. nicht auf wirtschaftliche Kenngrößen beschränkt, sondern spiegelt dessen gesamte strategische Ausrichtung wider. Verändert sich diese Ausrichtung im Zeitablauf, können zwischen den veränderten Unternehmenszielen und dem statischen Projektziel verschiedene Zielbeziehungen entstehen.⁴¹⁸ Widerspricht das Projektziel den Unternehmenszielen – herrscht somit Zielantinomie⁴¹⁹ – muss unabhängig von einer Wirtschaftlichkeitsbeurteilung ein Abbruch des Projektes geprüft werden. Eine Projektbewertung im Sinne dieser Arbeit soll in diesem Fall nicht vorgenommen werden.

⁴¹⁷ Vgl. Kapitel 8.3

⁴¹⁸ Vgl. Bühner (2004b), S.74

⁴¹⁹ Vgl. Bühner (2004b), S.74

Daher wird als **Projektvoraussetzung 1** definiert:

„Das Projektergebnis widerspricht nicht den strategischen Unternehmenszielen.“

Risiko	Leitfrage	Integration ins Entscheidungsmodell
Projektgröße	Sind zusätzliche Anforderungen an das Projektergebnis im Zeitablauf zu erwarten?	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

Tabelle 6: Risiko „Projektgröße“

Die Veränderung und/oder Zunahme von Anforderungen an das Projektergebnis wurden in fast allen ausgewerteten Studien als wesentlicher Faktor für den Misserfolg von Projekten genannt.⁴²⁰ Dies verdeutlicht, dass es für Softwareentwicklungsprojekte nahezu unmöglich ist, alle Anforderungen bereits zu Beginn vollständig zu erfassen. Daher ist bei der Anwendung iterativer Vorgehensmodelle eine schrittweise Ermittlung von Anforderungen bereits fest in den Prozess integriert.⁴²¹

In der Fachliteratur finden sich zahlreiche Hinweise auf Erfahrungs- und Standardwerte für dieses Risiko.⁴²² Zudem können möglicherweise Daten aus dem bereits laufenden Projekt dafür herangezogen werden. Der ermittelte Wert kann als Erwartungswert des Risikos betrachtet und einer monetären Prognose des dadurch erhöhten Entwicklungsaufwands zu Grunde gelegt werden.

⁴²⁰ Vgl. Kapitel 6.2.2

⁴²¹ Vgl. zum Beispiel den in Kapitel 4.3.2 dargestellten RUP

⁴²² Vgl. Kapitel 9.3.2.3.1

Risiko	Leitfrage	Integration ins Entscheidungsmodell
Produktivität	Ist mit abfallender Produktivität des Projektteams zu rechnen?	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

Tabelle 7: Risiko „Produktivität“

Die Produktivität der Projektteammitglieder – als Verhältnis von Output zu Input⁴²³ – bestimmt zusammen mit Größe und Komplexität der Projektaufgabe im Wesentlichen den Projektaufwand. Durch eine Zu- oder Abnahme der Produktivität kann sich die Aufwandsprognose für die Fertigstellung des Projektes gegenüber der ursprünglichen Schätzung verändern. Es gilt, eine geeignete Kennzahl zur Abbildung der Mitarbeiterproduktivität speziell für Softwareentwicklungsprojekte zu identifizieren.⁴²⁴ Da i.d.R. keine detaillierten Daten über die Produktivitätsentwicklung im Projektverlauf vorliegen, können erwartete Produktivitätsveränderungen vereinfachend über prozentuale Zu- oder Abschläge erfasst werden.⁴²⁵ Es wird in dieser Arbeit davon ausgegangen, dass das Projektteam zu jedem Zeitpunkt eine Produktivität >0 aufweist. Daher wird aus dieser Risikogröße keine Projektvoraussetzung abgeleitet.

⁴²³ „Produktivität“ wird in der Literatur unterschiedlich eng definiert: Bei Wöhe (2005), S.53 wird sie sehr allgemein als das Verhältnis von mengenmäßigem Output zu mengenmäßigem Input beschrieben und in partiellen Produktivitätskennziffern detailliert. Bei Schmalen (2002), S.54 findet sich hingegen eine sehr enge Definition als Produktionsergebnis je Arbeitsstunde. In ihrem Gebrauch werden die Begriffe „Produktivität“ und „Leistung“ z.T. gleichgesetzt. Der Begriff „Leistung“ wird dabei sehr unterschiedlich gebraucht: z.B. bei Barth/Hartmann/Schröder (2007), S.72: „Leistung soll als Arbeitsergebnis pro Zeiteinheit definiert werden. [...] Leistungsmaße sind wiederum in Produktivitätsmaße überführbar indem die Leistung pro Zeiteinheit (Output) auf die zur Leistungserstellung notwendigen Leistungsfaktoren (Input) bezogen wird.“ Hingegen bei Schmalen (2002), S.642: „Leistung nennt man den – in Geld ausgedrückten – sachzielbezogenen Wertezugang im Rahmen der ordentlichen Geschäftstätigkeit in einer Periode.“ Für diese Arbeit wird Produktivität angelehnt an die softwarespezifischen Produktivitätskennzahlen (beispielsweise bei Bundschuh/Fabry (2004), S.197) als realisierte Software-Funktionalität je Zeiteinheit gesehen. Der Begriff der Leistung wird hier aufgrund seiner ambivalenten Verwendung nicht gebraucht.

⁴²⁴ Vgl. Kapitel 9.3.2

⁴²⁵ Liegen detailliertere Daten zum Produktivitätsabfall im Projektverlauf z.B. durch Burn-Out oder Produktivitätssteigerungen durch z.B. Lerneffekte vor, kann das Modell entsprechend angepasst werden.

Risiko	Leitfrage	Integration ins Entscheidungsmodell
Ressourcenverfügbarkeit	Mit welcher Fluktuation muss für den restlichen Verlauf des Projektes gerechnet werden?	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
	Wie hoch ist der Einarbeitungsaufwand für ein neues Teammitglied anzusetzen?	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
	Mit welchen Fehlzeiten muss für den restlichen Verlauf des Projektes gerechnet werden?	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
	Mit welchem zeitlichen Weiterbildungsaufwand muss für den restlichen Verlauf des Projektes gerechnet werden?	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

Tabelle 8: Risiko „Ressourcenverfügbarkeit“

Fluktuation:

Fluktuation – als der „zwischenbetriebliche Wechsel von Beschäftigten“⁴²⁶ – stellt für jegliche betriebliche Aufgabenerfüllung ein Risiko dar; schwerpunktmäßig in wissensintensiven Bereichen, zu denen auch Softwareentwicklungsprojekte gezählt werden können. In zahlreichen Fachbeiträgen, Vorträgen und Artikeln werden die durch Fluktuation entstehenden Aufwände thematisiert: diese resultieren aus dem Verlust von Experten- und Erfahrungswissen verbunden mit Such- und Einarbeitungsaufwand für eine geeignete Neubesetzung.⁴²⁷ Kosten für die Suche eines neuen Mitarbeiters müssen dabei auf Unternehmensebene gesehen werden und können i.d.R. nicht einem einzelnen Projekt zugeordnet werden, da der Mitarbeiter im Normalfall auch darüber hinaus dem Unternehmen zur Verfügung steht. Daher sollen diese nicht in das Modell integriert werden. Probleme des Wissens- und Erfahrungsverlustes durch Fluktuation müssen jedoch als Mehraufwand in dem betrachteten Projekt Berücksichtigung finden. Dabei muss der Begriff der Fluktuation über die Sicht als „zwischenbetrieblicher Wechsel“ hinaus ausgeweitet werden, da Mehraufwand durch die Integration neuer Projektteammitglieder auch bei einem Wechsel zwischen Projekten oder Projekt und Unternehmen anfällt. Eine Quantifizierung dieses fluktuationsbedingten Mehraufwands gestaltet sich schwierig: Er soll jedoch dennoch nicht ver-

⁴²⁶ Graf (2007), S.113

⁴²⁷ Beispielsweise bei Graf (2007), S.113: „[...]ungeplante Fluktuation führt zu zusätzlichen Kosten in Form von entgangenen Leistungen und Erträgen des Kapitals, das in Aus- und Weiterbildung, Fortbildung der Arbeitnehmer usw. investiert wurde. Daneben entstehen für den Betrieb unmittelbare Kosten durch die Einstellung neuer Mitarbeiter (Vorstellungsgespräche, Stellenausschreibungen etc.).“

nachlässigt werden, sondern über eine zeitliche Größe, die eine unproduktive Einarbeitungszeit modelliert, abgebildet werden.

Wie bereits erwähnt, wird die Ressourcenausstattung in dieser Arbeit für das gesamte Projekt nominal⁴²⁸ als Konstante gesehen. Es wird für die Modellbildung die Annahme getroffen, dass Projektmitarbeiter unmittelbar ersetzt werden und lediglich Einarbeitungszeit für neue Teammitglieder anfällt. Daher wird bezüglich der Fluktuation keine Projektvoraussetzung abgeleitet.

Fehlzeiten:

Neben unproduktiven Zeiten die für Einarbeitung neuer Teammitglieder müssen zusätzlich Fehlzeiten von Projektmitarbeitern kalkuliert werden. Diese werden schwerpunktmäßig durch Krankheit und zustehenden Erholungsurlaub bedingt. Da diese Zeiten nicht produktiv genutzt werden, jedoch Aufwand verursachen, ist eine Integration dieser Größen in die Schätzung des Projektrestaufwands unerlässlich. Dabei kann auch hier auf Erfahrungswerte aus dem bereits laufenden Projekt, z.B. den durchschnittlichen Krankenstand, zurückgegriffen werden.

Anders als beim Risiko „Fluktuation“ wird hier davon ausgegangen, dass erkrankte oder beurlaubte Teammitglieder nicht ersetzt werden, da ihr Wegfall i.d.R. zeitlich begrenzt ist. Um eine Ressourcenbasisausstattung des Projektes sicherzustellen wird folgende **Projektvoraussetzung 2** definiert:

Die produktiv nutzbare Projektarbeitszeit des Projektteams für das Restprojekt ist unter Berücksichtigung aller Fehlzeiten > 0 .

Schulungsaufwand:

Per definitionem werden in Projekten einmalige Aufgaben erfüllt. Dies bedingt, dass der Weg zum Projektergebnis i.d.R. komplex und nicht von Beginn an planbar ist.⁴²⁹ Während des Projektverlaufs können Anforderungen oder Schwierigkeiten auftreten, die mit dem Wissen der Projektteammitglieder nicht gelöst werden können. Um das erforderliche Wissen im Projekt zu generieren, müssen ggf. während der Projektlauf-

⁴²⁸ „nominal“ soll hierbei den Unterschied zwischen der theoretischen Verfügbarkeit und der effektiven Verfügbarkeit ausdrücken.

⁴²⁹ Vgl. Gaulke (2004), S.1f. sowie die Ausführungen in Kapitel 3.4

zeit Recherchen getätigt, Vorträge oder Schulungen besucht und/oder externe Berater⁴³⁰ eingesetzt werden, um die Projektanforderungen zu bewältigen.

Je weiter ein Projekt bereits fortgeschritten ist, desto besser können Wissenslücken und Aufwände für die erforderliche Wissensgenerierung abgeschätzt werden.

Ist das erforderliche Wissen generell am Markt verfügbar und kann es dem Projektteam zugänglich gemacht werden, müssen i.d.R. eine zeitliche und eine monetäre Komponente berücksichtigt werden. Die zeitliche Größe bildet dabei den zeitlichen Aufwand für die Weiterbildungsmaßnahme ab, die monetäre Komponente anfallende Kosten für Berater, Schulungsmaterial, Literatur und Ähnliches.

Risiko	Leitfrage	Integration ins Entscheidungsmodell
Komplexität	Ist das erforderliche Wissen generell verfügbar	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein

Tabelle 9: Risiko „Komplexität“

Als problematisch erweist es sich jedoch, wenn das angestrebte Projektergebnis zu komplex ist und die Grenzen des aktuell Machbaren überschreitet; somit das notwendige Wissen für eine Durchführung des Projektes bzw. Erreichung des angestrebten Projektergebnisses generell (noch) nicht zur Verfügung steht und im Projektverlauf auch nicht generiert werden kann. Daher soll als **Projektvoraussetzung 3** definiert werden.⁴³¹

Das fachliche Wissen zur Erbringung des angestrebten Projektergebnisses ist grundsätzlich verfügbar und kann dem Projektteam (in vertretbarer Zeit) zugänglich gemacht werden, oder kann durch dieses zur Projektlaufzeit generiert werden.

⁴³⁰ Eine Abgrenzung zwischen den Begriffen „Coach“ und „Berater“, die in einigen Artikeln vorgenommen wird, soll hier nicht erfolgen, da in der Literatur darüber keine Übereinstimmung herrscht.

⁴³¹ Eventuell mögliche Modifikationen des Projektziels zur Umgehung dieser Wissenslücken sollen hier nicht thematisiert werden. Auch eine eventuell mögliche Einbindung von Lieferanten zur Erbringung dieser Teilleistungen soll hier nicht berücksichtigt werden.

Darüber hinaus sollen zur Projektkomplexität keine Leitfragen definiert werden, da diese – wie in Kapitel 9.3.2.1.2 ausgeführt – als über den gesamten Projektverlauf konstant angenommen wird.

Risiko	Leitfrage	Integration ins Entscheidungsmodell
Markt	Kann der Absatzmarkt für das betreffende Projekt sich verändern?	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
	Kann durch die Marktveränderung eine Vermarktung unmöglich werden?	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein

Tabelle 10: Risiko „Markt“

Das Risiko einer Veränderung des Absatzmarktes muss nach Standard- und Individualsoftwareerstellung getrennt betrachtet werden. In der Modellauswahl in Kapitel 10 wird entsprechend der Softwareklassifikation in Kapitel 5.3 diese Unterscheidung weiter detailliert.

Im Bereich der individuellen Produkterstellung umfasst der Absatzmarkt für das Projektergebnis i.d.R. nur einen einzelnen Kunden. Veränderungen in diesem sehr eingeschränkten Marktumfeld können beispielsweise durch Zahlungsunfähigkeit des projektbeauftragenden Unternehmens resultieren. Da die zu erstellende Individualsoftware speziell auf die Bedürfnisse dieses Einzelkunden zugeschnitten ist, kann dadurch eine Vermarktung des Projektergebnisses unmöglich werden.

Der Absatzmarkt bei der Standardprodukterstellung umfasst hingegen zahlreiche potentielle Abnehmer, mit denen in der Regel zum Zeitpunkt der Projektdurchführung noch keine vertraglichen Beziehungen bestehen. Daher muss dieser Markt als sehr viel agiler eingeschätzt werden. Es kann sich während der Projektlaufzeit sowohl das Marktvolumen verändern, als auch der erwartete Marktanteil, die Zahlungsbereitschaft der Kunden usw.⁴³² Diese Veränderungen haben dabei Auswirkungen auf die Ertragsprognose des Projektes. Daher dürfen auch Ertragsprognosen nicht als statisch betrachtet werden, sondern müssen an jedem Entscheidungspunkt auf ihre Gültigkeit hin überprüft werden.

⁴³² Da Ertragsprognosen in der Regel für gesamte Jahre erstellt werden, sollen saisonale Schwankungen, bspw. durch das Weihnachtsgeschäft, hier nicht thematisiert werden.

Auch im Bereich der Standardprodukte kann der Sonderfall eintreten, dass eine Vermarktung des Projektes durch eine Veränderung des Absatzmarktes gänzlich unmöglich wird – beispielsweise durch ein gesetzliches Verbot des erstellten Produktes.

Marktveränderungen, die zu erwartenden Erträgen von 0 führen würden, werden somit sowohl für den Bereich der individuellen Produkterstellung als auch der Standardprodukterstellung als **Projektvoraussetzung 4** erfasst:

Es besteht zum Zeitpunkt der Fertigstellung ein Absatzmarkt für das Projektergebnis.

Zusammenfassung der Projektvoraussetzungen

Entsprechend obiger Ausführungen wurden somit folgende Projektvoraussetzungen definiert:

<p>Projektvoraussetzung 1: Das Projektergebnis widerspricht nicht den strategischen Unternehmenszielen.</p>
<p>Projektvoraussetzung 2: Die produktiv nutzbare Arbeitszeit des Projektteams für das Restprojekt ist unter Berücksichtigung aller Fehlzeiten >0.</p>
<p>Projektvoraussetzung 3: Das fachliche Wissen zur Erbringung des angestrebten Projektergebnisses ist grundsätzlich verfügbar und kann dem Projektteam zugänglich gemacht werden, oder kann durch dieses zur Projektlaufzeit generiert werden.</p>
<p>Projektvoraussetzung 4: Es besteht zum Zeitpunkt der Fertigstellung ein Absatzmarkt für das Projektergebnis.</p>

Tabelle 11: Zusammenfassung Projektvoraussetzungen

Diese Auflistung kann als Checkliste gesehen werden; nur wenn alle definierten Projektvoraussetzungen als erfüllt angenommen werden, ist eine Wirtschaftlichkeitsbeurteilung im Sinne der Modellbildung dieser Arbeit für das Restprojekt sinnvoll. Wird mindestens eine der identifizierten Projektvoraussetzungen negiert, muss das Projekt daher unabhängig von der Ausprägung der hier entwickelten Spitzenkennzahl in Frage gestellt werden.

Es ist somit notwendig, die hier aufgelisteten Projektvoraussetzungen bereits vor einer Anwendung des Entscheidungsmodells auf ihr Vorhandensein hin zu überprüfen.

Zusammenfassung der quantitativ einfließenden Leitfragen

Nachfolgend werden die Leitfragen aufgelistet, die in einer Restaufwands- und (Rest-)Ertragsprognose quantitativ berücksichtigt werden sollen. Es gilt diese im weiteren Verlauf der Arbeit durch geeignete Kennzahlen und deren Kombinationen zu beantworten und in das Entscheidungsmodell zu integrieren.

Welche wirtschaftlichen Ziele verfolgt das Unternehmen zum Entscheidungszeitpunkt?
Sind zusätzliche Anforderungen an das Projektergebnis im Zeitablauf zu erwarten?
Ist mit abfallender Produktivität des Projektteams zu rechnen?
Mit welcher Fluktuation muss für den restlichen Verlauf des Projektes gerechnet werden? Wie hoch ist der Einarbeitungsaufwand für ein neues Teammitglied anzusetzen?
Mit welchen Fehlzeiten muss für den restlichen Verlauf des Projektes gerechnet werden?
Mit welchem zeitlichen Weiterbildungsaufwand muss für den restlichen Verlauf des Projektes gerechnet werden?
Kann der Absatzmarkt für das betreffende Projekt sich verändern?

Tabelle 12: Quantitativ zu beantwortende Leitfragen

7.2 Risikoüberwachung im Projektcontrolling

7.2.1 Der reduzierte Risikomanagement-Kreislauf der Modell-anwendung

In Kapitel 7.1 wurden die ermittelten Kernrisikobereiche durch die Formulierung von Leitfragen konkretisiert. Diese sollen zusammen mit allen weiteren relevanten Größen – Größe des Restprojektes, Anzahl der Teammitglieder usw. – über geeignete Kennzahlen in die Modellbildung einfließen.

Das Modell sollte dabei im Projektverlauf mindestens in jedem Entscheidungspunkt⁴³³ angewendet werden, um eine Entscheidung über Projektabbruch oder Projektweiterführung regelmäßig zu überprüfen. Dabei sind die identifizierten Größen bei jeder Modellanwendung mit aktuellen Erfahrungs- und Schätzwerten neu zu bewerten und zu kommunizieren. Dies führt bei regelmäßiger Modellanwendung zu einem reduzierten Risikomanagement-Kreislauf im Projektverlauf.⁴³⁴

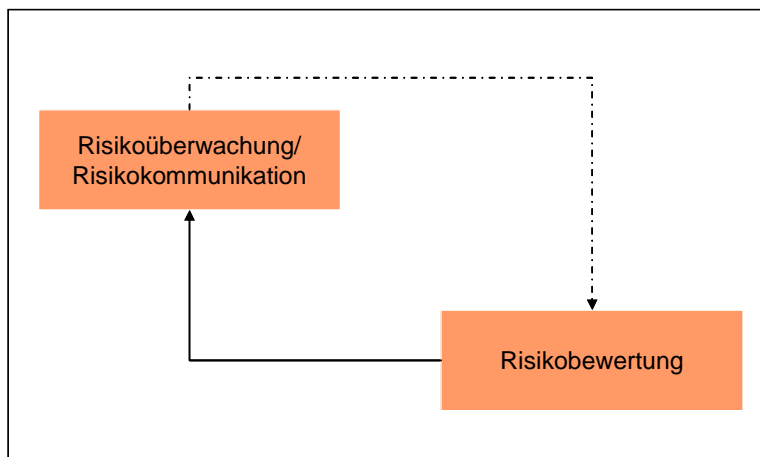


Abbildung 47: Reduzierter Risikomanagement-Kreislauf der Modellanwendung⁴³⁵

⁴³³ Vgl. hierzu die in Kapitel 4.5 definierten Entscheidungspunkte

⁴³⁴ Werden zusätzliche neue, bisher nicht bewertete Risiken berücksichtigt, muss unter Umständen der gesamte Risikomanagement-Kreislauf erneut durchlaufen werden (vgl. hierzu Kapitel 6.1). Es soll jedoch hier davon ausgegangen werden, dass sich die Art der identifizierten Risiken bei wiederholter Modellanwendung nicht verändert, sondern lediglich deren Bewertung.

⁴³⁵ Eigene Darstellung in einer Weiterentwicklung und Anpassung des ursprünglichen Risikomanagement-Kreislaufs nach Gaulke (2004), S.9; der Pfeil zwischen Risikoüberwachung/Risikokommunikation zurück zur Risikobewertung wird dabei gestrichelt dargestellt, da die identifizierten Risiken nur bei veränderten Erfahrungs- oder Schätzwerten neu bewertet werden müssen.

Die Unsicherheit bei der Schätzung des Projekt(rest)aufwands nimmt dabei im Projektverlauf immer weiter ab, da

- die abzuschätzende Zeitspanne bis Projektende immer kürzer wird und
- immer detailliertere Erfahrungswerte über die Projektrisiken vorliegen.

BUNDSCHUH/FABRY veranschaulichen diesen Sachverhalt – mit Bezug zu den klassischen Phasen eines Softwareentwicklungsprojektes - in folgender Graphik:

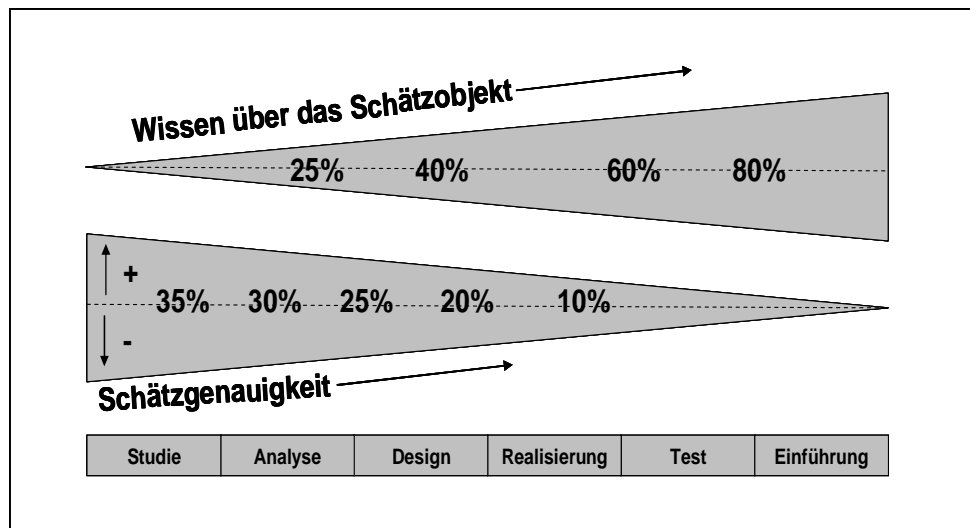


Abbildung 48: Schätzgenauigkeit im Projektfortschritt⁴³⁶

Eine strukturierte Überwachung des komplexen Systems „Projekt“ – seiner Zielerreichung, Termintreue und Risiken – wird der Disziplin des Projektcontrollings zugeordnet. Diese soll im Folgenden inhaltlich erläutert und in Hinblick auf die hier angestrebte Zielsetzung abgegrenzt werden.

⁴³⁶ Vgl. Bundschuh/Fabry (2004), S.34

7.2.2 Definitivische Abgrenzung: Projektcontrolling

Controlling im Allgemeinen dient der Steuerung komplexer Systeme in arbeitsteiligen Gesellschaften.⁴³⁷ Es soll dabei die Rationalität der Führung sichern.⁴³⁸ Da jede Entscheidung in Projekten unter Unsicherheit getroffen wird, ist deren Identifikation und Eingrenzung eine zentrale Aufgabe des Projektcontrollings.⁴³⁹

Der Begriff „Projektcontrolling“ wird in der Literatur häufig synonym zum Begriff „Projektmanagement“ verwendet. Tatsächlich ist jedoch das Projektcontrolling nur ein Teilbereich des Projektmanagements.⁴⁴⁰

Eine Trennung in operatives und strategisches Projektmanagement⁴⁴¹ wird hierbei auf Teilbereichsebene fortgeführt und prägt eine Unterscheidung in operatives und strategisches Controlling.⁴⁴² Beim operativen Controlling⁴⁴³ wird davon ausgegangen, dass der Zielzustand, in den das System überführt werden soll, unverändert bleibt. Der Fokus liegt darauf, diesen Zielzustand in geplanter Weise zu erreichen.⁴⁴⁴ Strategisches Controlling löst sich hingegen von einem statischen Zielbegriff und sieht den Zielzustand des zu steuernden Systems als variabel an.⁴⁴⁵

Die in dieser Arbeit zu treffende Entscheidung über Abbruch oder Weiterführung eines Projektes kann keiner der beiden Ausrichtungen klar zugeordnet werden, ist jedoch eher unter dem Begriff des strategischen Projektcontrollings zu sehen. Der Zielzustand ist insofern variabel, als eine Entscheidung für oder gegen eine Weiterführung des Projektes und somit für oder gegen das Erreichen dieses Zielzustandes getroffen wird. Dies muss als strategische Entscheidung gewertet werden. Jedoch wird das Postulat der Variabilität auf diese bivalente Entscheidung reduziert. Weitere Projektmodifikationen sollen dabei nicht berücksichtigt werden, was auch eine Ein-

⁴³⁷ vgl. Kütz (2003), S.1

⁴³⁸ vgl. Weber/Schäffer (2000), S.190 zitiert nach Kütz (2003), S.2; zur Rationalität von Abbruchentscheidungen und dafür relevanten psychologischen Effekten vgl. Kapitel 8.2

⁴³⁹ vgl. Kütz (2003), S.1f.

⁴⁴⁰ Vgl. Bundschuh/Fabry (2004), S.63 für die letzten beiden Sätze

⁴⁴¹ Vgl. Kapitel 3.6.1

⁴⁴² Vgl. Bundschuh/Fabry (2004), S.64

⁴⁴³ es wird dabei auch vom „normalen“ Controlling gesprochen; vgl. Kütz (2003), S. 6

⁴⁴⁴ vgl. Kütz (2003), S.6 für die letzten beiden Sätze

⁴⁴⁵ vgl. Kütz (2003), S. 7

ordnung beim operativen Projektcontrolling rechtfertigen würde. Auch muss die Erhebung der in der Modellbildung verwendeten Kennzahlen dem operativen Projektcontrolling zugeordnet werden.⁴⁴⁶

Die Arbeit widerspricht dabei der von KÜTZ(2003) vertretenen Meinung, Nutzenbestimmung oder Wirtschaftlichkeitsrechnung für Projekte gehörten nicht zum IT-Controlling, da die Darstellung und Rechtfertigung des Kapitaleinsatzes in einem IT-Projekt dem Auftraggeber oblägen.⁴⁴⁷ Da die für eine periodische oder permanente Wirtschaftlichkeitsbeurteilung eines laufenden Softwareentwicklungsprojektes notwendigen Daten aus den vorhandenen Kennzahlen eines etablierten IT-Controllings abgeleitet werden sollen, muss auch eine kennzahlengestützte Bewertung der Weiterführung eines Projektes hier angesiedelt und von dort kommuniziert werden.⁴⁴⁸ Dass diese Entscheidung in letzter Konsequenz möglicherweise an übergeordneten Stellen getroffen wird, soll jedoch nicht in Abrede gestellt werden.

7.2.3 Die Verwendung von Kennzahlen im Projektcontrolling

7.2.3.1 Definitive Abgrenzung: Kennzahlen und Kennzahlensysteme

GEORGE hat in seiner Arbeit über Kennzahlen für das Projektmanagement aufgezeigt, dass Kennzahlen und Kennzahlensysteme gerade als Controlling-Instrumente im Bereich von Projekten sinnvoll eingesetzt werden können. Trotz der hohen Relevanz existieren derzeit wenige Veröffentlichungen, die sich mit dem Einsatz von Kennzahlen im Projektmanagement systematisch befassen.⁴⁴⁹ Auch in der Literatur zu Softwareentwicklungsprojekten im Speziellen werden häufig nur einzelne Kennzahlen beispielhaft herausgegriffen und erläutert, ohne in den übergeordneten Gesamtzusammenhang eines Kennzahlensystems eingeordnet zu werden. Speziell über

⁴⁴⁶ Auch in der Literatur werden die Grenzen zwischen strategischem und operativem Controlling als fließend betrachtet; vgl. Kütz (2003), S.7

⁴⁴⁷ vgl. Kütz (2003), S.10

⁴⁴⁸ Auch Bundschuh/Fabry (2004) sehen die Aufwandschätzung als Hauptinstrument des Projektcontrollings und Basis für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von IT-Projekten. Hier wird keine Trennung zwischen der Entscheidung über Wirtschaftlichkeit und der operativen Controllingaufgabe der Aufwandschätzung und Überwachung vorgenommen.

⁴⁴⁹ Vgl. George (1999), S.4 für die letzten beiden Sätze

Kennzahlensysteme in Projekten existieren kaum umfassende Werke auf wissenschaftlichem Niveau.⁴⁵⁰

Jedoch stimmt die Literatur über die Funktionen von Projektcontrolling weitgehend überein:

- Planung (Festlegung von Kennzahlen)
- Informationsbeschaffung
- Kontrolle
- Steuerung⁴⁵¹

Um diese Funktionen zu erfüllen, werden die Zustände eines Systems mit Hilfe von Kennzahlen messbar und damit beschreibbar gemacht.⁴⁵²

Kennzahlen⁴⁵³ sind

„Zahlen, die quantitativ erfassbare Sachverhalte in konzentrierter Form erfassen.“⁴⁵⁴

Hierbei wird einem weiten Kennzahlenbegriff gefolgt, der sowohl absolute Zahlen als auch Verhältniszahlen und mathematisch verknüpfte Zahlen als Kennzahlen zulässt.

Kennzahlen, die einzelne Faktoren – bspw. die Produktivität – abbilden, können nur einen engen Ausschnitt eines komplexen Systems darstellen. Die Verwendung von Kennzahlen gibt somit nur ein grobes Abbild der Realität wider.⁴⁵⁵ Um ein System, beispielsweise ein Projekt, in seiner Gesamtheit beschreiben zu können – wie in dieser Arbeit angestrebt – müssen mehrere Kennzahlen herangezogen werden. Diese sollen die relevanten Sachverhalte in verdichteter Form wiedergeben und werden als „Kennzahlensystem“ bezeichnet. Jedoch kann auch ein Kennzahlensystem nur als

⁴⁵⁰ Vgl. George (1999), S.27

⁴⁵¹ Vgl. Bundschuh/Fabry (2004) S. 64 für die Aufzählung

⁴⁵² vgl. Kütz (2003), S.4

⁴⁵³ Synonym werden gebraucht: Kennziffer, Kontrollzahl, Kontrollziffer, Messzahl, Richtzahl, Standardzahl, Schlüsselzahl usw. In dieser Arbeit wird ausschließlich von Kennzahlen gesprochen. Sie folgt dabei dem Vorschlag von George (1999), S.29

⁴⁵⁴ Kütz (2003), S.4

⁴⁵⁵ vgl. Kütz (2003), S. 4

unvollständiges Abbild der Realität gewertet werden; es soll diese jedoch bestmöglich beschreiben.

„Ein Kennzahlensystem ist eine geordnete Gesamtheit von Kennzahlen, die in einer Beziehung zueinander stehen und so als Gesamtheit über einen Sachverhalt vollständig informieren.“⁴⁵⁶

Die begriffliche Abgrenzung zwischen der Entwicklung einer Kennzahl und der Entwicklung eines Kennzahlensystems gestaltet sich für diese Arbeit komplex. Es werden mehrere Kennzahlen zur Abbildung der als relevant identifizierten Größen herangezogen, die durch die Modellanwendung zu einer Spitzenkennzahl verknüpft werden.⁴⁵⁷ Das Modell als Ganzes kann somit als Kennzahlensystem verstanden werden, dessen Ergebnis eine verdichtete Einzelkennzahl darstellt.

Es wird folglich für diese Arbeit die verdichtete Spitzenkennzahl als „Kennzahl“ bezeichnet, die darin mathematisch verknüpften Kennzahlen in ihrer Einzelbetrachtung wiederum als „Kennzahlen“ betitelt, die Gesamtheit des Modells jedoch als Kennzahlensystem definiert.

7.2.3.2 Definition von Anforderungen an die Kennzahlen des Entscheidungsmodells

Um bezeichnete Ausschnitte der Realität durch Kennzahlen geeignet abbilden zu können, müssen diese drei Merkmale erfüllen:⁴⁵⁸

- (1) „der Maßgrößencharakter, d.h. , daß Kennzahlen quantitative Begriffe sind, die numerische Aussagen über die betrachteten realen Tatbestände ermöglichen“⁴⁵⁹

⁴⁵⁶ Kütz (2003), S.5

⁴⁵⁷ Detaillierte Ausführungen zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit anhand einer verdichteten Kennzahl, eine geeignete Methodenauswahl sowie psychologische Effekte finden sich in Kapitel 8. Daher soll an dieser Stelle dem nicht vorgegriffen werden.

⁴⁵⁸ George (1999), S.30 verdichtet zahlreiche Literatur zu Merkmalen von Kennzahlen zu diesen drei wesentlichen Punkten. Eine Aufzählung der zugrunde liegenden Literatur findet sich bei George (1999), S. 30

⁴⁵⁹ George (1999), S.30

- (2) „der Entscheidungs- und Informationsbezug, d.h., daß Kennzahlen eine problemorientierte Bereitstellung entscheidungsrelevanter Daten für komplizierte Entscheidungssituationen ermöglichen.“⁴⁶⁰
- (3) der Verdichtungscharakter, d.h. dass Kennzahlen über wichtige Sachverhalte und Zusammenhänge in konzentrierter Form informieren.⁴⁶¹

Diese Merkmale stellen die Grundlage einer Anforderungsdefinition für die hier verwendeten Einzelkennzahlen sowie die aggregierte Spitzenkennzahl dar. Darauf aufbauend werden im Folgenden die bei GEORGE(1999) und KÜTZ(2003) gestellten Anforderungen an Kennzahlen- und Kennzahlensysteme der spezifischen Zielsetzung der Arbeit angepasst und vor dem Hintergrund der hier vorgenommenen Modellbildung konkretisiert.

Dabei werden als Anforderungen definiert:⁴⁶²

- (1) Zielkonformität

Ziel der Arbeit ist es eine geeignete Entscheidungsgrundlage für eine Entscheidung über Projektabbruch oder -weiterführung zu geben. Dies betont den „Entscheidungs- und Informationsbezug“⁴⁶³ der Spitzenkennzahl des entwickelten Modells. Die in ihr verdichteten Einzelkennzahlen müssen dabei der Problemstellung gemäß ausgewählt⁴⁶⁴ und geeignet verknüpft⁴⁶⁵ werden.

- (2) Zeitlich ganzheitliche Betrachtung

Die Modellbildung basiert auf aktuellen Projektdaten und Unternehmenszielen, die zusammen mit vergangenheitsbezogenen Erfahrungswerten in die Projektbewertung eingehen. Zudem können rein zukunftsbezogene Schätz-

⁴⁶⁰ George (1999), S.30

⁴⁶¹ vgl. George (1999), S.30

⁴⁶² Eine allgemeine, sehr ausführliche Auflistung von Anforderungen an Kennzahlensysteme findet sich bei George (1999), S. 53-61. In dieser Arbeit werden jedoch die Anforderungen spezifisch auf die hier zu entwickelnde Kennzahl definiert. Dabei lehnt vorliegende Arbeit sich an die von George (1999) ermittelten Anforderungen an, konkretisiert diese jedoch für die Zielsetzung der Arbeit. Auch die Erkenntnisse von Kütz (2003), S.5 und Jugel (2003), S.34 fließen dabei ergänzend in die Auflistung ein.

⁴⁶³ George (1999), S.30

⁴⁶⁴ Auswahl anhand der Risikoidentifikation und -analyse in Kapitel 6, der daraus abgeleiteten Leitfragen in Kapitel 7.1, der in Kapitel 7.2.3.3 analysierten Kennzahlennutzung sowie der Verfahrensauswahl in Kapitel 8, 9 und 10.

⁴⁶⁵ Basierend auf das in Kapitel 8 ausgewählte Bewertungsverfahren.

werte, beispielsweise über Marktentwicklungen, integriert werden. Das Modell umfasst somit das gesamte Zeitspektrum Vergangenheit – Gegenwart – Zukunft und kann flexibel an die jeweilige Datenlage angepasst werden.

(3) Minimalität

KÜTZ hebt die Minimalität als Anforderung an Kennzahlensysteme hervor.⁴⁶⁶ Demzufolge muss ein Kennzahlensystem das zu steuernde System hinreichend genau beschreiben um als aktive Entscheidungsgrundlage herangezogen werden zu können. Jedoch gilt es, möglichst wenige, wirklich benötigte Kennzahlen zu nutzen, um einerseits eine transparente Entscheidung zu ermöglichen und andererseits der Wirtschaftlichkeit der Kennzahlenerhebung Rechnung zu tragen.⁴⁶⁷ Dem folgend werden nur als relevant identifizierte Sachverhalte in das Modell integriert.⁴⁶⁸ Die Verdichtung zu einer einzelnen Spitzenkennzahl trägt durch ihre Signalwirkung zum einen der eingeschränkten Verarbeitungskapazität der Entscheidungsträger Rechnung. Zum anderen soll sie psychologischen Effekten bei Projektabbruchentscheidungen entgegenwirken.⁴⁶⁹

(4) Nachvollziehbarkeit

“Den einzelnen Kennzahlen eines Kennzahlensystems sind Erläuterungen beizufügen, die über die genauen Definitionen, Erhebungsmöglichkeiten, Einsatzrestriktionen sowie die jeweilige Aussagefähigkeit informieren [...]“⁴⁷⁰ Dem folgend werden in der Modellbildung alle einfließenden Kennzahlen detailliert aufgelistet. Kapitel 12.1 stellt zudem die Möglichkeit einer mehrdimensionalen graphischen Darstellung der im Modell verknüpften Größen dar.

(5) Wirtschaftlichkeit

Um zusätzliche Aufwände für die Datenermittlung zu minimieren, soll – soweit möglich – auf bereits verbreitete Kennzahlen im Bereich des Projektma-

⁴⁶⁶ Kütz (2003), S.5

⁴⁶⁷ Vgl. Kütz (2003), S.5 und S.34 für die letzten drei Sätze. Wirtschaftlichkeit bei der Kennzahlenerhebung bedeutet dabei, dass der Nutzen der Kennzahlenermittlung deren Aufwand übersteigen muss.

⁴⁶⁸ Vgl. auch die Anmerkungen zum Punkt „Zielkonformität“

⁴⁶⁹ Vgl. Kapitel 8.2

⁴⁷⁰ George (1999), S. 58

agements aber auch anderer Unternehmensbereiche zurückgegriffen werden. Zu diesem Zweck werden schwerpunktmäßig die Untersuchungen von GEORGE(1999) und VOLLAND(2005) ausgewertet, welche in Kapitel 7.2.3.3 detailliert dargestellt werden.

(6) Aktualität

Gemäß den Untersuchungen von GEORGE stellen veraltete Kennzahlenwerte eines der größten Probleme beim Einsatz von Kennzahlen im Projektmanagement dar.⁴⁷¹ Von 22% der befragten Unternehmen wurden veraltete Kennzahlen beklagt.⁴⁷² Daher soll für diese Arbeit auf eine laufende quantitative Erhebbarkeit der einfließenden Größen geachtet werden. Auch wird für einzelne Kennzahlen ein möglicher Rückgriff auf in wissenschaftlichen Veröffentlichungen angegebene Standardwerte angegeben.

An diesen definierten Anforderungen werden im Folgenden sowohl die zu verknüpfenden Einzelkennzahlen als auch die zu entwickelnde Spitzenkennzahl ausgerichtet.

7.2.3.3 Datenerfassung und Kennzahlennutzung in der Projektmanagement-Praxis

Im vorausgegangenen Kapitel 7.2.3.2 wurden Anforderungen an Kennzahlen und Kennzahlensysteme definiert. Die Forderung nach Wirtschaftlichkeit und Aktualität der in das Modell zu integrierenden Kennzahlen legt einen Rückgriff auf allgemein bekannte und im Projektumfeld bereits verbreitete Kennzahlen nahe. Dies soll zudem Akzeptanz- und Verständnisproblemen bei der Modellanwendung entgegenwirken.⁴⁷³

Jedoch existieren derzeit nur wenige Untersuchungen zur Datenerhebung und Kennzahlenverwendung in der Projektmanagement-Praxis im deutschsprachigen Raum, auf welchem der Fokus dieser Arbeit liegt.

⁴⁷¹ Vgl. George (1999), S.226, Frage 17

⁴⁷² Vgl. George (1999), S.110

⁴⁷³ Nach George wurden auf die Frage „Welche Probleme sind in Ihrem Unternehmen beim Einsatz von Kennzahlen im Projektmanagement aufgetreten?“ von 19% „Ablehnung der Kennzahlen durch die Mitarbeiter“ und von 9% Verständnisschwierigkeiten angegeben. Vgl. George (1999), S.226f.

Lediglich die Untersuchung von GEORGE(1999) zum „Einsatz projektbezogener Kennzahlen“⁴⁷⁴ konnten als für diese Arbeit geeignet identifiziert werden. Ergänzend soll die Befragung von VOLLAND(2005) zur „Erfassung und Nutzung von historischen Projektdaten“ als Sammlung von Expertenmeinungen herangezogen werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden im Folgenden überblickhaft dargestellt und ausgewertet.

Analyseschwerpunkt dieser Studien sind jedoch Projekte im Allgemeinen; somit sind sie nicht auf die Spezifika von Softwareentwicklungsprojekten zugeschnitten. Um deren spezifischen Anforderungen bei der Kennzahlenidentifikation Rechnung zu tragen, müssen ergänzend Kennzahlen aus verbreiteten Verfahren zur Aufwandsschätzung⁴⁷⁵ und Ertragsprognose abgeleitet werden, um die relevanten Größen geeignet abbilden zu können.⁴⁷⁶

7.2.3.3.1 Untersuchung zur Erfassung und Nutzung historischer Projektdaten

Die von VOLLAND 2005 durchgeführte Untersuchung beschäftigt sich mit der Frage, inwieweit in der Projektmanagement-Praxis Erfahrungswerte bereits abgeschlossener Projekte ausgewertet, abgelegt und für nachfolgende Projekte genutzt werden.⁴⁷⁷

An der Befragung nahmen mit 80% schwerpunktmäßig Unternehmen der IT-Branche teil.⁴⁷⁸ Im Durchschnitt wurden in den von ihnen durchgeführten Projekten 18 Mitarbeiter beschäftigt.⁴⁷⁹ Die durchschnittliche Projektdauer über alle untersuchten Projekte betrug 17 Monate.⁴⁸⁰

⁴⁷⁴ George (1999), Kapitel 3.3

⁴⁷⁵ Auch Volland (2005) S.4 vertritt die Auffassung, dass sich im Softwarebereich etablierte Kennzahlen teilweise aus verwendeten Aufwandsschätzmethoden ergeben. Er nennt hier beispielhaft die Function Point Methode, die in dieser Arbeit in Kapitel 9.3 detailliert dargestellt wird.

⁴⁷⁶ Vgl. hierzu die Ausführungen in Kapitel 9 und 10

⁴⁷⁷ Vgl. Volland (2005), S.3

⁴⁷⁸ Vgl. Volland (2005), S.3

⁴⁷⁹ Vgl. Volland (2005), S.10

⁴⁸⁰ Vgl. Volland (2005), S.10

Bei der Studie von VOLLAND handelt es sich nicht um eine repräsentative Umfrage. Vielmehr soll ein Erfahrungs- und Meinungsbild verschiedener, leitender Rollen⁴⁸¹ im Projektmanagement ermittelt werden. Da gerade die Sichtweise dieser Schlüsselrollen maßgeblich für die Akzeptanz von Kennzahlen im Projektmanagement ist, werden die Ergebnisse der Untersuchung für diese Arbeit als relevant erachtet. Auch ist durch die Auswahl der befragten Personen davon auszugehen, dass der Untersuchungsgegenstand verstanden wurde und die Antworten sowohl praktisch als auch theoretisch fundiert sind.⁴⁸²

Die Befragung gliederte sich dabei in 5 Teilbereiche:⁴⁸³

- Allgemeine Inhalte
- Finanzdaten
- Zugriff und Verwendung
- Gewonnene Erkenntnisse
- Demographische Daten.

Die Ergebnisse werden hier nur soweit dargestellt, als sie für diese Arbeit als relevant erachtet werden

Überraschendes Ergebnis der Studie ist, dass zwar von 67% der Befragten während oder zum Abschluss eines Projektes einen Lessons Learned Workshop, eine Projektretrospektive⁴⁸⁴ oder andere Auswertungsformen durchgeführt werden;⁴⁸⁵ jedoch werden nur bei 24% deren Ergebnisse geordnet in einer Datenbank hinterlegt.⁴⁸⁶ Eine strukturierte Ablage der ermittelten Erfahrungswerte ist jedoch notwendige Bedingung, um diese für nachfolgende Projekte nutzen zu können.

Auch beim Vorliegen strukturierter und zentral abgelegter Erfahrungswerte ist deren Verwendung in der Aufwandsschätzung insofern problematisch, als zahlreiche

⁴⁸¹ Befragt wurden: Programm-Manager, Projektmanager/Projektleiter, Teilprojektleiter, QS-Manager; vgl. Volland (2005), S.5

⁴⁸² Vgl. Volland (2005), S.5

⁴⁸³ Vgl. Volland (2005) für die Aufzählung

⁴⁸⁴ Der Begriff Projektretrospektive wurde v.a. von Norman L. Kerth geprägt. Zum Vorgehen bei der Projektauswertung und Datenstrukturierung wird auf Kerth(2003) verwiesen.

⁴⁸⁵ Vgl. Volland (2005), S.6

⁴⁸⁶ Vgl. Volland (2005), S.6

Kenngößen von spezifischen Projektbedingungen abhängen. Beispielsweise wird die Produktivität des Projektteams neben Erfahrung und Fachwissen auch von der Größe und Komplexität des Gesamtprojektes bestimmt.⁴⁸⁷ Gemäß der Befragung von VOLLAND wird dieser Tatsache nur von 41% der Befragten dahingehend Rechnung getragen, dass Projekte bei der Datenerfassung nach inhaltlichen Aspekten (bspw. Projektart, Größe oder Komplexität) kategorisiert werden.⁴⁸⁸

Inhaltlich wurden von den Befragten im Bereich der Datenerfassung v.a. die Verwendung von Metriken zur Kosten-/Aufwandsschätzung⁴⁸⁹, sowie Nachkalkulationen und Produktivitätsmessung der einzelnen Mitarbeiter angesprochen.⁴⁹⁰ Zudem werden Daten zu Risikomanagement (Risikolisten, Kategorien, Maßnahmen, Kosten) sowie alle Arten von Kennzahlen als wünschenswerte Informationen in einer historischen Projektdatenbank gesehen.⁴⁹¹

Die Zugriffsmöglichkeiten auf die erfassten Projektdaten sowie deren Verwendung müssen durchwegs als zu gering bewertet werden. Bei lediglich 25% der Unternehmen verfügen die Projektmanager über Zugriff auf alle historischen Werte.⁴⁹² Nur 13% verwenden diese bei konkreten Schwierigkeiten während des Projektverlaufs.⁴⁹³

Im Bereich des Risikomanagements ist jedoch der Rückgriff auf Auswertungen früherer Projekte vermehrt gegeben: Hier geben 50% der Befragten an, auf historische Daten zurückzugreifen.⁴⁹⁴ Dies lässt darauf schließen, dass in vielen Unternehmen gut verwertbare Erfahrungswerte zu häufig auftretenden Risiken ermittelt und abgelegt werden. Das stützt die Forderung dieser Arbeit nach einer Berücksichtigung dieser Risikogrößen in eine Entscheidung über Projektabbruch- oder Weiterführung.

„Abschließend ist zu sagen, das die Nutzung historischer Projektdaten relativ weit verbreitet ist [...] Das Nutzenpotential ist bei den meisten Unternehmen [jedoch]

⁴⁸⁷ Vgl. hierzu die Ausführungen in Kapitel 9.3.2.2

⁴⁸⁸ Vgl. Volland (2005), S.6

⁴⁸⁹ 40% der Befragte nutzen bereits entsprechende Metriken. Vgl. Volland (2005), S.7

⁴⁹⁰ Vgl. Volland (2005), S.7

⁴⁹¹ Vgl. Volland (2005), S.8

⁴⁹² Vgl. Volland (2005), S.8

⁴⁹³ Vgl. Volland (2005), S.9

⁴⁹⁴ Vgl. Volland (2005), S.8

nicht erreicht, so dass sich hier für fast alle Projektmanager noch Handlungsspielraum ergibt.⁴⁹⁵ Vorliegende Arbeit berücksichtigt die Ergebnisse der Befragung von VOLLAND dahingehend, dass dieses Potential v.a. in Bezug auf die Risikobewertung des Restprojekts ausgeschöpft werden soll, um eine fundierte Entscheidungshilfe zu geben. Auch werden die Verwendung von Softwaremetriken und ein daraus abgeleitetes Produktivitätsmaß in Kapitel 9.3 ausführlich analysiert. Durch die Identifikation und Verknüpfung relevanter Einzelkennzahlen sollen zudem Hinweise auf eine geeignete Datenerhebung und -auswertung gegeben werden.

7.2.3.3.2 Verbreitung projektbezogener Kennzahlen

Die Befragung von VOLLAND untersuchte die Datenerhebung und -nutzung im Projektmanagement weitgehend abstrakt. Analyseschwerpunkt waren dabei die strukturellen und methodischen Grundlagen; auf Detailbetrachtungen, wie z.B. die Verbreitung einzelner Kennzahlen, wurde weitgehend verzichtet.

Die im Folgenden dargestellte empirische Untersuchung von GEORGE hingegen hat das Ziel festzustellen, ob und in welchem Umfang konkrete Kennzahlen und Kennzahlensysteme in der praktischen Projektarbeit eingesetzt werden. Anspruch dieser Studie ist – abstrahiert von der Projektart – allgemeingültige Kennzahlen für das Projektmanagement zu ermitteln. Branchen wie Energieerzeugung, Verkehrstechnik, Anlagenbau, chemische Industrie, elektrotechnische Industrie, Telekommunikation, Automobilindustrie sowie das Baugewerbe wurden darin berücksichtigt.⁴⁹⁶ Aufgrund ihrer breiten Ausrichtung kann diese Studie für das Projektmanagement im Allgemeinen – somit auch für die Durchführung von Softwareentwicklungsprojekten – hilfreiche Erkenntnisse liefern. Sie stellt eine gute Datenbasis für die Abschätzung der Bedeutung einzelner Kennzahlen und Kennzahlensysteme in der Praxis dar.

Die Auswertung der Untersuchung ergab eine hohe Einsatzbreite von Kennzahlen im Bereich des Projektmanagements. Es zeigte sich, dass „in 84% der Unternehmen bei der Durchführung von Projekten Kennzahlen verwendet werden [...] Der Groß-

⁴⁹⁵ Volland (2005), S.11

⁴⁹⁶ Vgl. George (1999), S. 107 für die letzten drei Sätze; detaillierte Informationen über Aufbau, Zeitraum und Umfang der Studie finden sich bei George (1999), S. 107f.

teil der Unternehmen, die projektbezogene Kennzahlen verwenden, setzen Kennzahlen „regelmäßig“ (66%) oder sogar „häufig“ (28%) ein.⁴⁹⁷

GEORGES Untersuchungen bestätigen den für diese Arbeit angenommenen Bedeutungsgewinn von Kennzahlen im Projektfortschritt. Neben der Phase der Konzeptfindung liegt der Schwerpunkt der Kennzahlenverwendung v.a. in der Entwicklungs- und Realisierungsphase von Projekten.

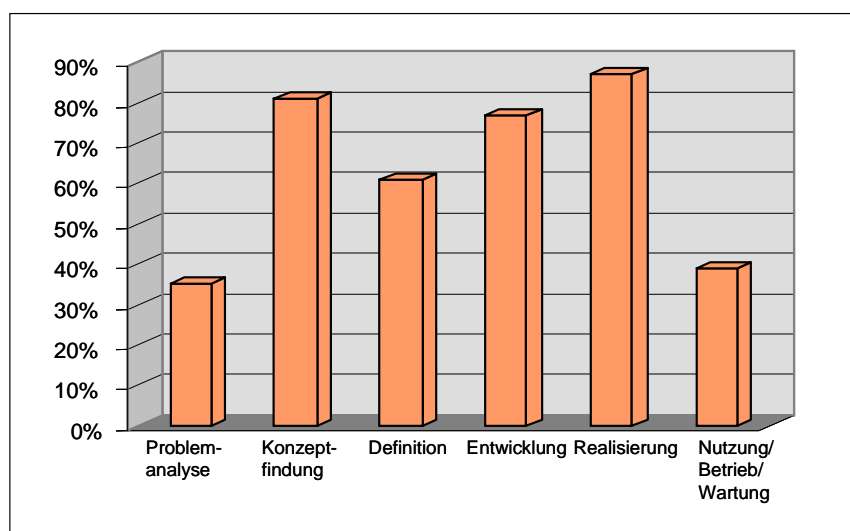


Abbildung 49: Kennzahlenverwendung nach Projektphasen⁴⁹⁸

Diese Tatsache stützt die hier vertretene Auffassung, dass eine Projektbewertung nur zum Zeitpunkt der Projektauswahlentscheidung nicht ausreicht. Vielmehr kann in späteren Phasen neben Erfahrungswerten auch auf Kennwerte aus dem betrachteten Projekt selbst zurückgegriffen werden, wodurch die Datenbasis für eine Projektbewertung sich sukzessive verbessert.⁴⁹⁹ Das Untersuchungsergebnis, dass in der Praxis bereits heute auch in späteren Projektphasen Kennzahlen umfangreich erhoben und genutzt werden, erhöht die Akzeptanz eines kennzahlenbasierten Modells und minimiert zusätzlichen Erhebungsaufwand.

⁴⁹⁷ George (1999), S.108

⁴⁹⁸ Eigene Darstellung basierend auf den Ergebnissen von George (1999), S.219, Frage 4; George legt dieser Frage ein Phasenmodell zu Grunde, das den gesamten Projektlebenszyklus inklusive der Nutzung des Projektergebnisses berücksichtigt. Dies entspricht nicht der in dieser Arbeit verwendeten Phaseneinteilung (vgl. hierzu die Ausführungen in Kapitel 3.6.2); die Ergebnisse zur Kennzahlennutzung können jedoch davon unabhängig verwendet werden.

⁴⁹⁹ Dadurch bedingt nimmt auch die Unsicherheit in der Projektbewertung sukzessive ab, wie die bereits in Kapitel 7.2.1 eingeführte Graphik nach Bundschuh/Fabry (2004), S.34 zeigt.

Auf die Frage nach den fünf wichtigsten Kennzahlen für die Planung, Steuerung und Kontrolle von Projekten erzielte George folgende Ergebnisse:⁵⁰⁰

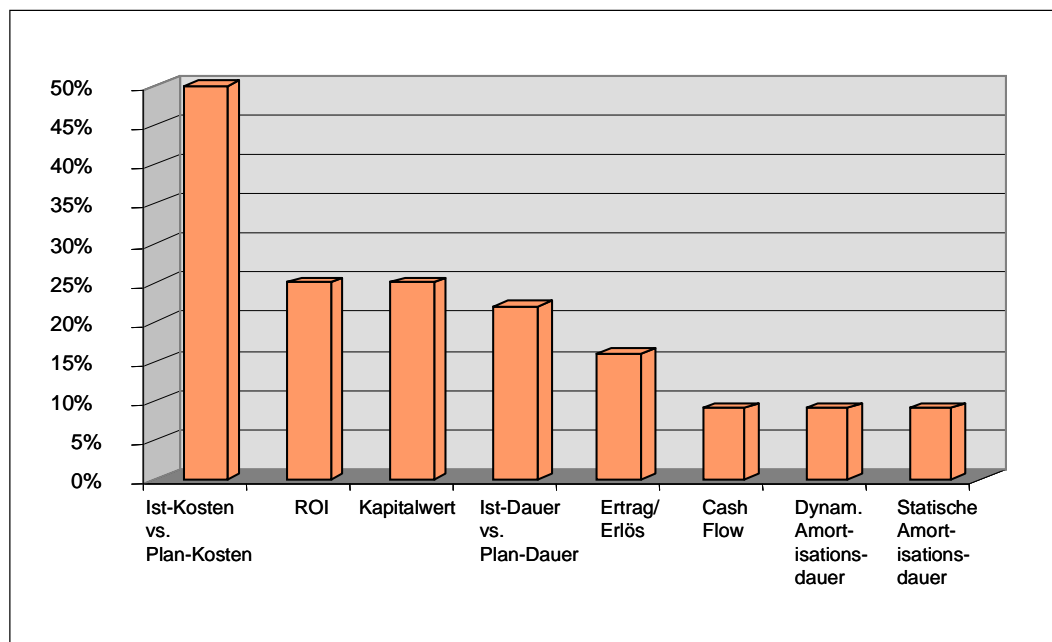


Abbildung 50: Die 5 wichtigsten Kennzahlen nach George⁵⁰¹

Neben der Größe „Ist-Kosten vs. Plankosten“ erzielen der ROI⁵⁰² und der Kapitalwert führende Positionen (je ca.25%). Letztere beide stellen verdichtete Kenngrößen für eine Bewertung des Projektes in einer ganzheitlichen Betrachtung dar.⁵⁰³ Die Größe „Ist-Kosten vs. Plankosten“ hingegen deckt nur den Teilaspekt „Kosten/Aufwand“ – ohne Bezug zur Leistungserbringung oder Ertragerwartung – ab. Trotz ihrer hohen Verbreitung muss diese Kennzahl daher für eine Wirtschaftlichkeitsbewertung des (Rest-)Projektes in seiner Gesamtheit als unzweckmäßig eingestuft werden. Dem entsprechend legt die, im nachfolgendem Kapitel 8, vorgenommene Methodenauswahl ihren Fokus auf ganzheitliche Bewertungsverfahren und berücksichtigt dabei u.a. die hier ermittelte Priorisierung.

⁵⁰⁰ Vgl. George (1999), S.218, Frage 3: „Welches sind die 5 wichtigsten Kennzahlen, die in Ihrem Unternehmen bei der Planung, Steuerung und Kontrolle von Projekten verwendet werden?“

⁵⁰¹ eigene Darstellung nach George (1999), S.218

⁵⁰² „Der Return on Investment (ROI) wird als Quotient aus Gewinn und eingesetztem Kapital berechnet.“ Bühner (2004b), S.151

⁵⁰³ Vgl hierzu auch den Methodenüberblick in Kapitel 8.3

Im Folgenden werden die weiteren Ergebnisse der Befragung in Hinblick auf Bekanntheitsgrad und Verwendung zahlreicher Einzelkennzahlen überblickhaft dargestellt.⁵⁰⁴ Die farbig hinterlegten Felder signalisieren Kennzahlen mit hohem Bekanntheits- und/oder Verbreitungsgrad, die in einem engen, inhaltlichen Zusammenhang mit den in Kapitel 7.1 ermittelten Risikoleitfragen stehen. Jedoch muss – wie oben bereits erwähnt – berücksichtigt werden, dass diese Kennzahlen projektartübergreifend identifiziert wurden. Einige davon können dadurch nicht direkt in ein Modell, das auf die Besonderheiten von Softwareentwicklungsprojekten abgestimmt ist, übernommen werden. Beispielsweise muss eine Maßeinheit für die Kenngröße „Arbeitspakete“ in Softwareentwicklungsprojekten als unterschiedlich zu einer entsprechenden Maßeinheit in bspw. Bauprojekten angenommen werden. Es gilt somit für diese Kennzahlen projektartspezifische Entsprechungen zu identifizieren.

⁵⁰⁴ Vgl. George (1999) S. 224 Die entsprechende Frage lautet hierzu „Welche der folgenden projektbezogenen Kennzahlen kennen Sie bzw. verwenden Sie?“

	Bekannt- heitsgrad	Verwen- dungshäu- figkeit
Projektdauer (in Manntagen oder Monaten)	95%	76%
Tatsächliche Projektdauer (Ist-Dauer) im Verhältnis zur geplanten Projektdauer	84%	61%
Projektgröße (in DM oder TDM)	95%	79%
Durchschnittliche Anzahl der Projektmitarbeiter	79%	39%
Fluktuationsquote	71%	16%
Krankenstand	74%	26%
Anzahl der Arbeitspakete	79%	29%
Anzahl zeitkritischer Arbeitspakete im Verhältnis zur Anzahl aller Arbeitspakete	45%	8%
Anzahl innovativer Arbeitspakete im Verhältnis zur Anzahl aller Arbeitspakete	39%	11%
Entwicklungszeit (z.B. in Manntagen)	76%	55%
Entwicklungszeit im Verhältnis zur Bau-/ Konstruktionszeit	50%	24%
Testzeit (z.B. in Manntagen)	63%	42%
Testzeit im Verhältnis zur Bau-/Konstruktionszeit	39%	11%
Verfügbarkeit	50%	26%
Anzahl der Spezifikationsänderungen	53%	24%
Durchschnittlich benötigte Zeit je Spezifikationsänderung	53%	24%
Durchschnittlich anfallende Kosten je Spezifikationsänderung	37%	13%
Ist-Kosten im Verhältnis zu den ursprünglich geplanten Kosten	89%	68%
Kosten für von Unterauftragnehmern (Externen) erledigte Tätigkeiten im Verhältnis zu den gesamten Projektkosten	63%	42%
Projektbezogene Einnahmen im Verhältnis zu den projektbezogenen Ausgaben einer Berichtsperiode	66%	50%
Projektbezogener Cash Flow je Periode	74%	42%
Projektbezogener RoI (Return on Investment)	79%	50%
Projektbezogene Eigenkapitalrentabilität	63%	32%
Projektbezogener Kapitalwert	63%	32%
Geplante Amortisationszeit	74%	42%
Geplante Amortisationszeit im Verhältnis zur tatsächlichen Amortisationszeit	45%	13%

Tabelle 13: Bekanntheit und Verbreitung projektbezogener Kennzahlen⁵⁰⁵

⁵⁰⁵ Tabelle entsprechend George (1999), S.224f.; die Größen Projektdauer, Entwicklungszeit bzw. Testzeit wurden hierbei trotz ihrer großen Bekanntheit nicht orange hervorgehoben, da sie für das Restprojekt zu errechnen sind, und sich somit wiederum aus anderen Kennzahlen ergeben.

7.2.3.3.3 Zusammenfassung der Studienergebnisse

Führt man die Ergebnisse der beiden Studien nach VOLLAND und GEORGE in eine Gesamtbetrachtung zusammen und vergleicht diese mit den in Kapitel 7.1 identifizierten Risikoleitfragen, kann in vielen Bereichen auf bereits bekannte und/oder weit verbreitete Kennzahlen zurückgegriffen werden. Dies wird in folgender Übersichtstabelle dargestellt:

	hohe Bekanntheit/Verbreitung bei VOLLAND ermittelt
	hohe Bekanntheit/Verbreitung bei GEORGE ermittelt
	hohe Bekanntheit/Verbreitung in beiden Studien ermittelt

Größe	Abbildung
Unternehmensziele ⁵⁰⁶	Cash-Flow, ROI, Eigenkapitalrentabilität, Kapitalwert, Amortisationsdauer und darin einfließende Größen (bspw. Kalkulationszinsfuß ⁵⁰⁷)
Projektgröße	Anzahl der Arbeitspakete / Softwaremetriken
	Anzahl der Spezifikationsänderungen, Durchschnittlich benötigte Zeit je Spezifikationsänderung
Produktivität	Produktivitätsmessungen einzelner Mitarbeiter
Ressourcenverfügbarkeit	Durchschnittliche Anzahl der Projektmitarbeiter
	Fluktuationsquote
	Krankenstand

Tabelle 14: Zusammenführung der Studienergebnisse

Für die Risikogröße „Schulungsaufwand“ konnte keine Entsprechung identifiziert werden. Da jedoch in zahlreichen Studien nicht verfügbares Wissen als Misserfolgskriterium ermittelt werden konnte, soll diese Größe dennoch nicht vernachlässigt wer-

⁵⁰⁶ Entsprechend der in Kapitel 7.1 vorgenommenen Konkretisierung

⁵⁰⁷ vgl. Kapitel 8.3.3

den. In Kapitel 9.3.2.3 wird deren geeignete Abbildung und Integration in die Restaufwandsermittlung diskutiert.

Auch werden für sämtliche Marktgrößen – bspw. erwartete Absatzmenge und Marktanteile – den beiden Studien zu Folge keine Kennwerte erhoben. Dies kann einerseits darin begründet liegen, dass laut GEORGE Kennzahlen der Projektumwelt wesentlich vernachlässigt werden.⁵⁰⁸ Jedoch werden in der Literatur derartige ertragsbestimmende Kennzahlen zum Teil auch als nicht zum Projekt gehörig interpretiert. Ihre Erhebung wird auf übergeordneten Ebenen gesehen, wodurch sie möglicherweise in diesen beiden rein projektbezogenen Studien nicht erfasst werden konnten.

WALDBAUER/KÜTZ stützen diese Annahme, indem sie verschiedene Controllingobjekte und damit korrespondierende Kennzahlensysteme⁵⁰⁹ in der IT hinsichtlich ihres Erkenntnisgewinns kategorisieren.

	Input	Output	Zeit	Qualität	Kosten	Erlöse	Verfügbarkeit
Projekte	X	X	X	X	X		
Produkte/Leistungen				X		X	X
Prozesse	X	X	X	X	X		
Ressourcen				X	X		
Organisation	X	X			X	X	

Tabelle 15: Kategorisierung von Kennzahlensystemen in der IT⁵¹⁰

Dabei wird deutlich, dass innerhalb des Controllingobjektes Projekt keine Erlöskennzahlen erhoben werden. Dies spricht dafür, dass innerhalb eines Projektes auch keine Daten zur Entwicklung des Absatzmarktes oder Ähnlichem erfasst werden. Wie bereits thematisiert, wird eine derartige Aufteilung bei der Entscheidungsfindung über Projektabbruch- oder Weiterführung in dieser Arbeit als nicht sinnvoll erachtet. Jedoch soll die organisatorische Gestaltung der Kennzahlenerhebung hier nicht weiter thematisiert werden. Unabhängig von dem *Wo?* der Kennzahlenermittlung und Entscheidungsfindung im Organisationsgefüge des projektdurchführenden Unternehmens, werden in Kapitel 10 geeignete Modelle und Kennzahlen für eine Ertragsprognose analysiert und in Kapitel 11.2.5 in die Modellbildung integriert.

⁵⁰⁸ Vgl. George (1999), S.111; nur 25% der Unternehmen erheben derartige Kennzahlen

⁵⁰⁹ Vgl. Waldbauer/Kütz (2003), S.22

⁵¹⁰ entnommen aus Waldbauer/Kütz (2003), S.22

8 Methodenauswahl zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Projekten

8.1 Wirtschaftlichkeit und Projektbewertung

Die dieser Arbeit zugrunde liegende, zentrale Fragestellung ist die, nach der Wirtschaftlichkeit der Weiterführung eines bereits begonnenen Softwareentwicklungsprojektes. Vor diesem Hintergrund gilt es, ein geeignetes Bewertungsverfahren auszuwählen. Dabei wird die Annahme getroffen, dass das projektdurchführende Unternehmen dem erwerbswirtschaftlichen Prinzip folgt.

Das erwerbswirtschaftliche Prinzip geht auf E. GUTENBERG zurück. Es „besagt, dass die Unternehmung im marktwirtschaftlichen System bestrebt ist, langfristig den größtmöglichen Gewinn auf das eingesetzte Kapital zu erreichen. [...] Langfristig soll die Eigenkapitalrentabilität oder Unternehmerrentabilität maximiert werden.“⁵¹¹ EICHHORN stellt dabei der modelltheoretischen Maxime die praktische Umsetzung des erwerbswirtschaftlichen Prinzips in der Ausgestaltung der Geldzielpriorität gegenüber. Ihm zufolge wird in der „Praxis eher eine angemessene, befriedigende, durchschnittliche bzw. marktübliche Rendite auf das eingesetzte Kapital angestrebt.“⁵¹² Als Gründe werden hierfür die zum Teil konkurrierenden Ziele eines höchstmöglichen „Return on Investment“, Liquidität und Sekurität angegeben.⁵¹³ Dies wird im Folgenden als Gewinnerzielungsabsicht im weiteren Sinne bezeichnet. Gewinnerzielungsabsicht ist somit nicht auf die Gewinnmaximierung beschränkt, sondern beinhaltet auch das von EICHHORN angeführten Ziel einer angemessenen Rendite auf das eingesetzte Kapital.

Einem Projekt – als organisatorische Einheit zur Leistungserbringung in einem Unternehmen – wird in der folgenden Auswahl einer Bewertungsmethode diese Gewinnerzielungsabsicht unterstellt. Dabei werden, wie bereits in Kapitel 7.1 ausgeführt, bewusst andere Zielsetzungen nicht berücksichtigt.

⁵¹¹ Wirtschaftslexikon24.net (2008)

⁵¹² Eichhorn (2000), S.148

⁵¹³ Vgl. Eichhorn (2000), S.148

Entsprechend dieser Ausrichtung der Arbeit wurde bereits in Kapitel 7.1 als erste Leitfrage zur Projektbewertung konkretisiert⁵¹⁴:

Leitfrage 1:

Welche wirtschaftlichen Ziele verfolgt das Unternehmen zum Entscheidungszeitpunkt?

Eine Bewertung der Zielerreichung durch das Projekt und damit einhergehend eine Bewertung dessen wirtschaftlichen Nutzens erfolgt in der Regel bereits vor Projektbeginn.⁵¹⁵ Da jedoch sowohl die zugrunde liegenden wirtschaftlichen Zielgrößen als veränderlich angenommen werden müssen, als auch Prognosen sich im Projektverlauf als nicht richtig herausstellen können, gilt es zu den definierten Entscheidungspunkten⁵¹⁶ das Projekt jeweils neu zu bewerten.

Wie der Studie von GEORGE zu entnehmen ist, werden zur Abbildung der Zielerreichung eines Projektes in der Projektmanagement-Praxis verschiedene Verfahren angewandt; als resultierende Größen wurden vor allem der ROI, die Eigenkapitalrentabilität, der Kapitalwert und die Amortisationsdauer genannt.⁵¹⁷ Darüber hinaus existieren in der Literatur zahlreiche weitere Methoden zur Projektbewertung.⁵¹⁸

Dabei wird der Begriff „Projekt“ an zahlreichen Stellen synonym zum Begriff „Investition“ gebraucht. Eine explizite Begriffsbestimmung und -abgrenzung unterbleibt in diesem Kontext häufig,⁵¹⁹ da der Investitionscharakter von Projekten meist nicht in Frage gestellt wird. Analog dazu kann auch eine Entscheidung über Projektabbruch oder -weiterführung als Investitionsentscheidung aufgefasst werden.⁵²⁰

⁵¹⁴ Die Gleichsetzung Unternehmensziele – Wirtschaftlichkeit wurde bereits an dieser Stelle antizipiert.

⁵¹⁵ Vgl. Jugel (2003), S. 34

⁵¹⁶ Vgl. Kapitel 4.5; auf psychologische Vorteile vorab festgelegter Entscheidungspunkte wird in Kapitel 8.2.3 eingegangen.

⁵¹⁷ Vgl. hierzu die Ausführungen in Kapitel 7.2.3.3.2 sowie George(1999), S.224f.

⁵¹⁸ Für eine Auflistung und Klassifikation dieser Verfahren sei beispielsweise auf BRANDT(2004), S.40 verwiesen

⁵¹⁹ vgl. George (1999), S. 11 basierend auf die dort angegebene Literatur für die letzten beiden Sätze.

⁵²⁰ Gestützt wird diese Anschauung u.A. durch die Ausführungen von Hubner (1996), S. 154 „Allgemein besteht über den Investitionscharakter industrieller F&E kein Zweifel. Es liegt daher nahe, auch die Abbruchentscheidung von F&E als Problem der Investitionsrechnung zu betrachten.“

Im Folgenden werden daher verschiedene Verfahrenskategorien und ausgewählte investitionstheoretische Einzelverfahren zur Projektbewertung dargestellt und in Hinblick auf die hier verfolgte Zielsetzung bewertet. Dabei sollen auch psychologische Besonderheiten in Zusammenhang mit der Projektabbruchproblematik Beachtung finden. Darauf aufbauend wird in Kapitel 8.5 ein Verfahren ausgewählt. Dieses bildet die methodische Grundlage für die Zusammenführung der identifizierten Einzelkennzahlen im Entscheidungsmodell.

8.2 Grenzen der Rationalität bei Projektabbruchentscheidungen

8.2.1 Psychologische Basiseffekte

Wie einleitend in Kapitel 1.2 dargelegt, sollen in die hier vorgenommene Projektbewertung nur durch die Weiterführungsentscheidung bedingte, zukünftig zu erwartende Erträge und zukünftig zu erwartende Aufwände einfließen.⁵²¹ Es kann auch dann sinnvoll sein, ein Projekt weiterzuführen, wenn das Gesamtprojekt damit einen Verlust verursacht, jedoch die Weiterführung diesen Verlust gegenüber einem Projektabbruch schmälert. Ebenso wird als sinnvoll erachtet, ein Projekt, das bis zum Entscheidungszeitpunkt bereits hohe Verluste verursacht hat, abzurechnen, wenn zu erwarten ist, dass diese Verluste durch eine Projektweiterführung weiter ansteigen.

Die eben dargelegte Sichtweise in dieser Arbeit stimmt mit der neoklassischen Theorie überein, die besagt, „dass bei ökonomischen Entscheidungen nur variable Kosten von Bedeutung sind und eventuell angefallene *Sunk Costs* keine Rolle spielen.“⁵²² Als *Sunk Costs* werden dabei die bereits vor dem Entscheidungszeitpunkt in das Projekt „versenkten“ Mittel bezeichnet. Im Widerspruch zur neoklassischen Theorie zeigt

⁵²¹ Diese Auffassung wird u. a. auch von Zayer (2007), S.202 basierend auf Northcraft/Wolf (1984) vertreten. „Während bei der Ex-Post-Beurteilung eines Projekts alle angefallenen Zahlungsströme in die Rechnung einbezogen werden müssen, dürfen bei [...] Abbruchentscheidungen nur die zukünftigen, marginalen Zahlungsströme berücksichtigt werden.“

⁵²² Ebering(2005), S.60

sich jedoch in der Praxis, dass menschliche Entscheidungen stark von diesen *Sunk Costs*⁵²³ bestimmt werden.⁵²⁴

Als grundlegende psychologische Theorien sind in diesem Bereich die auf KAHNEMAN und TVERSKY zurückgehende *Prospect-Theorie* zum menschlichen Entscheidungsverhalten unter Unsicherheit und der darauf aufbauende *Sunk-Costs-Effekt* nach ARKES und BLUMER zu nennen. Deren wesentliche Ergebnisse sollen im Folgenden überblickhaft dargestellt werden.⁵²⁵ Darauf aufbauend soll der in der betriebswirtschaftlichen Literatur für die Problematik verzögerter Projektabbruchentscheidungen verbreitete Begriff „escalating commitment“ bzw. „escalating of commitment“ erläutert werden. Die Erkenntnisse dieser, im Folgenden dargestellten, Effekte fließen in die anschließende Auswahl einer Bewertungsmethode ein.

8.2.1.1 Die Prospect-Theorie⁵²⁶

In der Prospect-Theorie wurde experimentell eine Bewertungsfunktion für die subjektive Bewertung von Gewinnen bzw. Verlusten ermittelt.⁵²⁷ Basiskonstrukt ist dabei ein Prospect. Ein Prospect entspricht einer Lotterie, die möglichen Auszahlungen x_i entsprechende Wahrscheinlichkeit p_i zuordnet $(x_1, p_1; \dots; x_n, p_n)$.⁵²⁸ Darauf folgend werden mehrere Operationen durchgeführt, von denen vor allem die Coding-Operation als wesentlich erachtet werden muss: Durch das Coding werden die in absoluten Größen formulierten Auszahlungen eines Prospects in relative Größen transformiert.⁵²⁹ „Dabei werden die Auszahlungen relativ zu einem bestimmten Referenzpunkt bewertet, wobei positive Abweichungen vom Referenzpunkt Gewinne und negative Abweichungen Verluste darstellen.“⁵³⁰ Diese Vorgehensweise basiert auf der

⁵²³ Sunk Costs sowohl als monetäre als auch als nicht monetäre Aufwendungen

⁵²⁴ Vgl. Ebering (2005), S.60

⁵²⁵ Es wird dabei v.a. auf eine Zusammenfassung von Ebering (2005) zurückgegriffen. Für detaillierte Ausführungen sei auf Arkes/Blumer (1985) und Kahneman/Tversky (1979) verwiesen.

⁵²⁶ Es wird hier an vielen Stellen auf die Zusammenfassung nach Ebering (2005) zurückgegriffen. Ursprünglich geht die Theorie auf Kahneman/Tversky (1979) zurück.

⁵²⁷ Vgl. Ebering (2005), S.10f. basierend auf Kahneman/Tversky (1979)

⁵²⁸ Vgl. Kahneman/Tversky (1979), S.263 in einer Zusammenfassung nach Ebering (2005), S.10 für die letzten beiden Sätze

⁵²⁹ Vgl. Kahneman/Tversky (1979), S.274f. in einer Zusammenfassung nach Ebering (2005) S.11f.

⁵³⁰ Ebering (2005), S.11 basierend auf Kahneman/Tversky (1979), S.274f.

Erkenntnis, dass Menschen weniger absolute, sondern vielmehr relative Größen wahrnehmen.⁵³¹

Für eine Entscheidung zwischen verschiedenen Prospects wird darauf aufbauend eine Bewertungsfunktion gebildet.⁵³² Entsprechend werden auch hier Auszahlungen als relative Größen ausgedrückt; positive Abweichungen vom Referenzpunkt stellen einen Gewinn, negative Abweichungen vom Referenzpunkt einen Verlust dar.

Bei der experimentellen Ermittlung dieser Bewertungsfunktion wurden zwei wesentliche Erkenntnisse erzielt:⁵³³

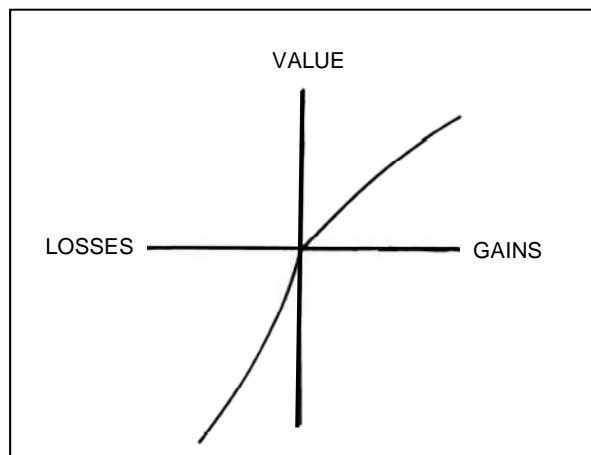


Abbildung 51: Eine hypothetische Bewertungsfunktion nach Kahneman/Tversky⁵³⁴

- (1) Die Bewertungsfunktion weist im Verlustbereich eine etwa doppelt so große Steigung auf, wie im Gewinnbereich.

Folgerung:

„Menschen nehmen Verluste sehr viel stärker wahr als Gewinne; nämlich etwa doppelt so stark“⁵³⁵ (Verlustaversion). Daraus folgt, dass ein Verlust in Höhe von $-z$ erst durch einen Gewinn in Höhe von $2z$ kompensiert werden kann.

⁵³¹ Vgl. Ebering (2005), S.12

⁵³² Vgl. Ebering (2005), S.13 basierend auf Kahneman/Tversky (1979), S.276ff.

⁵³³ Vgl. Ebering (2005), S.13 basierend auf Kahneman/Tversky (1979), S.276ff. für die gesamte nachfolgende Aufzählung inklusive Folgerungen

⁵³⁴ Kahneman/Tversky (1979), S.279

⁵³⁵ Ebering (2005), S.13 basierend auf Kahneman/Tversky (1979), S.276ff.

- (2) Die Bewertungsfunktion verläuft im Verlustbereich konvex, im Gewinnbereich hingegen konkav.

Folgerung:

„Die Sensitivität hinsichtlich Veränderungen nimmt mit zunehmender Distanz vom Referenzpunkt ab.“⁵³⁶

In einer Erweiterung der eben dargestellten ursprünglichen Prospect-Theorie, wurden nicht nur die Auszahlungen, sondern auch die wahrgenommenen Wahrscheinlichkeiten relativ bestimmt.⁵³⁷ Dabei wurde ermittelt, dass „sowohl der Übergang von Sicherheit zu hoher Wahrscheinlichkeit als auch der Übergang von Unmöglichkeit zu geringer Möglichkeit [...] besonders stark wahrgenommen“⁵³⁸ werden. Auf eine genaue Darstellung dieser erweiterten Prospect-Theorie wird an dieser Stelle verzichtet. Es sei dabei auf TVERSKY/KAHNEMANN (1992) verwiesen.

8.2.1.2 Der Sunk-Costs-Effekt

Aufbauend auf der Prospect-Theorie haben ARKES/BLUMER(1985) die oben bereits angesprochene Relevanz von Sunk-Costs für Abbruchentscheidungen nachgewiesen.

Dieser Effekt wird als Sunk-Costs-Effekt bezeichnet⁵³⁹ und bei EBERING(2005) wie folgt beschrieben:

*„Je höher die angefallenen Sunk Costs eines Projektes sind, desto schwerer fällt es den Menschen, das Projekt aufzugeben. Dies führt häufig dazu, dass Entscheidungen dem ökonomischen Kalkül widersprechen, denn unter Umständen werden Projekte weitergeführt, die bei ausschließlicher Betrachtung der variablen Kosten aufgegeben werden würden.“*⁵⁴⁰

⁵³⁶ Ebering (2005), S.13 basierend auf Kahneman/Tversky (1979), S.276ff.

⁵³⁷ Vgl. Ebering (2005), S.18 basierend auf Tversky/Kahneman (1992), S.302f und Tversky/Fox (2000), S.95f.

⁵³⁸ Ebering (2005), S.18 in einer Zusammenfassung von Kahneman/Tversky (1979), S.265ff.

⁵³⁹ Thaler (1980), S.47 zitiert nach Ebering (2005), S.61

⁵⁴⁰ Vgl. Ebering (2005), S.60f. Ebering spricht dabei von der „Betrachtung der variablen Kosten“. Diese Aussage greift zu kurz, da für eine Projektabbruchentscheidung sowohl die noch zu realisierenden Aufwände als auch die zu erwartenden Erträge berücksichtigt werden müssen. Jedoch kann davon ausgegangen werden, dass dies auch die beabsichtigte Aussage von EBERING ist.

Der Nachweis von ARKES/BLUMER (1985) basiert im Wesentlichen auf dem s-förmigen Verlauf – somit auf der abnehmenden Sensitivität – bei der Bewertungsfunktion der Prospect-Theorie. Dies führt dazu, dass mit zunehmender negativer Distanz vom Referenzpunkt – somit „gefühlten“ Verlusten – die Risikoneigung des Entscheiders zunimmt. Da Sunk-Costs als Verluste wahrgenommen werden, ist folglich derjenige, der über Abbruch oder Fortführung eines Projektes entscheiden muss, mit steigenden Sunk-Costs zunehmend bereit, Risiken einzugehen.⁵⁴¹ „Deshalb werden bei Sunk Costs sehr riskante und sogar nahezu aussichtslose Projekte weitergeführt[...]“⁵⁴²

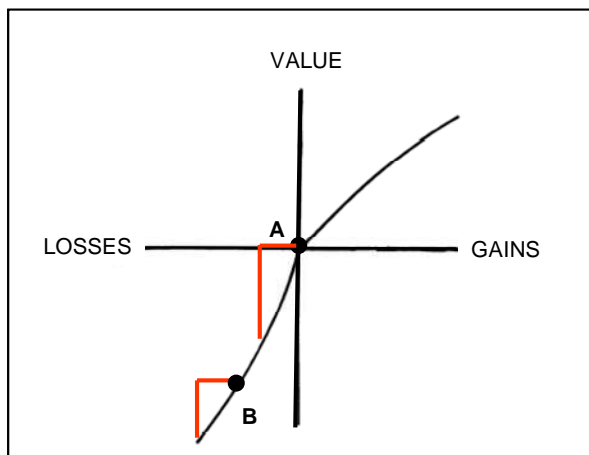


Abbildung 52: Der Sunk-Costs-Effekt nach ARKES/BLUMER⁵⁴³

Formal lässt sich dies an der Funktion folgendermaßen darstellen. In einem Punkt A befindet sich der Entscheider, wenn bislang keine Sunk-Costs angefallen sind; andernfalls in Punkt B. In B sind die „gefühlten“ negativen Auswirkungen aus einem weiteren Verlust deutlich geringer als in A.⁵⁴⁴ Zudem wird auch einem möglichen

⁵⁴¹ Vgl. Ebering (2005), S.61f. basierend auf Thaler (1980), S.48f. und Arkes/Blumer (1985), S.130f. für den ganzen Absatz.

⁵⁴² Ebering (2005), S.62 basierend auf Thaler (1980), S.48f. und Arkes/Blumer (1985), S.130f.

⁵⁴³ Graphik nach Arkes/Blumer (1985), S.131 aufbauend auf Kahneman/Tversky(1979), S.279 mit eigenen Erweiterungen (die rot markierte Verlustdarstellung in A und B wurde zur Veranschaulichung in dieser Arbeit hinzugefügt).

⁵⁴⁴ Dieser Effekt wurde in obiger Graphik rot dargestellt. Die zusätzlichen Verluste sind dabei jeweils gleich groß, deren subjektive Bewertung in B jedoch deutlich geringer als in A.

Gewinn in B ein höherer Wert beigemessen als in A.⁵⁴⁵ „Deshalb ist der Entscheider in B eher bereit als in A, einen möglichen Verlust zu riskieren.“⁵⁴⁶

Der in der erweiterten Prospect-Theorie ermittelte Sicherheitseffekt verstärkt dieses Verhalten. Ebering fasst dessen Auswirkungen auf Abbruchentscheidungen wie folgt zusammen:

„Ein unsicherer Verlust wird selbst dann als weniger negativ bewertet als ein sicherer, wenn der Erwartungswert des unsicheren Verlustes größer ist als der sichere Verlust. Wenn ein Projekt aufgegeben wird, das Sunk Costs verursacht hat, tritt ein sicherer Verlust in Höhe der Sunk Costs ein. Der Sicherheitseffekt hat zur Folge, dass ein Entscheider die Fortführung des Projektes präferiert, obwohl dies möglicherweise nur mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit gewinnbringend ist, aber mit hoher Wahrscheinlichkeit noch größere Verluste verursacht, als es bei der Aufgabe des Projektes der Fall wäre, denn er möchte sich auf keinen Fall für den sicheren Verlust entscheiden.“⁵⁴⁷

8.2.2 Escalating Commitment

Aufbauend auf dieser und weiteren psychologischen Untersuchungen hat sich im betriebswirtschaftlichen Umfeld für irrationales Beharren auf einer einmal oder wiederholt getroffenen Entscheidung v.a. der Begriff „Escalating Commitment“ etabliert.⁵⁴⁸

„Commitment“ wird dabei als eine Bindung im weitesten Sinne verstanden und aus verschiedensten Disziplinen heraus untersucht. Bindungsgegenstand können sowohl einzelne Individuen, Gruppen von Individuen, Strukturen, Normen, Produkte oder

⁵⁴⁵ Vgl. Ebering (2005), S.62 basierend auf Thaler (1980), S.48f. und Arkes/Blumer (1985), S.130f. für den Absatz

⁵⁴⁶ Ebering (2005), S.62 basierend auf Thaler (1980), S.48f. und Arkes/Blumer (1985), S.130f.

⁵⁴⁷ Ebering (2005), S.62f.

⁵⁴⁸ Vgl. Hertweck (2003), S.8, vor allem die beiden Forschergruppen Staw/Ross/Fox und Brockner/Rubin befassten sich mit dem Phänomen des Beharrens auf einer fehlgeschlagenen Abfolge von Handlungen. Erstere bezeichnete dieses Phänomen als „Escalating Commitment“, zweitere als „Entrapment Conflicts“. Im Folgenden wird der Begriffsbildung nach Staw/Ross/Fox gefolgt.

Ähnliches darstellen.⁵⁴⁹ Bereits in Kapitel 6.3.1.6 wurde in Zusammenhang mit der Fluktuationsneigung „Organisationales Commitment“ – als Bindung zu einer gesamten Organisation – erwähnt. Bei verzögerten Projektabbruchsentscheidungen wird analog der Begriff „Escalating Commitment“ gebraucht. Der Bindungsgegenstand muss hierbei im Bereich „Struktur“ auf Einzel-Projektebene gesehen werden.

Zur Erklärung von Commitment werden eine Vielzahl von Modellen herangezogen.⁵⁵⁰ Im Bereich der Wirtschaftswissenschaften wird vor allem das in Kapitel 8.2.1.2 dargestellte „Sunk Costs“ Modell betont.⁵⁵¹ Zudem baut die Forschung zu Escalating Commitment stark auf KIESELERs⁵⁵² Untersuchungen aus dem Bereich der Sozialpsychologie auf.⁵⁵³ Ihm zu Folge wird Commitment verstärkt „durch einen Prozeß der Rechtfertigung von in Frage gestellten Verhaltensweisen. Diese Rechtfertigungen haben zum Ziel das eigene Verhalten zu rationalisieren, insbesondere dann, wenn auf das eigene Verhalten ein negatives feedback erfolgte.“⁵⁵⁴ Als typische Reaktionen darauf werden bei KIESELER u.a.

- eine positive Deutung negativer Ergebnisse
- die Suche nach rational klingenden, entlastenden Erklärungen
- und der Versuch, getätigte Investitionen zu retten

aufgeführt.⁵⁵⁵

Federführend in der Forschung zu Escalating Commitment sind die beiden Forschergruppen STAW/ROSS/FOX sowie BROCKNER/RUBIN.

Nach BROCKNER/RUBIN stellt sich die Situation beim Escalating Commitment⁵⁵⁶ als Wartekonflikt dar:⁵⁵⁷ Es wird angenommen, dass die involvierten Personen bereits hohe Investitionen in das Projekt getätigt haben. Sie bekommen daraufhin negative

⁵⁴⁹ Vgl. Hertweck (2003), S.5-8 und die dort angegebene Literatur

⁵⁵⁰ Vgl. Hertweck (2003), S.21

⁵⁵¹ Vgl. Hertweck (2003), S.21

⁵⁵² Kieseler (1971)

⁵⁵³ Vgl. Hertweck (2003), S.8

⁵⁵⁴ Hertweck (2003), S.7 in einer Zusammenfassung der Ergebnisse von Kieseler (1971)

⁵⁵⁵ Vgl. Hertweck (2003), S.7 in einer Zusammenfassung der Ergebnisse von Kieseler (1971) für die Aufzählung

⁵⁵⁶ Bei ihnen bezeichnet als „Entrapment Conflicts“

⁵⁵⁷ Vgl. Hertweck (2003), S.8f. basierend auf Brockner (1992) und Brockner/Bazerman/Rubin (1984)

Rückmeldung in Form eines Verlustes, ohne dass das propagierte Ziel bis dahin erreicht wurde. Somit bieten sich zwei Alternativen:

- (1) die bisherigen Investitionen als Verlust anzunehmen und abzuberechnen.
- (2) weitere Investitionen in die bisherige Entscheidung zu tätigen, um sich die Möglichkeit der Zielerreichung zu erhalten.

Zur Ermittlung des „Beharrens“ auf einer ursprünglichen Entscheidung experimentierten sie dabei vor allem mit Zielen, die für die Probanden zunehmend unerreichbar wurden.⁵⁵⁸

Entsprechend steht auch der Entscheider bei STAW/ROSS vor den Optionen „Weiterverfolgen der ursprünglichen Entscheidung“ oder „Inanspruchnahme von Alternativen“ bzw. Abbruch.⁵⁵⁹ Auch bei ihnen „zeichnen sich Escalating Commitment Situationen dadurch aus, dass nach einer Erstentscheidung, die Geld, Zeit und Mühe gekostet hat, eine zweite und dritte zum selben Sachverhalt getroffen werden muss, ohne zu wissen, welche Konsequenzen die neuerliche Entscheidung hat.“⁵⁶⁰ Zur Erklärung der psychologischen Bindung an das Projekt wurde dabei ein Determinantenmodell entwickelt. Dieses soll an dieser Stelle nicht detailliert dargestellt werden. Es wird dabei auf die Zusammenfassungen in HERTWECK(2003) sowie die dort angegebene Literatur verwiesen. Aus den dort aufgeführten zahlreichen Determinanten auf Mikro- und Makroebene, die zu Escalating Commitment führen, konnte in Feldstudien ein Schwerpunkt auf den *Sunk Costs* sowie auf den self-justification-Effekten ermittelt werden.⁵⁶¹

Werden Entscheidungen – wie bei wesentlichen Projektentscheidungen üblich – in Gruppen getroffen, kann dies den „escalating commitment“-Effekt weiter verstärken. Die Untersuchungen hierzu bauen im Wesentlichen auf der „Group-Think-

⁵⁵⁸ Vgl. Hertweck (2003), S.8f. basierend auf Brockner (1992) und Brockner/Bazerman/Rubin (1984) für den vorhergehenden Absatz

⁵⁵⁹ Vgl. Staw/Ross (1987) in einer Zusammenfassung von Hertweck (2003), S.8

⁵⁶⁰ Staw/Ross (1987) nach einer Zusammenfassung nach Hertweck (2003), S.8

⁵⁶¹ Vgl. Hertweck (2003), S.19 und die dort angegebenen Literatur; Vergleiche zu den sunk costs die Ausführungen in Kapitel 8.2.1.2 und zu den self-justification-Effekten die Untersuchungen von Kieseler (1971)

Forschung“ und dem „Risky-Shift-Ansatz“ auf.⁵⁶² Erstere beschäftigt sich mit der Uniformitätsbildung von Gruppen unter äußerem Druck. Wesentliche Aussage ist dabei, dass die Mitglieder in dieser Situation zu übersteigertem Commitment mit der Gruppe und mit den von ihr getroffenen Entscheidungen neigen.⁵⁶³ Untersuchungsgegenstand des Risky-Shift Ansatzes ist die Risikoneigung in Gruppen. Im Ergebnis besagt er, „daß Gruppen dazu neigen riskantere Entscheidungen als Individuen zu treffen, da es immer Mitglieder in einer Gruppe gibt, die extremere Positionen beziehen.“ Jedoch ist diese Neigung Risiken einzugehen abhängig vom Entscheidungsgegenstand. „Es konnten [auch] Inhalte gefunden werden, über die Gruppen weitaus risikoärmer abstimmen als Individuen.“⁵⁶⁴

DRUMMOND⁵⁶⁵ weitet aufbauend auf den dargestellten Erkenntnissen den Begriff des *Escalating Commitment* weiter aus. Seiner Auffassung nach können Situationen entstehen, in denen die getroffenen Entscheidungen von außen nicht mehr klar in rational und irrational unterschieden werden können, „da sie für die in ihnen handelnden Akteure eine eigene Wirklichkeit entwickeln, an die die Interpretation ihrer Folgehandlungen anknüpft.“⁵⁶⁶ Möglicherweise trifft dabei ein Entscheider eine von außen betrachtet „irrationale“ Entscheidung über weitere Investitionen in ein scheiterndes Projekt, da er diese auf objektiv falsche Statusinformationen stützt. Den Überbringern dieser „falschen“ Statusinformationen ist dies jedoch auch nicht bewusst, da sie „sich in der ausufernden Komplexität des Systems längst verloren hatten.“ Er schlägt somit vor, den Begriff „escalating commitment“ um diesen Fall einer rationalen Entscheidung aufgrund einer falschen Projektwahrnehmung zu erweitern und von „escalating of commitment“ zu sprechen.⁵⁶⁷

⁵⁶² Vgl. Hertweck (2003), S.16; auf eine ausführliche Darstellung der Ansätze wird hier verzichtet. Es sei dazu auf entsprechende Literatur verwiesen, beispielsweise Janis (1982) und Stoner (1961)

⁵⁶³ Vgl. Hertweck (2003), S.17 für die letzten beiden Sätze

⁵⁶⁴ Hertweck (2003), S.18 basierend auf Stoner (1961) für die letzten vier Sätze

⁵⁶⁵ Drummond (1996)

⁵⁶⁶ Hertweck (2003), S.20 basierend auf Drummond (1996)

⁵⁶⁷ Drummond (1996) zitiert nach einer Zusammenfassung nach Hertweck (2003), S.20 für den Absatz

Basierend auf diesen unterschiedlichen Begriffsabgrenzungen fasst HERTWECK *escalating of commitment* wie folgt zusammen:

„Eine zu starke Bindung zu einer einmal getroffenen Entscheidung [...], die in einer neuerlichen Entscheidungssituation in der Wahrnehmung der Entscheider keine weiteren Alternativen zulässt.“⁵⁶⁸

8.2.3 Maßnahmen gegen psychologische Wahrnehmungs- und Bewertungseffekte bei Abbruchentscheidungen

„Nothing of consequence can happen, until decision makers in positions of responsibility and authority recognize that there is indeed a problem.“⁵⁶⁹

Um diese Forderung nach “Problemwahrnehmung” zu erfüllen, müssen in der Auswahl eines Bewertungsverfahrens die in Kapitel 8.2.1 und 8.2.2 dargestellten psychologischen Effekte Berücksichtigung finden. Es ist ein Verfahren auszuwählen, das eine rationale Entscheidungsfindung bestmöglich unterstützt.

In der Literatur werden zahlreiche Gegenmaßnahmen gegen die dargestellten Verhaltensweisen vorgeschlagen. Diese beziehen sich sowohl auf die Gestaltung der Kommunikation und der Organisationsstrukturen als auch auf die Aufbereitung von Informationen und geeignete Bewertungsverfahren. Für diese Arbeit sollen im Folgenden lediglich die Maßnahmen aufgeführt werden, die in unmittelbarem Zusammenhang mit der hier verfolgten Zielsetzung stehen. Auf die Gestaltung von Organisationsstrukturen, Schulungsmaßnahmen, zwischenmenschlichen Kommunikationswegen usw. soll nicht detailliert eingegangen werden. Es sei hierzu auf entsprechende Literatur – beispielsweise ZAYER(2007) – verwiesen.

In der Auswahlentscheidung für ein Bewertungsverfahren als Grundlage der Modellbildung sollen folgende Aspekte Berücksichtigung finden:

⁵⁶⁸ Hertweck (2003), S.21

⁵⁶⁹ Montealegre/Keil (2000), S.432

Überwindung der Wahrnehmungsschwelle⁵⁷⁰

Damit Informationen vom Entscheider aufgenommen und weiterverarbeitet werden können, müssen diese als Reiz wahrgenommen werden. Um dies zu erreichen muss eine Wahrnehmungsschwelle überschritten werden, die die relevante Information von anderen Informationen abhebt.⁵⁷¹ Diese Wahrnehmungsschwelle kann durch die Gestaltung von Entscheidungssituationen beeinflusst werden.⁵⁷² Bei expliziten Entscheidungssituationen, in denen aktiv eine Entscheidung getroffen werden *muss*, ist die Wahrnehmungsschwelle signifikant niedriger als im normalen Projektfortgang.⁵⁷³ Aktive Entscheidungssituationen für Projektabbruchentscheidungen zeichnen sich dadurch aus, „dass das Projekt nicht automatisch weiterläuft, sondern der Entscheider gezwungen ist, eine aktive Entscheidung zu treffen, wenn das Projekt fortgeführt werden soll.“⁵⁷⁴ Dieser Forderung soll in dieser Arbeit durch die in Kapitel 4.5 vorgenommene Definition von Entscheidungspunkten entlang des Projektverlaufs Rechnung getragen werden.

Steigerung der Wahrnehmung relevanter Informationen⁵⁷⁵

Zahlreiche experimentelle Belege zeigen, dass Entscheider vor allem bei mehrdeutigem Feedback Schwierigkeiten haben, die entscheidungsrelevanten Informationen zu filtern.⁵⁷⁶ Die Mehrdeutigkeit führt zum Teil dazu, dass vom Entscheider selektiv nur die positiven Aspekte des Feedbacks wahrgenommen werden.⁵⁷⁷ In einem Experiment von GHOSH wurden beispielsweise zwei Gruppen gebildet. Die eine wurde dabei nur qualitativ über den Fortgang des Projektes informiert und erhielt kein klares Beurteilungskriterium. Die andere hingegen verfügte über quantifizierte Informationen und Angaben über Zielvorgaben als Beurteilungsmaßstab. Dabei konnte gezeigt werden, dass die Gruppe mit quantitativen Werten und klarem Beurteilungskriterium das Scheitern eines Projektes besser wahrnehmen konnte und signifikant häu-

⁵⁷⁰ Vgl. Zayer (2007), S.176

⁵⁷¹ Vgl. Zayer (2007), S.105f. und die dort angegebene Literatur.

⁵⁷² Vgl. Zayer (2007), S.105-114 und S.176

⁵⁷³ Vgl. Zayer (2007), S.176

⁵⁷⁴ Zayer (2007), S.177

⁵⁷⁵ Bei Zayer (2007) wird dies als „Steigerung der Informationssalience“ bezeichnet.

⁵⁷⁶ Vgl. Zayer (2007), S.177

⁵⁷⁷ Vgl. Zayer (2007), S.181 und die dort angegebene Literatur

figer abbruch.⁵⁷⁸ Um eine geeignete Entscheidungshilfe für Projektabbruchentscheidungen geben zu können, müssen somit Informationen komprimiert und quantifiziert geliefert werden, um eine möglichst kompakte Darstellung des Projektstatus zu ermöglichen. Dabei müssen die relevanten Informationen für den Projektleiter „klar und einfach interpretierbar“ sein.⁵⁷⁹ Diesem Sachverhalt soll diese Arbeit durch ihren Schwerpunkt auf quantitativen Kennzahlen mit hohem Bekanntheitsgrad Rechnung tragen.

Bereitstellung einer geeigneten Bewertungsmethode⁵⁸⁰

Die Forderung nach einer weiteren Verdichtung dieser Werte im Entscheidungsmodell soll in der Auswahl eines geeigneten Bewertungsverfahrens berücksichtigt werden. Ziel ist es dabei eine kompakte, klar zu interpretierende Entscheidungshilfe zu geben. Dabei muss ein besonderes Augenmerk auf die Reduzierung des Sunk Cost-Effekts gelegt werden. In der Praxis greifen Projektleiter zum Teil auf „vereinfachende, aber unkorrekte Heuristiken wie z.B. den Rückschluss des Wertes eines Projektes aus dem Sunk Cost-Effekt zurück, statt eine Bewertung mit rationalen Bewertungsinstrumenten durchzuführen, um ihren Entscheidungsaufwand zu reduzieren oder mit der hohen Unsicherheit umzugehen.“⁵⁸¹ Somit darf eine geeignete Bewertungsgrundlage – wie bereits mehrfach ausgeführt – die Sunk Costs des Projektes nicht berücksichtigen, sondern muss vielmehr ausschließlich durch die Weiterführung bedingte Aufwände und Erträge berücksichtigen.⁵⁸² Jedoch konnte in verschiedenen Experimenten nicht eindeutig nachgewiesen werden, dass die Erfüllung dieser Forderung alleine einen Effekt auf die Eskalationstendenz hat.⁵⁸³ GHOSH empfiehlt daher vom Entscheider nicht nur abstrakt eine rationale Bewertung ohne Berücksichtigung der *Sunk Costs* zu fordern, sondern bereits im Vorfeld ein geeignetes Bewertungsverfahren auszuwählen und dieses für Projektbewertungen vorzugeben.⁵⁸⁴ Während bei GHOSH(1997) dabei die Kapitalwertmethode vorgeschlagen wird, empfeh-

⁵⁷⁸ Vgl. Ghosh (1997) dargestellt nach einer Zusammenfassung bei Zayer (2007), S.178 für die letzten beiden Sätze.

⁵⁷⁹ Vgl. Zayer (2007), S.178f. für die letzten beiden Sätze

⁵⁸⁰ Vgl. Zayer (2007), S.201

⁵⁸¹ Zayer (2007), S.203 in einer Zusammenfassung von Payne/Bettman et al. (1988)

⁵⁸² Vgl. auch die Ausführungen und Literaturangaben in Kapitel 8.2.1

⁵⁸³ Vgl. Zayer (2007), S.203 in einer Auswertung der dort angegebenen Literatur

⁵⁸⁴ Vgl. Ghosh (1997), S.92 zitiert nach Zayer (2007), S.204

len NORTHCRAFT/ WOLF(1984) die Methode des internen Zinsfußes.⁵⁸⁵ Im Folgenden werden diese und zahlreiche weitere Verfahren zur Projektbewertung auf ihre Eignung als methodische Grundlage der hier vorgenommenen Modellbildung analysiert.

8.3 Gegenüberstellung der Bewertungsverfahren

Im Folgenden soll aus verschiedenen Verfahren zur Projektbewertung dasjenige ausgewählt werden, das den spezifischen Anforderungen von Projektabbruchentscheidungen am besten Rechnung trägt.

Da derzeit in der Literatur und Praxis eine sehr große Zahl an unterschiedlichen Bewertungsverfahren existiert, soll in einem **ersten Schritt** eine geeignete Gruppe von Bewertungsverfahren identifiziert werden. In einem **zweiten Schritt** wird die Betrachtung auf Untergruppen weiter detailliert bis schließlich in einem **dritten Schritt** in Frage kommende Einzelverfahren auf ihre Eignung hin analysiert werden.

Auf Grundlage der bisherigen Analyseergebnisse werden folgende Kriterien für die Auswahl einer geeigneten Verfahrensgruppe berücksichtigt. Diese werden im Fortgang der Auswahlentscheidung weiter detailliert bzw. ergänzt:

- ✓ Eignung für eine Projektbewertung auf Basis quantitativer Kenngrößen
- ✓ Vermeidung von Mehrdeutigkeiten
- ✓ Signalwirkung durch kompaktes, leicht interpretierbares Bewertungsergebnis

⁵⁸⁵ Northcraft/Wolf (1984) zitiert nach Zayer (1007), S.204

8.3.1 Eindimensionale versus mehrdimensionale Verfahren



Abbildung 53: eindimensionale und mehrdimensionale Verfahren

Auf oberster Betrachtungsebene ist die grundlegende Entscheidung zu treffen, ob eindimensionale oder mehrdimensionale Verfahren zur Beurteilung des betrachteten Projektes herangezogen werden sollen.⁵⁸⁶

Eindimensionale Verfahren zeichnen sich dadurch aus, dass sie als Ergebnis nur **einen** Wert liefern. Dieser kann sowohl eine monetäre als auch eine nicht-monetäre Kennzahl darstellen.⁵⁸⁷ Die bekanntesten eindimensionalen Verfahren sind die interne Zinsfuß-Methode, die Kapitalwertmethode und die Annuitätenmethode.⁵⁸⁸

Mehrdimensionale Verfahren hingegen versuchen den Charakter von Entscheidungssituationen, dadurch zu berücksichtigen, dass sie „nicht nur quantitative Daten, sondern auch qualitative Effekte in die Bewertung miteinbeziehen.“⁵⁸⁹ Bekanntester Vertreter der mehrdimensionalen Verfahren ist die Nutzwertanalyse.⁵⁹⁰

Erfüllung der Anforderungen

✓ **Eignung für eine Projektbewertung auf Basis quantitativer Kenngrößen**

In Kapitel 8.2.3 wurde ausgeführt, dass die Notwendigkeit zum Projektabbruch beim Vorliegen klar definierter, quantitativer Kenngrößen und eines messbaren Beurteilungsmaßstabs signifikant häufiger erkannt wurde, als beim Vorliegen qualitativer Größen.⁵⁹¹ Dies legt eine Entscheidung für eine Bewertungsmethode

⁵⁸⁶ Diese Kategorisierung ist in der Literatur weit verbreitet.

⁵⁸⁷ Vgl. Brandt (2004), S. 43 für die letzten beiden Sätze; beispielsweise stellt der errechnete interne Zinsfuß keine monetäre Größe dar.

⁵⁸⁸ Vgl. Brandt (2004), S.42 für die Aufzählung

⁵⁸⁹ Brandt (2004), S.43

⁵⁹⁰ Vgl. Brandt (2004), S.44

⁵⁹¹ Vgl. Ghosh (1997) dargestellt nach einer Zusammenfassung bei Zayer (2007), S.178

nahe, bei der vor allem oder ausschließlich quantitative Kenngrößen verwendet werden. Das spricht für die Verwendung eindimensionaler Verfahren zur Bewertung der Projektweiterführung.

Die Forderung, das Entscheidungsmodell auf Basis quantitativer Kenngrößen zu erstellen, wird in der Arbeit dahingehend weiter verschärft, als nur Projekte betrachtet werden, bei denen Gewinnerzielung im weiteren Sinne hauptsächlich Projektziel darstellt.⁵⁹² Neben dem Kriterium „Quantifizierbarkeit der einfließenden Kenngrößen“ müssen diese zudem in unmittelbarem Zusammenhang mit der Entstehung von Zahlungsströmen stehen. Die Methode selbst muss die wirtschaftlichen Ziele des Unternehmens geeignet abbilden können. Adäquate Berücksichtigung der Gewinnerzielungsabsicht kann sich auf verschiedene Kenngrößen beziehen. Beispiele hierfür sind erwirtschaftete Rendite in Form von internem Zinsfuß oder Return on Investment, Kapitalwert, Barwert, oder Annuität.⁵⁹³ Somit soll in dieser Arbeit allen verwendeten Kenngrößen ein monetärer Charakter oder enger Bezug zu monetären Größen zu Eigen sein. Dies kann durch die Verwendung eindimensionaler Verfahren erreicht werden. Bei den mehrdimensionalen Verfahren – vor allem der Nutzwertanalyse – sollen jedoch monetäre Größen explizit nicht berücksichtigt werden.⁵⁹⁴ Somit scheinen diese auch nach diesem Kriterium für die Zielsetzung dieser Arbeit nicht geeignet. Sie können jedoch ergänzend angewendet werden.

✓ **Vermeidung von Mehrdeutigkeiten**

Die Entscheidung über Projektabbruch oder Weiterführung zeichnet sich durch einen hohen Grad an Komplexität aus. Zahlreiche Risiken – sowohl die Aufwands- als auch die Ertragsseite betreffend – unbedingte Projektvoraussetzungen, ohne die eine Weiterführung des Projektes nicht sinnvoll ist, und eine Vielzahl von Möglichkeiten Risiken in Prognosen einfließen zu lassen, bedingen diese Komplexität. Wie in Kapitel 8.2.2 ausgeführt, kann sich dadurch für die Entscheidungsträger in einem Projekt eine eigene – aus interner Sicht rationale, aus

⁵⁹² Vgl. hierzu die Ausführungen in Kapitel 8.1

⁵⁹³ Vgl. auch Kapitel 7.1

⁵⁹⁴ Vgl. Brandt (2004), S.44

externer Sicht – irrationale Wahrnehmung des Projektstatus ergeben, die eine notwendige Abbruchentscheidung verzögert oder nicht notwendig erscheinen läßt.

Mehrdimensionale Bewertungsergebnisse fördern diese Komplexität, da aus verschiedenen Größen die entscheidungsrelevanten Informationen ausgewählt werden müssen. Je nach Auswahl und Gewichtung kann dies zu verschiedenen möglichen Entscheidungen führen. Diese Problematik, wird durch die Verwendung qualitativer Kriterien verstärkt, deren Beurteilung in hohem Maße subjektiv ist, was zusätzlichen Interpretationsspielraum bietet. Somit sind auch vor dem Hintergrund der Anforderung „Vermeidung von Mehrdeutigkeiten“ eindimensionale Verfahren auf Basis quantitativer Kenngrößen den mehrdimensionalen Verfahren für Projektabbruchentscheidungen vorzuziehen.

✓ **Signalwirkung durch kompaktes, leicht interpretierbares Bewertungsergebnis**

In engem inhaltlichen Zusammenhang mit der Forderung nach Eindeutigkeit, steht das Streben nach einer Bewertungs-Kennzahl, die als permanentes „Warnsignal“ fungieren kann. Diese Warnsignal-Funktionalität soll einerseits die notwendigen Informationen über das Projekt so verdichten, dass sie in eindeutiger Weise als Entscheidungsunterstützung fungieren kann. Somit wird die Anforderung der Minimalität⁵⁹⁵ an Kennzahlensysteme hier ad extremum geführt.

Auch dies führt zu dem Ergebnis, dass eindimensionale Bewertungsverfahren, die eine Einzelkennzahl als Ergebniswert liefern, für diese Arbeit besser geeignet sind. Um der Komplexität der Entscheidung weiterhin Rechnung zu tragen, und der Signalwirkung auch eine detailliertere Betrachtungsperspektive gegenüber zu stellen, müssen die darin einfließenden Einzelkennzahlen für den Entscheider klar erkennbar und interpretierbar sein. Dies wird durch eine ausführliche Dokumentation der in das Modell einfließenden Einzelkennzahlen erreicht.

⁵⁹⁵ Vgl. Kapitel 7.2.3

Basierend auf diesen drei, für Projektabbruchentscheidungen als relevant erachteten Kriterien, ergibt sich die besondere Eignung eindimensionaler Methoden zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit der Projektweiterführung im Sinne dieser Arbeit. Diese sollen somit im Folgenden näher betrachtet werden.

8.3.2 Statische versus dynamische Verfahren

Ausgehend von der Entscheidung für die Verwendung eines eindimensionalen Verfahrens der Wirtschaftlichkeitsbewertung als Basis des entscheidungsunterstützenden Modells, ist im Folgenden eine Auswahl zwischen statischen und dynamischen Verfahren zu treffen.⁵⁹⁶ Neben den oben bereits gestellten Forderungen sollen im Folgenden

- die Eignung der Verfahren für Softwareentwicklungsprojekte und
- der Trend der Verfahrensanwendung in der Praxis

analysiert werden.

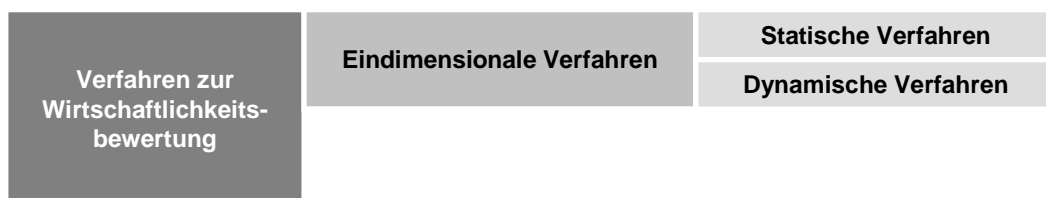


Abbildung 54: Statische und dynamische Verfahren

Statische und dynamische Verfahren zur Wirtschaftlichkeitsbeurteilung unterscheiden sich durch die Berücksichtigung des zeitlichen Anfallens der Zahlungsströme.

„Von **statischen** [...] **Rechenverfahren** spricht man im Gegensatz zu den dynamischen Rechnungen, wenn das Zeitmoment ausgeklammert ist, also Wertunterschiede zu verschiedenen Zeitpunkten nicht durch Zinseszinsregeln berücksichtigt werden.“⁵⁹⁷ Verbreitete statische Verfahren sind Kosten- oder Gewinnvergleichsrech-

⁵⁹⁶ Diese Kategorisierung wird in der Literatur weitgehend einheitlich verwendet. Beispielsweise bei Brandt (2004), S.39-43 oder Däumler (2000), S.27

⁵⁹⁷ Eichhorn (2000), S.244

nungen, einperiodige Kosten-Nutzen-Rechnungen, Amortisationsrechnung und Rentabilitätsrechnung.⁵⁹⁸

„Von den **dynamischen Rechenverfahren** werden [...] die zeitlich unterschiedlich anfallenden Ein- und Auszahlungen während der ganzen Nutzungsdauer eines Investitionsobjektes explizit berücksichtigt.“⁵⁹⁹ Basis hierfür ist die Miteinbeziehung von Zinseffekten. Der Investitionsvorgang wird somit als mehrperiodiger Prozess verstanden.⁶⁰⁰ Die wichtigsten dynamischen Verfahren sind die Kapitalwertmethode, die Annuitätenmethode und die Methode des internen Zinsfußes.⁶⁰¹

Die Eignung der Verfahren für Softwareentwicklungsprojekte

Wie eingangs erwähnt, sind Projekte im Bereich der Softwareentwicklung häufig von kurzer Dauer. Eine Entwicklungszeit von über einem Jahr ist oftmals nicht üblich.⁶⁰² Diese Tatsache lässt die Verwendung von statischen Verfahren zur Wirtschaftlichkeitsbewertung sinnvoll erscheinen.

Jedoch greift eine Ausrichtung der Verfahrensauswahl auf die Projektdauer – somit den reinen Entwicklungszeitraum – zu kurz, da der Zeitpunkt bzw. die Zeitspanne der Ertragsgenerierung oftmals der Zeitspanne der Aufwandsentstehung nachgelagert ist. Somit muss eine Berücksichtigung des zeitlichen Anfalls von Zahlungsströmen in Erwägung gezogen werden.

HUBNER spricht in diesem Zusammenhang für Innovationen von zwei Phasen: der Entstehungsphase, die typischerweise mit Nettoauszahlungen verbunden ist, und der Marktphase, in der in der Regel durch die Innovation Rückflüsse generiert werden.⁶⁰³ HUBNERs Ausführungen, die Innovationen im Allgemeinen betreffen, können in diesem Bereich auch für Softwareentwicklungsprojekte als gültig erachtet werden.

Die aus der Softwareerstellung resultierenden Zahlungsströme müssen somit zweigeteilt betrachtet werden: Einerseits die durch das Projekt entstehenden Aufwände, die

⁵⁹⁸ Vgl. Däumler (2000), S.27 und Brandt (2004), S.39

⁵⁹⁹ Eichhorn (2000), S. 250f.

⁶⁰⁰ Vgl. Brandt (2004), S.42

⁶⁰¹ Vgl. Brandt (2004), S.42 für die Aufzählung

⁶⁰² vgl. GfK/IESE/ISI (2000), S.138

⁶⁰³ Vgl. Hubner (1996), S.7

häufig nur in einem Jahr anfallen, andererseits die, durch die Vermarktung des abgeschlossenen Projektes resultierenden, Erträge. Diese Erträge können je nach Art des Softwareentwicklungsprojektes⁶⁰⁴ bereits während der Projektdurchführung erzielt werden⁶⁰⁵, einmalig unmittelbar zum Fertigstellungszeitpunkt anfallen, oder auch über den gesamten Nutzungs- oder Vermarktungszeitraum des Produktes generiert werden.

Entsprechend der in Kapitel 5.3 entwickelten Klassifizierung ist zu erwarten, dass sich bei den Kategorien *Kommerzielle Software*, *Freie Software*, *Software als Teil eines Absatzgutes* und *Individuelle Softwarelösungen zur unternehmensinternen Verwendung* die der Software zurechenbaren Erträge über einen längeren Zeitraum – den gesamten Produktlebenszyklus – einstellen. Um diese zeitlich verteilten Zahlungsströme der Nutzungs- bzw. Marktphase im Modell adäquat berücksichtigen zu können, empfiehlt sich vor allem für diese Kategorien die Verwendung dynamischer Verfahren zur Projektbewertung.

Anders gestaltet sich die zeitliche Ertragsstruktur in der Regel bei *individueller Produktgestaltung zum Festpreis oder zu aufwandsbezogener Bepreisung*. Da hier eine Auftragsproduktion für einen konkreten Kunden vorgenommen wird, kann dieser Auftrag spätestens mit Projektfertigstellung und Übergabe an den Kunden fakturiert werden. Handelt es sich hierbei weiterhin um ein kleineres bis mittleres Softwareentwicklungsprojekt mit Laufzeit von nur einigen Monate, kann eine Vereinfachung des Modells hin zu einem statischen Verfahren sinnvoll sein. Je nach Vertragsvereinbarung sind auch Zwischen-Fakturierungen beispielsweise zu bestimmten Meilensteinen möglich.⁶⁰⁶ Erträge werden dabei zur Projektlaufzeit erzielt; sie sind der Entstehung der Aufwände nur unwesentlich nachgelagert. Die Wahl zwischen statischen und dynamischen Verfahren hängt auch hier wesentlich von der Projektlaufzeit ab.

⁶⁰⁴ Vgl. die Klassifikation in Kapitel 5.3

⁶⁰⁵ Vgl. die Ausführung zur Meilensteinfaktura in Kapitel 10.2.1.2

⁶⁰⁶ Vgl. die Ausführung zur Meilensteinfaktura in Kapitel 10.2.1.2 sowie Frick et al. (2007) S.117
Meilensteinfaktura bedeutet dabei, Teilleistungen des Projektes bereits bei der Erreichung bestimmter Meilensteine zu fakturieren.

Der Trend der Verfahrensanwendung in der Praxis

Die Anwendung dynamischer Verfahren erfordert weitaus detailliertere Daten als statische Berechnungen. Dies liegt darin begründet, dass neben der Höhe der einfließenden Größen auch deren Aufteilung im Zeitverlauf bekannt sein muss. Aufgrund der einfacheren Datenermittlung sind in der Praxis statische Verfahren – vor allem bei Klein- und Mittelbetrieben⁶⁰⁷ - weit verbreitet.⁶⁰⁸ Bei Großunternehmen hingegen verwendeten bereits 1974 ca. 60% dynamische Verfahren.⁶⁰⁹ DÄUMLER(2000) stellt die Entwicklung der Verwendung der einzelnen dynamischen Verfahren von 1974 bis 1996 gemäß nachfolgender Tabelle dar.⁶¹⁰ Es kann davon ausgegangen werden, dass der Einsatz der dynamischen Verfahren weiter zugenommen hat.

Methode	Anwendende Unternehmen							
	1974	Rang	1985	Rang	1989	Rang	1996	Rang
Kapitalwertmethode	21%	5	48%	3	59%	1	73%	1
Interne Zinsfuß-Methode	43%	2	52%	1	59%	1	68%	2
Amortisationsrechnung	77%	1	50%	2	55%		53%	
dynamische					36%	5	49%	3
statische					37%	4	19%	6
Kostenvergleichsrechnung	26%	4	43%	4	46%	2	46%	4
Rentabilitätsrechnung	31%	3	37%	5	39%	3	44%	5
Annuitätenmethode	7%	7	23%	6	25%	6	5%	8
Gewinnvergleichsrechnung	10%	6	15%	7	14%	7	14%	7

Tabelle 16: Anwendung der Investitionsrechenverfahren im Zeitverlauf⁶¹¹

Verfahrensauswahl

Entsprechend obigen Ausführungen sind dynamische Verfahren für die Bewertung von Projekten, bei denen Aufwände und/oder Erträge über einen längeren Zeitraum generiert werden, vorzuziehen, da sie den zeitlichen Anfall der Zahlungen und dadurch bedingte Zinseffekte berücksichtigen. Trotz der erhöhten Anforderungen an die Datenermittlung und -haltung zeigt Tabelle 16, dass zahlreiche Unternehmen

⁶⁰⁷ Vgl. Däumler (2000), S.27

⁶⁰⁸ Vgl. Brandt (2004), S.39

⁶⁰⁹ Vgl. Däumler (2000), S.27 in einer Zusammenfassung der Ergebnisse von Grabbe (1976)

⁶¹⁰ Die von Däumler (2000) erstellte Tabelle wird hier nur in relevanten Auszügen wiedergegeben. Für die vollständige Tabelle sei auf Däumler (2000), S.28 verwiesen. Dort finden sich auch Hinweise auf die zugrunde liegende Literatur; die Prozentzahlen ergeben zum Teil in Summe mehr als 100%, da von einige Unternehmen mehr als eine Methode angewandt wurde.

⁶¹¹ Verkürzte Darstellung nach Däumler (2000), S.28

Verfahren dieser Kategorie bereits kennen und anwenden. Dies spricht für die Verwendung dynamischer Verfahren als Basis des hier entwickelten Modells.

Jedoch soll vor allem für Kleinprojekte mit konkretem Auftraggeber und kurzer Laufzeit oder bei nicht ausreichend vorhandener Datenlage das Modell die Möglichkeit einer statischen Anwendung bieten. Dies wird durch die Strukturierung in verschiedene Stufen realisiert, wobei eine Dynamisierung erst ab Stufe III vorgenommen wird. Somit soll zwar ein geeignetes dynamisches Verfahren als Basis der Modellbildung ausgewählt werden; jedoch muss die Möglichkeit einer vereinfachten statischen Anwendbarkeit erfüllt sein.

Im Folgenden werden eindimensionale, dynamische Methoden der Wirtschaftlichkeitsbewertung in Hinblick auf ihre Eignung untersucht. Hierbei stehen in einer Konkretisierung der Ausführungen aus diesem Kapitel 8.3.1 und Kapitel 8.3.2 folgende Forderungen im Fokus der Auswahlentscheidung:

- (1) die Eignung als Warnsignal
- (2) die Eindeutigkeit des Bewertungsergebnisses
- (3) der Bekanntheits- und Verbreitungsgrad
- (4) die statische Anwendbarkeit

8.3.3 Bewertung ausgewählter Einzelmethoden

Wie oben ausführlich erläutert tragen eindimensionale Methoden den – im Rahmen dieser Arbeit gestellten – Anforderungen an eine Wirtschaftlichkeitsbewertung am Besten Rechnung.⁶¹² Zudem werden dynamische Verfahren grundsätzlich dem Investitionscharakter von Projekten eher gerecht, da sie die zeitliche Verteilung von Zahlungsströmen berücksichtigen.⁶¹³ Diese Tatsache gilt auch bei Berücksichtigung der Eigenheiten von Softwareentwicklungsprojekten.⁶¹⁴

Die wichtigsten Vertreter eindimensionaler, dynamischer Verfahren in Literatur und Praxis sind⁶¹⁵

- die Kapitalwertmethode und
- die Methode des internen Zinsfußes.

Zum Teil wird in der Literatur die Annuitätenmethode als dritte große Rechenmethode der eindimensionalen, dynamischen Verfahren gesehen.⁶¹⁶ Jedoch wird im Gegensatz dazu bei GEORGE⁶¹⁷ die Annuitätenmethode bei der Untersuchung projektbezogener Kennzahlen nicht berücksichtigt, was auf die geringe Einschätzung ihrer Verbreitung in der Praxis schließen lässt. Auch HUBNER⁶¹⁸ schließt in seinen Ausführungen die Annuitätenmethode nicht mit ein. Dies wird damit begründet, dass nur Kapitalwertmethode und interne Zinsfußmethode als die am weitesten verbreiteten Verfahren angenommen werden.⁶¹⁹ Daher soll der Fokus der Betrachtung auch in dieser Arbeit auf die Kapitalwertmethode und die Methode des internen Zinsfußes gelegt werden.

⁶¹² Vgl. Kapitel 8.3.1

⁶¹³ Vgl. Brandt (2004), S.42

⁶¹⁴ Vgl. Kapitel 8.3.2

⁶¹⁵ Vgl. beispielsweise die Tabelle bei Däumler (2000), S.27

⁶¹⁶ so beispielsweise bei Eichhorn (2000) und Brandt(2004)

⁶¹⁷ vgl. George(1999) S.225

⁶¹⁸ vgl. Hubner (1996), Kapitel 6.2

⁶¹⁹ vgl. Hubner (1996), S.160

8.3.3.1 Die Kapitalwertmethode

Der projektbezogene Kapitalwert basiert auf der Annahme des vollkommenen Kapitalmarktes.⁶²⁰ Er wird definiert als „die Differenz zwischen den auf den Zeitpunkt unmittelbar vor Beginn der Projektdurchführung abgezinsten Ein- und Auszahlungen, die durch das betreffende Projekt induziert werden.“⁶²¹ Für diese Abzinsung muss ein geeigneter Kalkulationszinssatz gewählt werden.

Der Kapitalwert eines Projektes wird wie folgt berechnet:⁶²²

$$C_0 = \sum_{t=0}^T (E_t - A_t) \cdot \frac{1}{(1 + p_k)^t}$$

Formel 1: Berechnung des Kapitalwerts

C_0	Kapitalwert
E_t	induzierte Einzahlungen im Zeitpunkt t ,
A_t	induzierte Auszahlungen im Zeitpunkt t ,
p_k	Kalkulationszinssatz
T	Anzahl der Perioden

Allgemein ist ein Projekt dann abzubrechen, „wenn der [Kapitalwert] der zukünftigen Zahlungen bei einem Abbruch des Projektes den [Kapitalwert] der zukünftigen Zahlungen bei Weiterführung des Projektes übersteigt.“⁶²³

In der Arbeit wird die Annahme getroffen, dass die Projektabbruchentscheidung mit keinen zusätzlichen Aufwänden – beispielsweise Vertragsstrafen – verbunden ist.⁶²⁴ Auch soll die Problematik der Projektabbruchentscheidung für das betreffende Soft-

⁶²⁰ Vgl. Hubner (1996), S.162

⁶²¹ Kern/Schröder (1977), S. 173 zitiert nach Hubner (1996), S.162

⁶²² Berechnung angegeben nach Hubner (1996), S.162 basierend auf Kern/Schröder (1977), S. 173

⁶²³ Vgl. Hubner (1996) S.163 basierend auf Seicht (1993), S.123; es wurde der Begriff „Barwert“ im ursprünglichen Zitat durch den Begriff „Kapitalwert“ ersetzt. Der Begriff des Barwerts wird nämlich in der Literatur unterschiedlich gebraucht, wohingegen der Begriff „Kapitalwert“ i.d.R. einheitlich verwendet wird. Beispielsweise wird bei Schredelseker (2002), S.38 „unter dem Begriff Barwert jedwede auf t_0 [...] abgezinste Zahlung oder Zahlungsreihe verstanden; als ‚Kapitalwert‘ wird ein Barwert nur dann bezeichnet, wenn er sämtliche Zahlungen eines Zahlungsstroms, mithin auch die Anfangsauszahlung umfasst [...]“

⁶²⁴ Bei davon abweichender Vertragsgestaltung ist das Modell geeignet anzupassen.

warentwicklungsprojekt isoliert betrachtet werden – somit eine Programmplanungsproblematik oder Ersatzproblematik bei der Auswahl aus mehreren Alternativen keine Berücksichtigung finden. Folglich kann die Referenzalternative „Projektabbruch“ mit einem Zahlungsstrom und daraus resultierenden Kapitalwert von 0 angesetzt werden, da durch einen Projektabbruch keinerlei weitere Zahlungen bedingt werden.

In dieser Einzelbetrachtung ist eine Investition „bei dem gewählten Zinssatz vorteilhaft, wenn der auf den Zeitpunkt Null bezogene Kapitalwert, [...] nicht negativ ist.“⁶²⁵ Für den Fall einer Projektabbruchentscheidung ist dieser Zeitpunkt Null der Entscheidungszeitpunkt. Das betrachtete Projekt ist demnach dann abzubrechen, wenn für die Projektweiterführung $C_0 < 0$ resultiert. Bei $C_0 > 0$ soll das betrachtete Projekt weitergeführt werden. Für den Grenzfall $C_0 = 0$ vertritt DÄUMLER die Auffassung, dass die Investition nicht abzulehnen ist, da sie gerade eben als vorteilhaft bezeichnet werden kann und einer Geldanlage zum gewählten Kalkulationszinssatz gleichwertig ist.⁶²⁶

Die Eignung als Warnsignal

Die Entscheidung für oder gegen eine Investition – in dieser Arbeit für oder gegen eine Projektweiterführung – orientiert sich bei Anwendung der Kapitalwertmethode am Grenzwert 0. Die geforderte Mindestverzinsung der Projektweiterführung fließt bereits durch die Wahl des Kalkulationszinssatzes in das Modell ein – muss somit in der Entscheidungssituation (nach Anwendung des Modells) nicht mehr explizit berücksichtigt werden. Dadurch gibt der Kapitalwert eine sehr klare, einfach zu interpretierende Entscheidungsunterstützung in folgender Form:

$$C_0 < 0 \rightarrow \text{Abbruch}$$

$$C_0 > 0 \rightarrow \text{Weiterführung}^{627}$$

⁶²⁵ Däumler (2000), S.59

⁶²⁶ Vgl. Däumler (2000), S.59 für die letzten drei Sätze

⁶²⁷ Folgt man der Auffassung von Däumler würde der Grenzfall 0 mit in die Entscheidungsregel einfließen in Form von „ $C_0 \geq 0 \rightarrow \text{Weiterführung}$ “

Folglich wird dem geforderten Warnsignal-Charakter des hier entwickelten Entscheidungsmodells durch die klare Interpretierbarkeit der resultierenden Spitzenkennzahl (Kapitalwert) Rechnung getragen.

Die Eindeutigkeit des Bewertungsergebnisses

Bereits in Kapitel 8.3.1 wurde die Verwendung quantitativ erfassbarer Kennzahlen mit Bezug zu monetären Aufwänden oder Erträgen gefordert, um den subjektiven Interpretationsspielraum sowohl bei den einfließenden Größen als auch dem Ergebniswert zu minimieren. Diese Anforderung wurde durch die Entscheidung für eindimensionale Bewertungsverfahren berücksichtigt. Um eine Verteilung von Aufwänden und/oder Erträgen über mehrere Perioden geeignet abbilden zu können, wurde in Kapitel 8.3.2 die Anwendung dynamischer Verfahren empfohlen.

Die wesentliche quantitative Maßzahl zur Berücksichtigung einer gewünschten jährlichen Mindestverzinsung als wirtschaftliches Ziel des Projektes, stellt in der Kapitalwertmethode der Kalkulationszinssatz dar. Da das Bewertungsergebnis in hohem Maße vom gewählten Zinssatz abhängt, kommt diesem eine entscheidende Bedeutung zu.⁶²⁸ Wie dieser zu wählen ist, muss – um die Objektivität des Verfahrens zu gewährleisten – somit bereits im Vorfeld einer Modellanwendung für das anwendende Unternehmen im Ganzen entschieden werden. In der Regel erfolgt die Abzinsung „mit dem Wert des aktuellen Kapitalmarktzins, der bei alternativer Kapitalanlage mittelfristig zu erzielen wäre.“⁶²⁹ Die Höhe des Zinssatzes kann sich jedoch alternativ auch „nach den mittelfristigen (Fremd-)Kapitalkosten, der Durchschnittsrendite von Unternehmen (derselben Branche), der Grenzrendite (i.e. Rentabilitätszuwachs eines zusätzlichen Kapitaleinsatzes) oder der subjektiv erwünschten Mindestrendite richten.“⁶³⁰ Wird der Kalkulationszinssatz nicht vorab projektübergreifend festgelegt, können hier subjektive Einflüsse – möglicherweise gar Manipulationen – bei der (Rest-)Projektbewertung nicht ausgeschlossen werden. Wird der Kalkulationszinssatz jedoch bereits im Vorfeld klar festgelegt, kann – bei zutreffender Prognose der ein-

⁶²⁸ Vgl. Eichhorn (2000), S.251

⁶²⁹ Brandt (2004), S.42

⁶³⁰ Eichhorn (2000), S.251

fließenden Zahlungsströme – durch die Kapitalwertmethode eine eindeutige Entscheidungsrichtlinie für oder gegen eine Projektweiterführung gegeben werden.

Der Bekanntheits- und Verbreitungsgrad

Der Kapitalwert nimmt in Hinblick auf die Wirtschaftlichkeitsbewertung von Projekten eine dominierende Stellung ein.⁶³¹ GEORGE ermittelte in seiner Untersuchung zur Verbreitung von Kennzahlen im Bereich des Projektmanagements für den projektbezogenen Kapitalwert einen Bekanntheitsgrad von 63% und einen Verwendungsgrad von 32%.⁶³² Die von DÄUMLER(2000) erstellte, zusammenfassende Tabelle zur Verfahrensanwendung zeigt den zunehmenden Gebrauch der Kapitalwertmethode im Zeitablauf zwischen 1974 und 1996. Es zeigt sich dabei, dass sie bereits im Jahre 1996 mit 73% die am weitesten verbreitete Methode darstellte, gefolgt von der Methode des internen Zinsfußes mit 68%.⁶³³ Es kann davon ausgegangen werden, dass dieser Trend sich in den letzten Jahren weiter fortgesetzt hat.

Die statische Anwendbarkeit

Eine rein statische Bewertung des Restprojektes, bei der keine Aussage über den zeitlichen Anfall von Aufwänden und/oder Erträgen getroffen wird, lässt sich auf Grundlage der Kapitalwertmethode leicht realisieren. Formel 1

$$C_0 = \sum_{t=0}^T (E_t - A_t) \cdot \frac{1}{(1 + p_k)^t}$$

muss lediglich dahingehend abgewandelt werden, dass alle Zahlungen lediglich kumuliert, jedoch nicht abgezinst werden. Dies führt zu einer reinen Gegenüberstellung der in dieser Periode angefallenen Erträge im Vergleich zu den angefallenen Auf-

⁶³¹ Vgl. Hubner (1996) basierend auf Kern/Schröder (1977), S.173 und die dort verwendete Literatur

⁶³² Vgl. George (1999), S.225; der projektbezogene Kapitalwert wurde in vorliegenden Antwortmöglichkeiten hierbei als einziges dynamisches Verfahren in die Untersuchung miteinbezogen. Als Grund hierfür kann die größere Verbreitung statischer Verfahren in der Praxis angesehen werden. Deren Verwendung wurde jedoch für diese Arbeit in Kapitel „statische vs. Dynamische Methoden“ im Sinne einer adäquaten Abbildung der Wirtschaftlichkeit der Projektweiterführung weitgehend ausgeschlossen.

⁶³³ Vgl. Däumler (2000), S.28 sowie die dort angegebene Literatur und auch die Ausführungen in Kapitel 8.3.2 für die letzten beiden Sätze

wänden – entspricht somit einer klassischen einperiodigen Kosten-Nutzen-Abwägung für das Restprojekt.⁶³⁴

$$C_0 = E_{\text{kumuliert}} - A_{\text{kumuliert}}$$

Formel 2: Statische Anwendung der Kapitalwertformel

Das Entscheidungskriterium >0 oder <0 bleibt dabei identisch, die Wahl eines Kalkulationszinssatzes entfällt.

Gesamtbewertung der Kapitalwertmethode

In Hinblick auf die oben gestellten Anforderungen wird die Kapitalwertmethode somit folgendermaßen bewertet:

Forderung	Erfüllung der Forderung
Die Eignung als Warnsignal	ja <input checked="" type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> bedingt <input type="checkbox"/>
Die Eindeutigkeit des Bewertungsergebnisses	ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> bedingt <input checked="" type="checkbox"/>
Der Bekanntheits- und Verbreitungsgrad	ja <input checked="" type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> bedingt <input type="checkbox"/>
Die statische Anwendbarkeit	ja <input checked="" type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> bedingt <input type="checkbox"/>

Tabelle 17: Anforderungserfüllung durch Kapitalwertmethode

⁶³⁴ Die einperiodige Kosten-Nutzen-Analyse wird bei Brandt (2004) den statischen, eindimensionalen Verfahren zugeordnet.

8.3.3.2 Methode des internen Zinsfußes

Neben dem Kapitalwert als Entscheidungskriterium kommt auch der Methode des internen Zinsfußes in der Praxis große Bedeutung zu.⁶³⁵

„Im Gegensatz zur Kapitalwertmethode, die im Rahmen der Investitionsbeurteilung im Wesentlichen auf die Realisierung einer Mindestverzinsung (in Gestalt des Kalkulationszinsfußes) der eingesetzten Finanzmittel abstellt, fragt [sic] die Interne-Zinsfuß-Methode nach der effektiven (d.h. tatsächlich erzielbaren) Rentabilität des Investitionsobjektes unter Berücksichtigung von Zinseszinsen, also nach dem Zinssatz der sich durch den Einsatz von Finanzmittel (=Anschaffungsausgabe) über die Nutzungsdauer der geplanten Investition ergibt. Dieser Zinssatz wird als interner Zinsfuß bezeichnet.“⁶³⁶

Es wird somit bei der Methode des internen Zinsfußes der Zinssatz gesucht, der zu einem Kapitalwert von Null führt.⁶³⁷ Dieser Zinssatz wird entsprechend folgender Rechnung ermittelt. Es wird dabei davon ausgegangen, dass jede Investition mit einer Anschaffungsausgabe verbunden ist. Der Liquidationserlös stellt dabei eine fakultative Größe dar.

$$\frac{\ddot{U}_1}{(1+i)^1} + \frac{\ddot{U}_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{\ddot{U}_n}{(1+i)^n} - A_0 + \frac{L}{(1+i)^n} = 0$$

Formel 3: Berechnung des internen Zinsfußes⁶³⁸

\ddot{U}_t	Überschüsse der Einnahmen über die Ausgaben einer Periode
A_0	Anschaffungsausgabe
n	Anzahl der Perioden
i	interner Zinsfuß
L	Liquidationserlös

⁶³⁵ vgl. hierzu Währisch (1999), S.295-299, Hubner (1996), S.168 aufbauend auf Wehrle-Streif (1989) S.65

⁶³⁶ Eilenberger (2003), S.173

⁶³⁷ Vgl. Schmalen (2002), S.565

⁶³⁸ Eilenberger (2003), S.173 für die Berechnung; Der Liquidationserlös stellt hierbei eine fakultative Größe dar.

Wird für die Projektbewertung wiederum von einer Einzelbetrachtung ausgegangen – werden somit Programmplanungsentscheidungen ausgeklammert und als einzige Alternative die Unterlassungsalternative bewertet – gilt bei Anwendung der internen Zinsfuß-Methode folgende Entscheidungsregel:

- weist das bewertete Investitionsobjekt einen internen Zinssatz auf, der **größer** ist als die angestrebte Mindestverzinsung, dann ist die Investition **lohnend**
- weist das bewertete Investitionsobjekt einen internen Zinssatz auf, der **kleiner** ist als die angestrebte Mindestverzinsung, dann ist das Objekt für den Investor **nicht lohnend**.⁶³⁹

Diese angestrebte Mindestverzinsung schlägt sich dabei wiederum in der Wahl eines Kalkulationszinssatzes nieder. Dieser Kalkulationszinssatz berücksichtigt alle anderen Investitionsalternativen – beispielsweise eine Anlage am Kapitalmarkt – pauschal.⁶⁴⁰

Die Eignung als Warnsignal

In Hinblick auf den hier geforderten Warnsignal-Charakter der aus der Bewertung resultierenden Kennzahl, muss der interne Zinsfuß als nur bedingt geeignet gewertet werden. Zwar ist – wie bei der Kapitalwert-Methode – eine klare **größer-kleiner-Unterscheidung** im Vergleich mit einem gewünschten Zinssatz möglich. Jedoch kann angenommen werden, dass die klare Trennung durch den Schwellenwert „0“ bei der Kapitalwertmethode größere Wahrnehmungs-Wirkung hat, als ein festgelegter Mindest-Zinssatz als Vergleichswert. In der Kapitalwertmethode kann die resultierende Größe direkt als Verlust bzw. Gewinn des bewerteten Objektes interpretiert werden, wohingegen bei der Methode des internen Zinssatzes ein Zinssatz als zu niedrig oder ausreichend hoch eingestuft werden muss. Folglich wird der Kalkulationszinssatz bei der Methode des internen Zinsfußes nicht bereits zum Zeitpunkt der Berechnung implizit berücksichtigt, sondern erst als Vergleichsgröße für das Rechenergebnis. Dies macht eine Veränderung des Kalkulationszinssatzes und damit eine Manipulation der Entscheidungsfindung im Nachhinein einfacher und dadurch wahrscheinlicher als bei der Kapitalwertmethode.

⁶³⁹ Vgl. Schmalen (2002), S.565

⁶⁴⁰ Vgl. Hubner (1996), S.169

Die Eindeutigkeit des Bewertungsergebnisses

Wie bei der Kapitalwertmethode, setzt auch die Methode des internen Zinsfußes voraus, dass der Investor bzw. Anwender dieser Bewertungsmethode seinen Kalkulationszinssatz festlegt.⁶⁴¹

HUBNER überprüft, ob bei Abbruchentscheidungen bei Anwendung der internen Zinsfuß-Methode unter bestimmten Konstellationen auf die Festlegung eines Kalkulationszinssatzes verzichtet werden kann.⁶⁴² Er kommt jedoch zu dem Ergebnis, dass „unter der Annahme einer im Rahmen eines Partialmodells erfolgenden vollständigen Alternativenstellung Entscheidungsmodelle, die den internen Zinssatz als Entscheidungskriterium verwenden wollen, ohne Kalkulationszinssatz nicht auskommen.“⁶⁴³ Somit stellt sich bei der Wahl eines geeigneten Vergleichszinssatzes bei der Methode des internen Zinsfußes die gleiche Problematik wie bei der Kapitalwertmethode. Daher wird an dieser Stelle auf deren nochmalige Darstellung verzichtet und auf die Ausführungen in Kapitel 8.3.3.1 verwiesen.

Unabhängig davon wird jedoch die Aussagekraft der Methode des internen Zinsfußes hinsichtlich ihrer Bewertungsergebnisse in der Literatur sehr heterogen bewertet. Vielfach wird ihr eine Eignung für eine eindeutige Entscheidungsfindung abgesprochen. Hierfür werden in der finanztheoretischen Literatur mehrere Gründe angeführt:

Zum einen wird bemängelt, „dass derartige Gleichungen häufig nicht zu einer eindeutigen realen Lösung führen, so dass die interne Zinsfuß-Methode als Entscheidungshilfe relativiert würde.“⁶⁴⁴

Zum anderen wird vor allem im Bereich der Alternativenwahl (relativen Vorteilhaftigkeit) der internen Zinsfuß-Methode aufgrund zweier anwendbarer Varianten, die zu verschiedenen Lösungen führen können, eine Eignung für eine eindeutige Unter-

⁶⁴¹ Vgl. Schmalen (2002), S.565

⁶⁴² Hubner (1996), S.177f.

⁶⁴³ Hubner (1996), S.177. Dieses Bewertungsergebnis bezieht sich auf Auswahlentscheidungen. Es sei jedoch auf die andersartige Situation bei Programmplanungsproblemen verwiesen. Vgl. Hierzu Hubner (1996), S.178-193

⁶⁴⁴ Eilenberger (2003), S.173f.

scheidungsunterstützung abgesprochen.⁶⁴⁵ Da die relative Vorteilhaftigkeit von Projekten und deren Integration in eine zu treffende Abbruchentscheidung nicht Gegenstand dieser Arbeit sind, soll auf diese Problematik nicht detailliert eingegangen werden. Es sei dabei auf entsprechende Literatur und Beispielrechnungen, beispielsweise bei HUBNER verwiesen.⁶⁴⁶ Jedoch soll dieser Punkt in Hinblick auf mögliche Erweiterungspotenziale des hier entwickelten Entscheidungsmodells bei der Methodenauswahl dennoch berücksichtigt werden.

Weiterhin wird in der finanztheoretischen Literatur an der Methode des internen Zinsfußes die implizit angenommene *Wiederanlageprämisse* bemängelt. Bei Anwendung der Internen Zinsfuß-Methode wird durch das Methoden-Design die Annahme zugrunde gelegt, dass die Überschüsse jeweils *zum internen Zinsfuß* angelegt werden können. Dies gilt zwar auch für die Kapitalwertmethode;⁶⁴⁷ jedoch muss die Annahme dort als realistischer gewertet werden, da die Kapitalwertmethode unterstellt, „dass die Wiederanlage der Einzahlungsüberschüsse stets zum Kalkulationszinssatz erfolgt, der ja den Kapitalkosten des Investors entsprechen soll.“⁶⁴⁸

Da die Interne-Zinsfuß-Methode somit sowohl hinsichtlich ihrer Prämissen als auch hinsichtlich ihrer Ergebnisse umstritten ist, kann sie für das hier entwickelte Modell nur als bedingt geeignet angesehen werden.

Der Bekanntheits- und Verbreitungsgrad

Die Methode des internen Zinsfußes und die Kapitalwertmethode werden in der Literatur fast durchgängig beide als die bedeutendsten Methoden der dynamischen Investitionsbewertung aufgeführt. Gemäß der tabellarischen Darstellung der Anwendung von Investitionsrechenverfahren in der Praxis im Zeitablauf bei DÄUMLER teilten sich im Jahr 1989 mit jeweils 59% der anwendenden Unternehmen die Methode des internen Zinsfußes und die Kapitalwertmethode den ersten Rang. Im Jahr 1996 belegte die interne Zinsfuß-Methode mit 68% Platz 2 hinter der Kapitalwert-

⁶⁴⁵ vgl. Hubner (1996), S. 168-193 und die dort angegebene Literatur

⁶⁴⁶ vgl. Hubner (1996), S. 168-193 und die dort angegebene Literatur

⁶⁴⁷ vgl. Eichhorn (2000), S.253 für die letzten beiden Sätze

⁶⁴⁸ Eichhorn (2000), S.253

methode mit 73%.⁶⁴⁹ Bei der Untersuchung von GEORGE zu Bekanntheit und Verbreitung projektbezogener Kennzahlen ist der interne Zinsfuß eines Projektes jedoch nicht explizit erwähnt. Im Bereich der dynamischen Methoden zur Investitionsbewertung werden in seiner Untersuchung nur die Amortisationszeit und die Kapitalwertmethode genannt. Jedoch konnte für einperiodige Rentabilitätsrechnungen, z.B. den ROI, eine hohe Bekanntheit bzw. Verbreitung ermittelt werden.⁶⁵⁰ Dies kann möglicherweise darin begründet liegen, dass bei einperiodiger Rechnung eine Rentabilitätskennzahl mathematisch problemlos errechnet werden kann; die Ermittlung des internen Zinsfußes bei mehrperiodiger Betrachtung kann sich hingegen – wenn auf die Nutzung entsprechender Rechenprogramme verzichtet wird – komplex gestalten. Während die Untersuchung von DÄUMLER sich hauptsächlich auf Wirtschaftlichkeitsbewertungen im Allgemeinen in größere Unternehmen bezog, bezieht sich die Untersuchung nach GEORGE rein auf Projekte, für die unter Umständen mathematisch einfachere Rechenmethoden bevorzugt werden.

Zusammenfassend kann somit hinsichtlich des Bekanntheits- und Verbreitungsgrades festgestellt werden, dass die Methode des internen Zinsfußes sich zwar vor allem in größeren Unternehmen und in der finanztheoretischen Literatur neben dem Kapitalwert als zweite große Bewertungsmethode etabliert hat. Jedoch lässt sich ein Trend zur Kapitalwertmethode feststellen. Im Projektumfeld wurde für die Kapitalwertmethode, der Untersuchung von GEORGE zu Folge, eine relativ hohe Bekanntheit- und Verbreitung ermittelt, wohingegen der interne Zinsfuß nicht unter den wichtigsten Kennzahlen zur Projektplanung, -steuerung und -kontrolle erfasst wurde.⁶⁵¹

Die statische Anwendbarkeit

Wie die Kapitalwertmethode, kann auch die Methode des internen Zinssatzes leicht in eine statische Betrachtung überführt werden, wenn die zeitliche Verteilung der Zahlungsströme nicht abgeschätzt werden kann und Zinseszinsseffekte nicht berücksichtigt werden sollen. Wird davon ausgegangen, dass in t_0 eine (kumulierte) Anfangsauszahlung A_0 für die Investition anfällt und in t_1 die kumulierten Einzahlungs-

⁶⁴⁹ Vgl. Däumler (2000), S.28 und die dort angegebene Literatur für die letzten beiden Sätze. Die Tabelle wurde in Auszügen bereits in Kapitel 8.3.2 dargestellt.

⁶⁵⁰ George (1999), S.224f. für die letzten drei Sätze

⁶⁵¹ Vgl. George (1999), S.218f.

überschüsse ($\ddot{U}_{\text{kumuliert}}$) angesetzt werden, verkürzt sich die Berechnung des internen Zinsfußes wie folgt:

$$\frac{\ddot{U}_{\text{kumuliert}}}{(1+i)} - A_0 = 0, \quad \text{mit } A_0 > 0$$

Formel 4: statische Anwendung der Methode des internen Zinsfußes

Die Umformung

$$\frac{\ddot{U}_{\text{kumuliert}}}{A_0} = 1 + i$$

Formel 5: Umformung von Formel 4

zeigt dabei die Analogie zur statischen Rentabilitätsrechnung⁶⁵², bei der durch die Investition erwirtschaftete Gewinne einer Investition dem eingesetzten Kapital gegenüber gestellt werden. In der Kennzahl des ROI⁶⁵³s stellt diese statische Variante der Ermittlung der Projektrentabilität nach GEORGE eine bekannte (79%) und weit verbreitete (50%) Kennzahl dar.

Aufbauend auf obigen Ausführungen lässt sich die Methode des internen Zinsfußes für die Bewertung von (Rest-)Projekten im Sinne dieser Arbeit wie folgt bewerten:

Forderung	Erfüllung der Forderung
Die Eignung als Warnsignal	ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> bedingt <input checked="" type="checkbox"/>
Die Eindeutigkeit des Bewertungsergebnisses	ja <input type="checkbox"/> nein <input checked="" type="checkbox"/> bedingt <input type="checkbox"/>
Der Bekanntheits- und Verbreitungsgrad	ja <input checked="" type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> bedingt <input type="checkbox"/>
Die statische Anwendbarkeit	ja <input checked="" type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> bedingt <input type="checkbox"/>

Tabelle 18: Anforderungserfüllung durch Interne Zinsfuß-Methode

⁶⁵² Der Begriff Rentabilität wird in der Literatur uneinheitlich gebraucht im Sinne von Rentabilität des eingesetzten Kapitals, Eigenkapitalrentabilität, Gesamtkapitalrentabilität usw. Er wird beispielsweise bei Wöhe (2005), S.54 sehr allgemein definiert: „Rentabilität setzt die absolute Größe Erfolg in Beziehung zu einer Basisgröße.“

⁶⁵³ Return on Investment

8.4 Risikoberücksichtigung in der Praxis

Aufbauend auf einer Befragung von BROER/DÄUMLER von 1985 führt DÄUMLER aus, dass bei den befragten Unternehmen, die Bewertungsmethoden einsetzen, dem Problem einer Berücksichtigung von Risiken eine hohe Bedeutung beigemessen wurde.⁶⁵⁴ Es kann davon ausgegangen werden, dass durch die zunehmende Diskussion des Risikobegriffs in der Literatur in den letzten Jahren und die gestiegenen Anstrengungen im Bereich Risikomanagement in den Unternehmen dieses Bewusstsein sich noch erhöht hat.

Ergebnis der Untersuchung war, dass 41,3% der bundesdeutschen Großunternehmen Risiken über die als am wahrscheinlichsten erachteten Werte berücksichtigen.⁶⁵⁵ „Dabei fragt man bei jeder in die Investitionsrechnung eingehenden Variablen nach dem Wert, der die höchste Eintrittswahrscheinlichkeit aufweist.“⁶⁵⁶ Dieses Untersuchungsergebnis stützt die Vorgehensweise dieser Arbeit, alle relevanten Größen über geeignete Erfahrungswerte in das Modell zu integrieren. Jedoch wird – wie bereits mehrfach ausgeführt – in dieser Arbeit die Kennzahl mit ihrem jeweiligen Erwartungswert belegt. Wird im konkreten Anwendungsfall jedoch eine Bewertung der Kennzahl mit dem wahrscheinlichsten Wert gewünscht, kann das Modell auf für diese Werte angewendet werden.

Daneben bzw. ergänzend wird der Studie zu Folge die Sensitivitätsanalyse verbreitet eingesetzt (64,2% der Befragten). 31,3% davon führen diese in Form einer Dreifach-Rechnung, 38,8% in Form einer Zielgrößen-Änderungsrechnung durch.⁶⁵⁷

„Die **Dreifach-Rechnung** [...] ermittelt die Zielgröße, etwa den Kapitalwert für drei verschiedene Zukunftslagen unter Zugrundelegung einer sehr günstigen (optimistischen), wahrscheinlichen, sehr ungünstigen (pessimistischen) Datenkonstellation.“⁶⁵⁸ Man variiert dabei nicht nur eine sondern mehrere Eingabevariablen, möglicherweise

⁶⁵⁴ Vgl. Broer/Däumler (1986) S.729ff. zitiert nach Däumler (1996), S.173

⁶⁵⁵ Vgl. Däumler (1996), S.174

⁶⁵⁶ Vgl. Däumler (1996), S.174

⁶⁵⁷ Vgl. Däumler (1996), S.174

⁶⁵⁸ Däumler (1996), S.185f.

sogar alle.⁶⁵⁹ Jedoch muss dabei berücksichtigt werden, dass sich je nach Annahme der Kennwerte durch die Dreifachrechnung keine klare Handlungsempfehlung mehr ableiten lässt. Um für die Anwendung in laufenden Softwareentwicklungsprojekten sinnvolle Zu- und Abschlüsse für optimistische und pessimistische Schätzungen zu ermitteln, kann beispielsweise auf die – bereits in Kapitel 7.2.1 dargestellte – Ungenauigkeitspyramide bei BUNDSCHUH/FABRY zurückgegriffen werden.⁶⁶⁰ Die **Zielgrößen-Änderungsrechnung** widmet sich der Frage „um wie viel Prozent sich der Wert der Zielgröße (Kapitalwert, interner Zinsfuß, durchschnittlicher jährlicher Überschuss) ändert, wenn eine Eingabevariable um einen bestimmten vorgegebenen Prozentwert von ihrem wahrscheinlichsten Wert abweicht.“⁶⁶¹ Dabei kann die Zielgrößen-Änderungsrechnung analog zu Berechnungen von Elastizitäten in der klassischen Betriebswirtschaftslehre gesehen werden.⁶⁶²

Da die in das hier entwickelte Entscheidungsmodell integrierten Kennzahlen klar definiert und voneinander abgegrenzt sind, lässt sich das Modell auch für Variationen dieser Kennzahlenwerte anwenden. Daher kann es auch für eine Sensitivitätsanalyse herangezogen werden. Es wird jedoch bei DÄUMLER in seinen Ausführungen zur Zielgrößen-Änderungsrechnung darauf hingewiesen, dass die Zielgröße „interner Zinsfuß“ wegen des hohen Rechenaufwands bei seiner Bestimmung für die praktische Anwendung bedeutungslos ist.⁶⁶³ Dies kann analog für die Dreifach-Rechnung angenommen werden. Auch dies spricht somit für die Verwendung der Kapitalwertmethode als Basis der Modellbildung.

⁶⁵⁹ Vgl. Däumler (1996), S.186

⁶⁶⁰ Vgl. hierzu die Ausführungen in Kapitel 7.2.1 sowie Bundschuh/Fabry (2004), S.125

⁶⁶¹ Däumler (1996), S.188

⁶⁶² Vgl. Däumler (1996), S.188

⁶⁶³ Vgl. Däumler (1996), S.188

8.5 Methodenauswahl

Aufbauend auf der Analyse der Anforderungserfüllung durch die verschiedenen Verfahrensgruppen bzw. die untersuchten Einzelverfahren, wird eine Verwendung der **Kapitalwertmethode als investitionstheoretische Basis** für das hier entwickelte Entscheidungsmodell als sinnvoll erachtet.

Sowohl hinsichtlich ihrer Wirkung als Warnsignal als auch hinsichtlich der Eindeutigkeit der Bewertungsergebnisse wurde die Kapitalwertmethode als geeigneter bewertet als die Methode des internen Zinsfußes. Ihre Stellung als bekanntestes und am weitesten verbreitetes dynamisches Verfahren, wird für die Akzeptanz des Entscheidungsmodells als förderlich erachtet. Auch hinsichtlich einer alternativen, erweiterten Verwendung des Modells z.B. für Sensitivitätsanalysen, ist, unter Berücksichtigung des Rechenaufwands, die Kapitalwertmethode die geeignetere.

Die in Kapitel 7.1 identifizierten Risikoleitfragen werden in Form von geeigneten Kennwerten in das Modell integriert. Um einen ausreichend hohen Detaillierungsgrad der einfließenden Daten sicherzustellen, integriert das Modell zahlreiche Einzelkennzahlen, für die Erfahrungswerte leichter bestimmt werden können, als für zusammengesetzte Größen.

Aufbauend auf dieser Auswahlentscheidung stellt der Kapitalwert C_0 die verdichtete Spitzenkennzahl des Modells – somit die numerische Entscheidungshilfe für oder gegen eine Projektabbruchentscheidung – dar. Bei Ausprägung größer 0 ist dabei eine Weiterführung des Projektes zu empfehlen, bei Ausprägung kleiner 0 sollte das betrachtete Projekt abgebrochen werden. Bei einem Kapitalwert gleich 0 wird für die Projektweiterführung eine Verzinsung genau entsprechend dem Kalkulationszinssatz prognostiziert.

Der Kalkulationszinssatz spiegelt dabei die gewünschte Verzinsung des in das Projekt einfließenden Kapitals wider. Dabei muss beachtet werden, dass diese Zielgröße sich im Zeitraum zwischen Projektauswahlentscheidung und Entscheidungszeitpunkt verändert haben kann. Zu jedem Zeitpunkt der Ermittlung von C_0 muss somit auf den zu diesem Zeitpunkt aktuellen Kalkulationszinssatz zurückgegriffen werden.

9 Risikoorientierte Restaufwandsprognose

9.1 Problematik der Aufwandschätzung in der Praxis

Eine Abschätzung des Projektaufwands bildet die Grundlage zur Prognose der im Projekt anfallenden Kosten.⁶⁶⁴ Daher ist eine verlässliche Aufwandschätzung „Voraussetzung dafür, Aussagen über die Projektkosten und damit – in Verbindung mit dem Nutzen – über dessen Wirtschaftlichkeit zu machen“⁶⁶⁵.

Trotz einer großen Zahl an Schätzmethoden⁶⁶⁶ bzw. Schätzverfahren stellt die Aufwandschätzung ein großes Problem bei der Bewertung von Softwareentwicklungsprojekten dar.⁶⁶⁷ In einer von LEDERER/PRASAD durchgeführten Untersuchung berichten 63% der befragten Software-Manager von erheblichen Überschätzungen und 14% von erheblichen Unterschätzungen des Aufwands.⁶⁶⁸ Eine niederländische Studie ermittelte einen Wert von 80% für unterschätzte Budgets. 35% der Unternehmen führten keine formalen Schätzungen durch.⁶⁶⁹

Um eine solide Basis für die Analyse und Prognose von Softwareentwicklungsaufwendungen zu schaffen, wurden zahlreiche Verfahren entwickelt, die auf verschiedenen Messgrößen (Metriken) basieren.⁶⁷⁰ Nur wenige davon haben eine so große Einsatzbreite erreicht, dass sie als de-facto-Standard gesehen werden können.⁶⁷¹ Ein-

⁶⁶⁴ Vgl. Heinrich/Lehner (2005), S.433

⁶⁶⁵ Heinrich/Lehner (2005), S.433

⁶⁶⁶ vgl. Heinrich/Lehner (2005), S.433

⁶⁶⁷ Heinrich/Lehner (2005), S.435-438 treffen eine Differenzierung in den abstrakten Begriff der „Schätzmethode“ und seine Ausprägung in einem Schätzverfahren. „Die Schätzverfahren unterscheiden sich bezüglich der verwendeten Schätzmethode(n), dem Einsatzschwerpunkt und dem Wirkungsbereich.“ Hierbei wird das Function-Point-Verfahren der Analogiemethode zugeordnet. Diese Arbeit legt ihren Betrachtungsschwerpunkt auf konkrete „Schätzverfahren“. Für detaillierte Ausführungen zu den verschiedenen zugrunde liegenden Schätzmethoden sei auf Heinrich/Lehner (2005) verwiesen.

⁶⁶⁸ Vgl. Bundschuh/Fabry (2004), S. 49 in einer Zusammenfassung der Studienergebnisse von Lederer/Prasad (1993)

⁶⁶⁹ Vgl. Bundschuh/Fabry(2004), S. 49 in einer Zusammenfassung der Studienergebnisse von Heemstra (1992) für die letzten beiden Sätze

⁶⁷⁰ Detaillierte Ausführungen zu Softwaremetriken finden sich in Kapitel 9.3.1

⁶⁷¹ Vgl. Bundschuh/Fabry (2004), S.27 für die letzten beiden Sätze

gesetzt werden derzeit vor allem das Constructive Cost Model (**COCOMO**) und das **Function Point Verfahren**.

Viele Unternehmen schätzen ihre Aufwände jedoch derzeit nur intuitiv. Dabei wird in der Regel der Mittelwert aus einer Best-Case-Schätzung und einer Worst-Case-Schätzung ermittelt.⁶⁷² „Ausgangspunkt sind hierbei die individuellen Erfahrungen (meist einer) Schätzpersion.“⁶⁷³ Dieser geschätzte Gesamtaufwand kann mit der im folgenden Kapitel dargestellte **Prozentsatzmethode** einzelnen Projektphasen zugeordnet werden. Werden für das Projekt Risiken vermutet, kann die ursprüngliche Schätzung um pauschale Risikozuschläge ergänzt werden.⁶⁷⁴ Da diese Pauschal-Schätzungen jedoch mehr auf Intuition und subjektiven Erfahrungen als auf definierten Maßgrößen beruhen, gestaltet sich eine detaillierte Risikoberücksichtigung im Sinne dieser Arbeit dabei schwierig.

Für die Kontrolle von Projektkosten kommt bei intuitiven Gesamtaufwandsschätzungen erschwerend hinzu, dass diese meist nur pauschal geschätzt werden. Die einzelnen projektausführenden Bereiche erhalten demnach „nur vage oder keine Kostenvorgaben“ für die von ihnen zu erstellenden Leistungen.⁶⁷⁵ Dies mag unter anderem darin begründet liegen, dass „sich die einzelnen Projektziele zu Projektbeginn nur vage formulieren und erst im späteren Verlauf des Projekts detailliert festlegen lassen.“⁶⁷⁶

Aufgrund dieser Defizite muss davon ausgegangen werden, dass intuitive Schätzungen auf Grund ihrer hohen Subjektivität, ihrer mangelnden Nachvollziehbarkeit und ihres geringen Detaillierungsgrades für die hier angestrebte Ermittlung des Projektrestaufwands nicht oder nur in sehr frühen Projektphasen bedingt geeignet sind. Vielmehr soll im Folgenden ein Aufwandsschätzverfahren ausgewählt werden, wel-

⁶⁷² Vgl. Bundschuh/Fabry (2004), S. 51 für die letzten beiden Sätze in einer Zusammenfassung der Studienergebnisse von Weltz und Ortman (Die Studie wird bei Bundschuh/Fabry nicht näher spezifiziert; es muss davon ausgegangen werden, dass sie darüber hinaus nicht veröffentlicht wurde.)

⁶⁷³ Bundschuh/Fabry (2004), S. 51 in einer Zusammenfassung der Studienergebnisse von Weltz und Ortman

⁶⁷⁴ Beispielsweise anhand des Unsicherheits-Dreiecks bei Bundschuh/Fabry (2004), S.34

⁶⁷⁵ George (1999) S. 2 für die letzten beiden Sätze

⁶⁷⁶ George (1999), S. 21 basierend auf Zogg (1974), S.1

ches den Restaufwand des Projektes auf Basis geeigneter Messgrößen zur quantitativen Abbildung von Umfang und ggf. auch Komplexität des zu erstellenden Softwareproduktes ermittelt. Derartige Verfahren werden im Folgenden als „*Metrikbasierte Aufwandschätzverfahren*“ bezeichnet. Der Begriff „Metrik“ sowie die genaue Ausgestaltung einzelner Metriken werden in Kapitel 9.3.1 detailliert dargestellt.

Jedoch soll das hier entwickelte Entscheidungsmodell auch für Unternehmen anwendbar sein, welche ihren Aufwandschätzungen generell oder in sehr frühen Phasen der Projektdurchführung (noch) keine detaillierten Messeinheiten zugrunde legen – folglich auch über keine detaillierten Daten über den noch zu realisierenden Software-Umfang verfügen. Wie in Kapitel 1.2 beschrieben, sollen Unterschiede in der Datenverfügbarkeit im hier entwickelten Modell durch eine Aufteilung in Stufen berücksichtigt werden. Dabei soll auf unterster Stufe des Modells auf die Verwendung von Softwaremetriken verzichtet werden um der hohen Verbreitung intuitiver Expertenschätzungen Rechnung zu tragen. Daher wird im Folgenden auf eine vereinfachte – nicht metrikbasierte – Ermittlung von Restaufwänden eingegangen.

9.2 Vereinfachte Prognose der Projekt-Restaufwände

Da auf Stufe I⁶⁷⁷ des entscheidungsunterstützenden Modells auf detaillierte Größemessungen des zu erstellenden Softwaresystems über Software-Metriken verzichtet werden soll, wird im Folgenden eine vereinfachte Methode zur Ermittlung der Restaufwände bis zur Projektfertigstellung dargestellt. Diese basiert im Wesentlichen auf der **Kosten-Trend-Analyse** in Kombination mit empirischen Daten zur Aufwandsverteilung auf die einzelnen Projektphasen (**Prozentsatzmethode**).

Die **Kosten-Trend-Analyse** ist in ihrer Grundform „eine Methode zur Überwachung von Projektkosten, die es gestattet, regelmäßige Schätzwerte über die Gesamtkosten des Projektes zum voraussichtlichen Endtermin zu gewinnen.“⁶⁷⁸ Die dadurch erzielten Ergebnisse werden dabei in der Regel graphisch dargestellt. Es sind unterschiedliche Darstellungsformen möglich.

⁶⁷⁷ Vgl. Kapitel 11.2.1

⁶⁷⁸ Brandt (2004), S.26

CRONENBROECK wählt in seinen Ausführungen eine gebräuchliche Rasterdarstellung, bei der vertikal die geschätzten bzw. hochgerechneten Gesamtkosten für ein Arbeitspaket oder das Gesamtprojekt angegeben werden, horizontal die gewählten Berichtszeitpunkte.⁶⁷⁹ Diese Berichtszeitpunkte können mit den hier vorgeschlagenen Entscheidungspunkten⁶⁸⁰ gleichgesetzt werden. Zu diesen Berichts- bzw. Entscheidungspunkten führt der Projektleiter auf Basis des bis dahin erzielten Projektfortschritts eine Kostenschätzung für das jeweilige Arbeitspaket und/oder das Gesamtprojekt durch. So entsteht im Projektverlauf eine Kurve, die die zeitliche Entwicklung der prognostizierten Gesamtkosten angibt, wie folgendes Beispiel zeigt.⁶⁸¹ Es ist dabei ersichtlich, dass das Projekt die ursprüngliche Kostenschätzung nicht einhält.

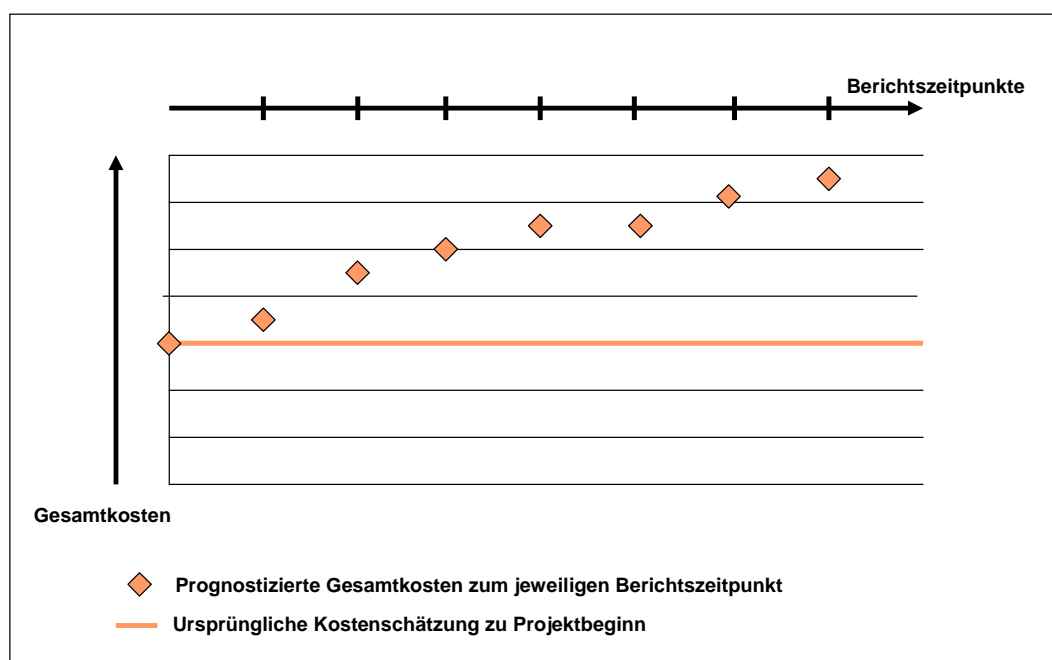


Abbildung 55: Kosten-Trend-Analyse⁶⁸²

Den Kernpunkt für die Kostenschätzung bildet die Bestimmung des Fertigstellungswertes der Arbeitspakete.⁶⁸³ Zwar kann der Umfang der realisierten Softwarebestandteile bei Verwendung bestimmter Softwaremetriken – beispielsweise der in Kapitel

⁶⁷⁹ Vgl. Cronenbroeck (2004), S.80

⁶⁸⁰ Vgl. Kapitel 4.5

⁶⁸¹ Vgl. Cronenbroeck (2004), S.78-80 für die letzten beiden Sätze; Die Kostentrendanalyse wird dabei bei Cronenbroeck in Analogie zur Meilensteintrendanalyse dargestellt. Auf diese soll jedoch hier nicht detaillierter eingegangen werden.

⁶⁸² Eigene Darstellung nach Cronenbroeck (2004), S.80

⁶⁸³ Vgl. Brandt (2004), S.27

9.3.1.2 dargestellten Funktionspunkte – gut abgebildet werden; da jedoch an dieser Stelle auf derartige Messgrößen verzichtet werden soll, muss dieser Kernpunkt für eine vereinfachte Bestimmung von Restaufwänden abgewandelt werden. Die Abwandlung wird für ein vereinfachtes Verfahren in dieser Arbeit dahingehend vorgenommen, dass die Fertigstellung entsprechend zur Aufwandsverteilung auf Projektphasen angenommen wird. Eine Hochrechnung erfolgt somit auf Basis empirisch ermittelter Daten zur Aufwandsverteilung in Softwareentwicklungsprojekten.

Ergeben beispielsweise die empirischen Daten, dass nach der Spezifikationsphase üblicherweise 25% des Gesamtaufwands verbraucht sind, werde in dieser vereinfachten Form analog angenommen, dass das Projekt an diesem Punkt auch zu 25% fertig gestellt ist. Somit können über die bis zu einem Entscheidungspunkt angefallenen Ist-Aufwände der Gesamtaufwand – und somit auch der Restaufwand – des Projektes, prognostiziert werden. Bei Überschreitung der Planaufwände zum Berechnungszeitpunkt resultiert aus der Hochrechnung somit eine veränderte (gestiegene) Prognose für den Gesamtaufwand.

Die prozentuale Zuordnung von Aufwänden zu Projektphasen wird in der Literatur als **Prozentsatzmethode** bezeichnet. Hierbei wird eine prozentuale, durchschnittliche Verteilung von Kosten und Aufwänden bezogen auf einzelne Phasen ermittelt.⁶⁸⁴ Zu diesem Zweck existieren in der Literatur eine Vielzahl von Zurechnungstabellen, die mehr oder weniger detailliert Projekt-Spezifika berücksichtigen.

HÜRTEEN nennt beispielsweise für die Verteilung auf Projektphasen – bei ihm bezeichnet als Phasenkonzept⁶⁸⁵ – folgende Werte. Jedoch geht er dabei leider nicht auf das zu Grunde liegende Vorgehensmodell oder die Art der zu entwickelnden Software ein.

Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5	Total
5%	20%	35%	30%	10%	100%

Tabelle 19: phasenbezogene Aufwandsverteilung⁶⁸⁶

⁶⁸⁴ Vgl. Wiczorrek/Mertens (2007), S.214

⁶⁸⁵ Hürten (2005), S.84

⁶⁸⁶ Vgl. Hürten (2005), S.84

BUNDSCHUH/FABRY geben die Phasenanteile differenziert nach Neuentwicklungen, Redevlopment und Weiterentwicklungen an.⁶⁸⁷

	Planung	Spezifikation	Programmierung	Test	Installation
Alle Projekte	4%	23%	41%	22%	10%
Neuentwicklung	6%	20%	48%	17%	9%
Redevlopment	7%	9%	29%	14%	41%
Weiterentwicklung	3%	27%	37%	26%	7%

Tabelle 20: Phasenbezogene Aufwandsverteilung nach Projektart⁶⁸⁸

Wird beispielsweise die Phasenverteilung für Neuentwicklungen zu Grunde gelegt, ergibt sich zum Ende der jeweiligen Phase folgende Verteilung der Ist- und Restaufwände:

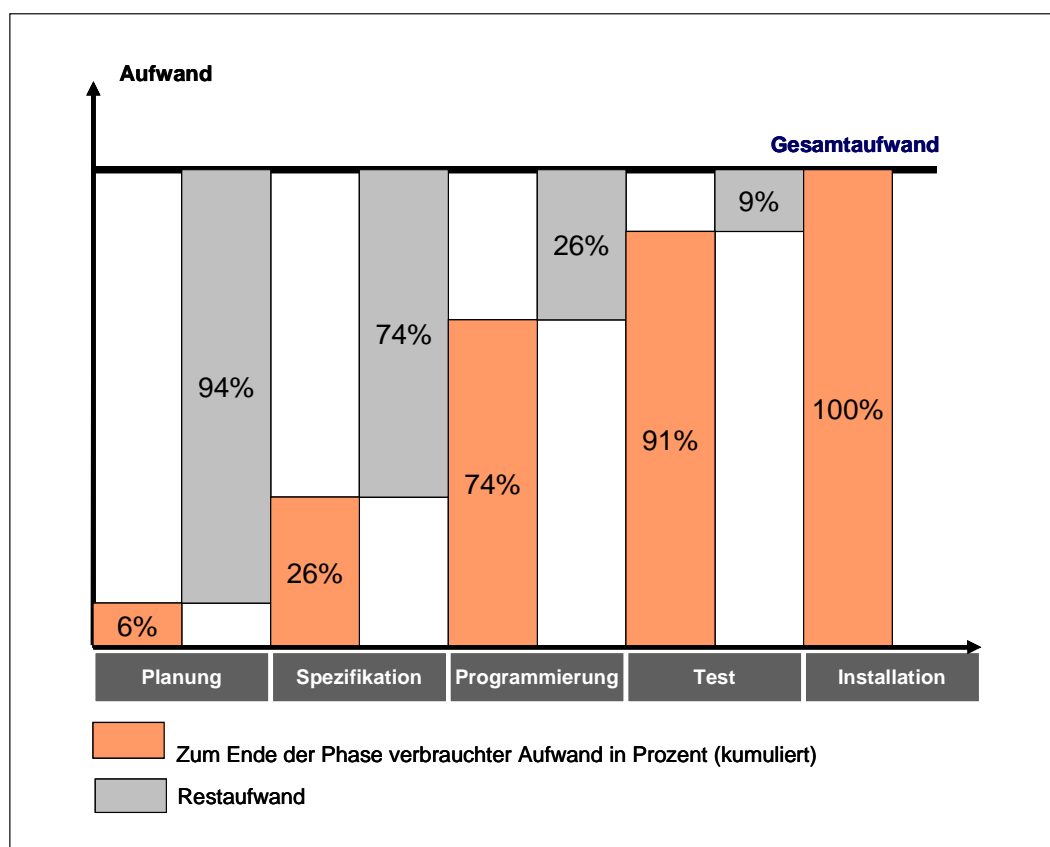


Abbildung 56: vereinfachte Ermittlung von Restaufwänden; eigene Darstellung

⁶⁸⁷ Vgl Bundschuh/Fabry (2004), S.406 Die Daten stützen sich auf die ISBSG-Datenbank.

⁶⁸⁸ Vgl Bundschuh/Fabry (2004), S.406

Davon ausgehend lässt der Restaufwand für das Softwareentwicklungsprojekt sich errechnen mit:

$$A_{mon} = \frac{A_n}{\sum_{i=1}^n \frac{p_i}{100}} - A_n$$

Formel 6: vereinfachte Restaufwandsermittlung auf Basis der Prozentsatzmethode

A_{mon}	prognostizierter monetärer Restaufwand bis Fertigstellung
n	zum Entscheidungszeitpunkt abgeschlossene Projektphase
A_n	bis Ende der Phase n (Entscheidungszeitpunkt) verbrauchter Aufwand
p_i	Prozentwert der Aufwandszurechnung zu Phase i

Ein Berechnungsbeispiel findet sich im Zuge der Modellbildung in Kapitel 11.2.1.3.

9.3 Metrik-basierte Prognose von Restaufwänden

Um für eine Restaufwandsprognose aussagekräftigere Ergebnisse unabhängig von individuellen Erfahrungen des Schätzers zu erhalten, gilt es im Folgenden, eine geeignete Abbildungsmöglichkeit für den noch zu erstellenden Softwareumfang zu identifizieren.

Um den (Rest-)Aufwand eines Softwareentwicklungsprojektes bestimmen zu können, gilt es somit Bezugsgrößen auszumachen, „für die ein Zusammenhang zwischen ihren konkreten Ausprägungen im Projekt und dem Projektaufwand oder sogar den Projektkosten nachgewiesen ist oder von denen angenommen wird, dass ein derartiger Zusammenhang besteht.“⁶⁸⁹ HEINRICH/LEHNER treffen dabei die abstrakte⁶⁹⁰ Kategorisierung *in produktbezogene Einflussfaktoren*, v.a. Quantität⁶⁹¹, Komplexität und Qualität und *prozessbezogene Einflussfaktoren*, wie Projektdauer, Perso-

⁶⁸⁹ Heinrich/Lehner (2005), S.433

⁶⁹⁰ d.h. unabhängig von einem konkreten Schätzverfahren

⁶⁹¹ Die Quantität bezieht sich dabei auf den zu erwartenden größenmäßigen Umfang der zu erstellenden Software.

nalqualität und Entwicklungsumgebung.⁶⁹² Diese Einflussfaktoren werden in verschiedenen Aufwandschätzverfahren unterschiedlich bewertet. Wesentliches Problem dabei stellt ihre Quantifizierung dar.⁶⁹³ Schwerpunktmäßig werden die produktbezogenen Einflussfaktoren Quantität und Komplexität in den Aufwandschätzmethoden berücksichtigt.

9.3.1 Analyse der Eignung bestehender Softwaremetriken

Basis jeder Aufwandsprognose muss eine quantitative Messung des zu erstellenden Systems sein.⁶⁹⁴ Hierfür wurden für Softwareprodukte spezielle Metriken entwickelt.

„Software metrics are measures of development processes and the resulting work products.“⁶⁹⁵

Diese Definition macht dabei bereits die bivalente Ausrichtung des Metrik-Begriffs in Produkt-Metriken und Prozess-Metriken deutlich.⁶⁹⁶

Jedoch wird der Begriff „Metrik“ wird in der Literatur häufig nicht klar von dem Begriff des Aufwandsschätzverfahrens abgegrenzt. Für diese Arbeit soll der Begriff „Metrik“ rein im Sinne einer Maßeinheit für die quantitative Messung der **Größe** des zu erstellenden Softwaresystems – im Sinne einer Basis-Metrik – verwendet werden.

Der zweite wesentliche Einflussfaktor auf den Projektaufwand – die **Komplexität** der zu erstellenden Software⁶⁹⁷ – wird in verschiedenen Aufwandschätzverfahren

⁶⁹² vgl. Heinrich/Lehner (2005), S.434

⁶⁹³ vgl. Heinrich/Lehner (2005), S.433

⁶⁹⁴ Kütz (2003), S.31 negiert, dass sich methodische Ansätze zur Softwaremessung (Software-Metriken) in der Praxis durchgesetzt hätten. „Zum einen erfordert es einen erheblichen Aufwand, solche Methoden auf die eigene Organisation zu kalibrieren. Das schreckt viele Anwender von einem Einsatz ab. Und zum anderen haben sich Entwicklungsmethoden und -werkzeuge in den vergangenen Jahren in einer solchen Geschwindigkeit verändert, dass diese Veränderungszyklen weitaus kürzer waren, als die erforderlichen Einschwingzeiten für die Vermessung einer bestimmten Entwicklungsorganisation.“ Die vorliegende Arbeit folgt jedoch der u.a. von Bundschuh/Fabry (2004) und DeMarco (2004) vertretenen Auffassung, dass die Messung eines Softwareentwicklungsprojektes notwendige Grundlage für eine adäquate Aufwandschätzung und Projektkontrolle darstellt.

⁶⁹⁵ Hubig/Morschel (1997) basierend auf Fenton (1991)

⁶⁹⁶ Bspw. bei Bundschuh/Fabry (2000), S.128

aufbauend auf der zugrunde liegende Größen-Metrik unterschiedlich abgebildet. Auf die Notwendigkeit und die Möglichkeiten einer Berücksichtigung der Systemkomplexität wird in Kapitel 9.3.2.1.1 und 9.3.2.1.2 detailliert eingegangen.

Auch relevante Prozessmetriken – beispielsweise die Messung und Abbildung der **Produktivität** – greifen in der Regel auf die Basismetrik „Projektgröße“ zurück. Beispielsweise wird im Function-Point-Verfahren die Produktivität als FP/PM (Funktionspunkte pro Personenmonat) dargestellt. Die Produktivität in Softwareentwicklungsprojekten sowie deren mögliche Veränderung im Projektverlauf werden in Kapitel 9.3.2.2 und 9.3.2.3.2 detailliert analysiert.

Für die quantitative Abbildung der zu erstellenden Software hinsichtlich ihrer Größe existieren unterschiedliche Messeinheiten, auf die das jeweilige Aufwandsschätzverfahren aufbaut. „A review of the literature revealed that the most interesting difference between estimation models is between models that use SLOC as the primary input versus models that do not.“⁶⁹⁸ Dabei stehen der Größenmessung nach **Lines of Code** (SLOC⁶⁹⁹, KLOC⁷⁰⁰, oder LOC) verschiedene **funktionsorientierte Messgrößen** gegenüber.

⁶⁹⁷ Beispielsweise wird die Bedeutung der Produktkomplexität für die Prognose des Projektaufwands in dem „software productivity range“ nach Boehm (2000), S.15 deutlich. Dabei stellt die „product complexity“ neben der „personnel/team capability“ den wichtigsten Einflussfaktor auf die Produktivität und somit den Aufwand zur Erstellung eines Softwareproduktes mit bestimmtem Umfang dar.

⁶⁹⁸ Kemerer (1987), S.416

⁶⁹⁹ Source Lines of Code

⁷⁰⁰ Kilo Lines of Code

9.3.1.1 Lines of Code

„SLOC was selected early as a metric by researchers, no doubt due to its quantifiability and seeming objectivity. Since then an entire subarea of research has developed to determine the best method of counting SLOC.“⁷⁰¹

Wie dieses Zitat ausdrückt, waren Lines of Code die erste relevante Messgröße zur Abbildung des quantitativen Umfangs von Softwaresystemen. Dennoch findet diese Messgröße auch heute noch in zahlreichen Veröffentlichungen wie auch in Fallstudien aus der Praxis Beachtung. Jedoch stehen diesem Ansatz große Bedenken gegenüber:

In einem ersten Punkt ist diesem quellcodeorientierten Ansatz entgegenzusetzen, dass er sich zu sehr an der Codierung orientiert, welcher für eine Schätzung des Projektaufwands nur untergeordnete Bedeutung zugesprochen wird.⁷⁰² Unterschiede in den verwendeten Programmiersprachen werden hierbei nicht berücksichtigt und neueren Ansätzen in der Softwareentwicklung (z.B. der Objektorientierung) wird dieser Ansatz nicht in geeigneter Weise gerecht.⁷⁰³ Zudem sind die LOC in der Regel erst in einer späten Projektphase bekannt⁷⁰⁴, was eine Aufwandschätzung auf dieser Basis während des Projektverlaufs schwierig macht.

Somit eignet sich die Metrik **LOC** eher für ex-post-Betrachtungen und weniger für die ex-ante Aufwandsprognose des Gesamtprojektes – oder, wie hier angestrebt, des Restprojektes. Da die LOC-Metrik zudem nur schwer auf neuere Ansätze in der Softwareentwicklung, beispielsweise die objektorientierte Programmierung, angewendet werden kann wird die Messung des noch zu realisierenden Projektumfangs auf Basis von LOC für diese Arbeit als nicht geeignet erachtet.

⁷⁰¹ Kemerer(1987), S.417 basierend auf die dort angegebene Literatur

⁷⁰² Vgl. Heinrich/Lehner (2005), S.434

⁷⁰³ Vgl. Heinrich/Lehner (2005), S.434 und Bundschuh/Fabry (2004), S.134f.; Bundschuh/Fabry sprechen hierbei sogar von einem Paradoxon der Sprachumrechnungsfaktoren; „Je mächtiger eine Programmiersprache ist, desto weniger LOCs fallen pro Funktion an. Das impliziert eine sinkende Produktivität bei wachsender Effizienz.“ S.134-135

⁷⁰⁴ vgl. Bundschuh/Fabry (2004), S.134 und Kemerer (1987), S.427

„In response [...] to practitioners` complaints about the difficulties in estimating SLOC before a project was well under way, new models have been developed that do not us SLOC as the primary input.⁷⁰⁵“

Diese stellen nicht mehr quellcodebasierte, sondern funktionsorientierte Messgrößen in den Vordergrund.

9.3.1.2 Funktionsorientierte Messgrößen

9.3.1.2.1 Funktionsorientierte Messgrößen im Überblick

Funktionsorientierte Messungen orientieren sich an der Funktionalität der zu entwickelnden Software.⁷⁰⁶ Dafür wurden und werden auch aktuell noch unterschiedliche Messeinheiten definiert, beispielsweise Function Points in verschiedenen Varianten, Data Points, Object Points oder Use Case Points.

BUNDSCHUH/FABRY fassen in nachfolgender Tabelle 21 einige Messgrößen und die ihnen zugrunde liegenden Softwarebestandteile zusammen.⁷⁰⁷ Die Tabelle ist dabei jedoch nur als Grob-Überblick zu sehen, da in ihr einige weniger bekannte oder weniger verbreitete sowie erst kürzlich entwickelte Maßeinheiten – beispielsweise Use Case Points – nicht aufgeführt sind.

⁷⁰⁵ Kemerer (1987), S.417 und die dort angegebene Literatur

⁷⁰⁶ Eine funktionsorientierte Messung der Softwaregröße wird in der Literatur im Vergleich zur LOC-Metrik als sinnvoller erachtet. Z.B. Heinrich/Lehner (2005), S.434 „Zweckmäßiger ist es sich an Art und Anzahl der Funktionen zu orientieren.“

⁷⁰⁷ Vgl. Bundschuh/Fabry (2004) fassen die angegebenen Schätzobjekte als Varianten der Function-Point-Methode zusammen.

FUNCTION POINT	DATA POINT	OBJECT POINT	MARK II –FUNCTION POINT
Entitäten	Objekte	Ergebnisse	Entitäten
Eingabedaten	Datenobjekte - Attribute - Keys - Nutzung - Integrationsgrad - Änderung in %	Masken	Logical transaction (Vorgang)
Ausgabedaten		Listen	Eingabedaten
Datenbestände		Informations- objekte	Ausgabedaten
Referenzdaten	Nachrichtenobjekte - Felder - Sichten - Nutzung - Komplexität - Änderung in %	Verarbeitungs- funktionen	Entity reference
Abfrage			

Tabelle 21: Schätzobjekte der Varianten der Function-Point-Methode⁷⁰⁸

In der Literatur zur Aufwandschätzung⁷⁰⁹ sowie in zahlreichen Fallstudien stehen die von IBM entwickelten klassischen Function Points im Vordergrund. Sie werden nach ihrem Entwickler auch als Function Points nach A. J. Albrecht oder IFPUG⁷¹⁰ Function Points bezeichnet.⁷¹¹ Zahlreiche weitere Varianten dieser ursprünglichen Function Points konnten sich in der Praxis nicht, oder noch nicht durchsetzen, beispielsweise die Object-Points⁷¹². Daher konzentrieren sich die Ausführungen in dieser Arbeit auf die klassische Messgröße „Funktionspunkt nach IFPUG“. Das hier entwickelte Modell kann jedoch mit entsprechenden Anpassungen auch auf andere Varianten funktionsorientierter Messgrößen übertragen werden.

⁷⁰⁸ Bundschuh/Fabry (2000), S.206; Die Spalten IBM USA und IBM Deutschland wurden wegen ihrer inhaltlichen Übereinstimmung unter dem Begriff „Function Point“ zusammengefasst. Dies meint die ursprüngliche Variante des Funktionspunktes nach A.J. Albrecht. Spalte 4 wurde statt Mark II mit dem Schätzobjekt Mark II Function Point überschrieben.

⁷⁰⁹ Beispielsweise bei Bundschuh/Fabry (2004)

⁷¹⁰ IFPUG = International Function Point User Group

⁷¹¹ Vgl. Bundschuh/Fabry (2000), S.205

⁷¹² Vgl. Bundschuh/Fabry (2000), S.206

9.3.1.2.2 Function Points nach IFPUG

9.3.1.2.2.1 **Unadjusted und Adjusted Function Points**

Die Größenmessung von Software in Funktionspunkten nach IFPUG geht ursprünglich auf die 1979 von A. Albrecht bei IBM entwickelte **function point analysis** zurück⁷¹³ „[...] and, in 1984, the International Function Point User Group (IFPUG) was set up to clarify the rules, set standards and promote their use and evaluation.“⁷¹⁴ Die nationale Entsprechung zur IFPUG in Deutschland ist die „Deutschsprachige Anwendergruppe für Softwaremetrik und Aufwandschätzung e.V.“ (**DAS-MA**).⁷¹⁵

Funktionspunkte nach IFPUG stellen dabei das in der Literatur und Praxis am weitesten verbreitete funktions-orientierte Maß zur quantitativen Abbildung eines Softwareproduktes dar.

Bei A.Albrecht werden Funktionspunkte folgendermaßen beschrieben:

*„a dimensionless number defined in function points, which we have found to be an effective relative measure of function value delivered to our customer.“*⁷¹⁶

Die Metrik “function points”, als Einheit für die Größenmessung eines Softwareproduktes, wurde ursprünglich für das darauf aufbauende Aufwandsschätzverfahren „Function Point Analyse“ entwickelt. Im jeweils geltenden Standard des Schätzverfahrens werden von der IFPUG die entsprechend Zähl- und Gewichtungsregeln für die Function-Point-Zählung definiert. Eine klare Abgrenzung zwischen Softwaremetrik und Aufwandsschätzverfahren ist daher schwierig; die beiden Begriffe werden in der Literatur häufig nicht klar voneinander abgegrenzt. Für diese Arbeit sollen Function Points jedoch – wie bereits erwähnt – lediglich als Maßeinheit gesehen werden und somit losgelöst von einem bestimmten Aufwandsschätzverfahren betrachtet werden.

⁷¹³ Vgl. Abran/Robillard (1996), S.895

⁷¹⁴ Abran/Robillard (1996), S.895

⁷¹⁵ Vgl. Hürten (2005), S.14

⁷¹⁶ Albrecht (1979) zitiert nach Abran/Robillard (1996), S.895

„There are two Steps involved in counting Function Points:

- (1) counting user functions, and
- (2) adjusting for processing complexity.“⁷¹⁷

Dabei ergibt die Funktionen-Zählung in Schritt 1 sog. „unadjusted function points“. Nach einer Gewichtung mit bewerteten System-Eigenschaften, ergeben sich „adjusted function points.“

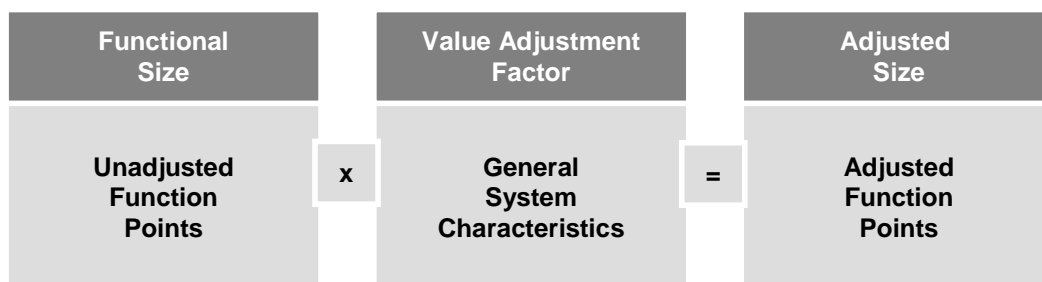


Abbildung 57: Function points measurement model⁷¹⁸

Neben der klassischen Function-Point-Analyse berücksichtigen mittlerweile auch ursprünglich auf einer LOC-Metrik basierende Aufwandschätzmethoden – beispielsweise das bereits angesprochene COCOMO – Funktionspunkte als alternative zugrundeliegende Metrik. Dabei wird bei COCOMO ggf. auf Unadjusted-Function-Points zurückgegriffen⁷¹⁹, da COCOMO eigene Bewertungsgrößen für die Berücksichtigung der Systemeigenschaften und anderer Einflussfaktoren beinhaltet.

⁷¹⁷ Kemerer (1987), S.418

⁷¹⁸ Eigene Darstellung in Anlehnung an Abran/Robillard (1996), S.895

⁷¹⁹ Im Submodell „Prototyping“ auch auf „Object Points“

9.3.1.2.2 Ermittlung von Unadjusted Function Points

In der Function Point Analyse nach A. ALBRECHT werden – wie nachfolgende Abbildung 58 verdeutlicht – fünf Basis-Funktions-Komponenten unterschieden: externe Eingabe, externe Ausgabe, externe Abfrage, interne Geschäftsentität und externe Geschäftsentität.⁷²⁰ Dabei wird das zu messende System als Black-Box betrachtet.⁷²¹ „Entscheidend ist stets die logische Sicht des Anwenders.“⁷²²

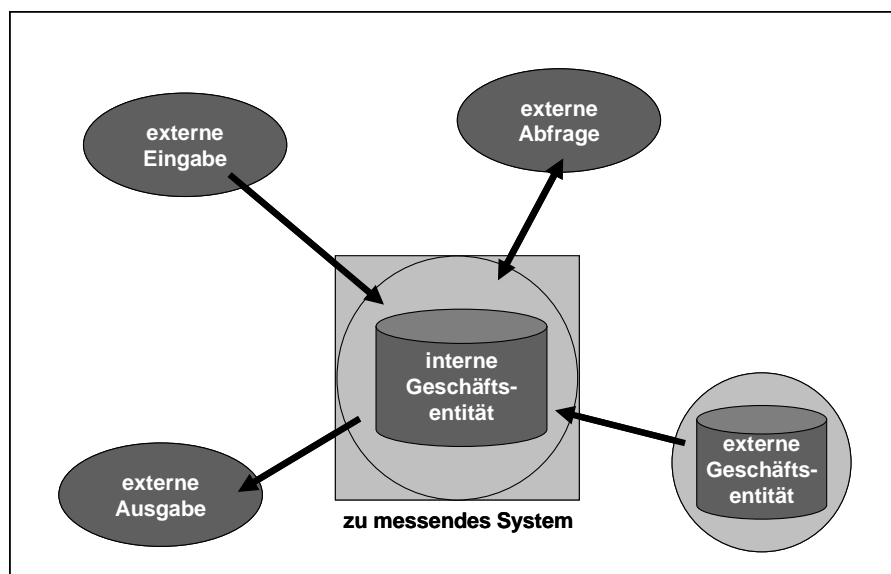


Abbildung 58: Function-Point-Analyse nach A. Albrecht⁷²³

Für die hier angestrebte Modellbildung soll lediglich das Konzept der Aufwandschätzung auf Basis von Function Points hinsichtlich der Eignung für die Ermittlung des Projekt-Restaufwands analysiert werden. Der Betrachtungsschwerpunkt liegt somit auf dem Mess- und Schätzprozess in seiner Gesamtheit. Daher soll eine detaillierte Beschreibung und genaue Abgrenzung der einzelnen Komponenten und Zählregeln

⁷²⁰ Die ursprüngliche Variante von 1979 hatte nur 4 Funktionstypen. Das Verfahren wurde jedoch bereits 1983 um einen fünften Funktionstypus erweitert. Für detailliertere Ausführungen hierzu sei auf Abran/Robillard (1996), S.895f. verwiesen. In der englischen Fassung werden die Funktionstypen als „Internal logical files“, „External interface files“, „External Inputs“, „External Outputs“ und „External Inquiries“ bezeichnet (vgl. bspw. Abran/Robillard (1996), S.896) Für die deutsche Übersetzung der Begrifflichkeiten vgl. Hürten (2005) S.15 und die Veröffentlichungen der DAS-MA

⁷²¹ Vgl. Hürten (2005), S.15

⁷²² Hürten (2005), S.16

⁷²³ nach Hürten (2005), S.15

an dieser Stelle unterbleiben. Für detaillierte Ausführungen zur Abgrenzung der einzelnen Funktionskomponenten sei auf entsprechende Literatur verwiesen.⁷²⁴

Um neben einer rein quantitativen Zählung auch die **Komplexität** der in der Software enthaltenen Basis-Funktions-Komponenten zu berücksichtigen, wird mittels einer zweidimensionalen Tabelle jeder der 5 Komponenten eine Gewichtung in einfach, mittel oder komplex und damit eine definierte Zahl von Function-Points zugeordnet.⁷²⁵ Die Summe der hieraus ermittelten Function Points wird als „**Unadjusted Function Points (UFP)**“ bezeichnet.⁷²⁶

Zur Verdeutlichung wird im Folgenden die Zuordnung von Funktionspunkten für die Komponente „externe Eingabe“ beispielhaft erläutert.

„Unter einer Externen Eingabe definiert die IFPUG-Regel einen Elementarprozeß der Daten- oder Steuerinformationen verarbeitet, die von außen in die Software eingebracht werden.“⁷²⁷ Dabei wird die Bewertung auf Basis der Anzahl der Datenelementtypen (Attributtypen, Felder, usw.) die an das Softwaresystem übergeben werden und die Anzahl der Geschäftsentitäten, die bei der Verarbeitung der Eingabe genutzt werden, vorgenommen.⁷²⁸

⁷²⁴ Bsp. Hürten (2005), Bundschuh/Fabry (2004) sowie die Veröffentlichungen der DASMA und IFPUG

⁷²⁵ Vgl. Hürten (2005), S.17f.

⁷²⁶ IFPUG Function Point Counting Practices Manual zitiert nach Hürten (2005), S.25

⁷²⁷ Hürten (2005), S.18

⁷²⁸ Vgl. Hürten (2005), S.18f.

Die Bewertung mit Funktionspunkten ist für die Komponente „Externe Eingabe“ folgender Matrix zu entnehmen:

Externe Eingabe	Anzahl Datenelementtypen ≤4	Anzahl Datenelementtypen >4 und ≤15	Anzahl Datenelementtypen >15
Anzahl benutzter Entitätstypen ≤1	einfach 3 Function Points	einfach 3 Function Points	mittel 4 Function Points
Anzahl benutzter Entitätstypen =2	einfach 3 Function Points	mittel 4 Function Points	komplex 6 Function Points
Anzahl benutzter Entitätstypen >2	komplex 6 Function Points	komplex 6 Function Points	komplex 6 Function Points

Tabelle 22: Gewichtung von Funktionspunkten⁷²⁹

9.3.1.2.2.3 Analyse der Eignung der Function-Point-Metrik

Für eine Größenmessung in Funktionspunkten werden in der Literatur weitgehend übereinstimmend einige Vorteile gegenüber einer Messung in LOCs gesehen. Beispielsweise führt KEMERER aus:

„First, it is possible to estimate them early in the life cycle, about the time of the requirements definition document. This can be an important advantage for anyone trying to estimate the level of effort to be required on a software-development project.

Second, they can be estimated by a relatively nontechnical project member.

And, finally, they avoid the effects of language and other implementation differences.”⁷³⁰

Dabei ist für die Zielsetzung dieser Arbeit vor allem der erste Punkt – die Möglichkeit bereits relativ früh im Projektfortschritt den für das Softwareprojekt anfallenden Aufwand bzw. den noch anfallenden Restaufwand bis zur Fertigstellung abschätzen zu können – von Bedeutung.

⁷²⁹ aus Hürten (2005), S.19

⁷³⁰ Kemerer (1987), S.418

Häufigster Kritikpunkt an Function Points als Software-Maß sind Divergenzen bei der Zählung von Funktionspunkten. Dieser Problematik begegnen die Metrik-Verbände durch die Veröffentlichungen von Standards sowie Angebote zur Zertifizierung. Eine Studie des MIT (Massachusetts Institute of Technology) zeigte, dass in den untersuchten Projekten zertifizierte Function-Point-Zähler mit ca. 9% Genauigkeit die gleiche Anzahl von Function-Points ermittelt haben.⁷³¹ Somit stellen Funktionspunkte zwar kein exaktes aber doch ein relativ genaues Maß für die Ermittlung bzw. Abschätzung der Größe eines Projektes dar.

Ein weiterer Kritikpunkt an den Function Points nach A. ALBRECHT / IFPUG bzw. die darauf aufbauende Function Point Analyse ist ihre mangelnde Eignung für die Messung von Echtzeit-Anwendungen, Anwendungen zur Prozesskontrolle oder auch Betriebssystemen. Das wesentliche Einsatzgebiet der Methode wird in der FP-Zählung für Geschäftsanwendungen und Management-Informationssysteme gesehen. Auch wird das Fehlen eines Schichtenkonzepts (Software-Layers) nach Endbenutzer, Entwickler, usw. bemängelt.⁷³²

Daher wurde die Function-Point-Methode nach A.Albrecht um diese Spezifika durch die Full-Function-Point-Methode des Common Software Metrics Consortium (COSMIC) erweitert.⁷³³ „Die COSMIC-FFP-Methode leitet die funktionale Größe aus der Anzahl der zur Durchführung eines Prozesses notwendigen Datenbewegungen ab. Daneben wird ein Schichtenkonzept verwendet.“⁷³⁴ Im Bereich von Management-Informationssystemen ergaben sich bei einer Überprüfung von 5 Applikationen kaum Unterschiede zwischen IFPUG FP und COSMIC FFP. Bei Realtime-Systemen ergaben sich jedoch Unterschiede von 70%.⁷³⁵

Da die Messung von Softwaresystemen nach Full Function Points sich zur Zeit noch auf wenige Anwender in Kanada und Japan beschränkt und die Anwender ihren Schwerpunkt mehr im technischen als im kommerziellen Bereich haben,⁷³⁶ soll eine

⁷³¹ Bundschuh/Fabry (2004), S. 34 basierend auf einer Studie des MIT

⁷³² Vgl. Bundschuh (2005), S.26 für den Absatz

⁷³³ Vgl. Bundschuh (2005), S.26

⁷³⁴ Bundschuh (2005), S.26

⁷³⁵ Vgl. Bundschuh (2005), S.26

⁷³⁶ vgl. Hürten (2005), S.37

weitere Betrachtung des Verfahrens in dieser Arbeit nicht erfolgen. Hierzu wird auf die angegebene Literatur verwiesen.⁷³⁷ Jedoch soll auf eine mögliche Variation des hier auf Basis klassischer Function Points entwickelten Modells hin zu COSMIC Full Function Points als mögliche Erweiterung verwiesen sein.

9.3.2 Funktionsorientierte Aufwandsprognose

Wie schon in Kapitel 9.3.1 ausgeführt, kategorisiert KEMERER in seiner bereits 1987 veröffentlichten Untersuchung zu Aufwandschätzverfahren in der Softwareentwicklung diese in „models that use SLOC as the primary input versus models that do not.“⁷³⁸ Dabei konnte er bereits in dieser frühen Phase der Software-Aufwandschätzung COCOMO und die Function Point Analyse als die bekanntesten nicht-proprietären Verfahren identifizieren.⁷³⁹ Dabei kategorisierte er COCOMO als LOC-basiert, die Function-Point-Analyse als nicht-LOC-basiert.⁷⁴⁰ Diese klare Einteilung muss mittlerweile dahingehend aufgeweicht werden, dass zwar in Veröffentlichungen zu COCOMO meist auf die Größe LOC Bezug genommen wird, jedoch auch zahlreiche Hinweise auf eine Verwendung mit dem Basismaß „Function Point“ gegeben werden.⁷⁴¹

Auch heute noch können die Function Point Analyse und COCOMO bzw. COCOMOII als die bekanntesten Verfahren gesehen werden. Nachdem in Kapitel 9.3.1.2.2 Function Points nach IFPUG bereits als geeignetes Maß zur Abschätzung der Größe eines Projektes bzw. Restprojektes ausgewählt wurden, soll im Folgenden die Berücksichtigung von relevanten Projekt-Eigenschaften in der Function-Point-Analyse und in COCOMO II dargestellt und hinsichtlich der Zielsetzung analysiert werden. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf dem VAF in der Function Point Analyse und den Effort Multipliers und Scale Factors bei COCOMO II. Jedoch soll auch ein davon abweichendes vereinfachtes Verfahren nach HÜRTEIN als Alternative für

⁷³⁷ Zum Beispiel Hürten (2005), S. 33-37

⁷³⁸ Kemerer (1987), S.417

⁷³⁹ Vgl. Kemerer (1987), S.417

⁷⁴⁰ Vgl. Kemerer (1987), S.417

⁷⁴¹ Beispielsweise in Bohem (2000); Auch das Submodell „Early Design“ in COCOMOII basiert per definitionem auf Unadjusted Function Points; allerdings ist hierbei eine Umrechnung dieser in SLOC auf Basis von Erfahrungswerten vorgesehen. Vgl. Schmidt (2009), S.24

die Berücksichtigung der Komplexität, Produktivität und anderer Faktoren dargestellt werden.

9.3.2.1 (Rest-)Aufwandschätzung auf Basis von Funktionspunkten

9.3.2.1.1 Berücksichtigung der Systemeigenschaften über den VAF

Um die Qualität der zu erstellenden Software und die Komplexität des Erstellungsprozesses über definierte Systemeigenschaften in die Kalkulation einfließen zu lassen, wird in der klassischen Function Point Analyse eine Überführung der Unadjusted Function Points (UFP) in **Adjusted Function Points** (Bewertete FPs, AFP)⁷⁴² gefordert.

Bei Abran/Robillard werden die Messung der funktionalen Größe und deren Anpassung an Systemeigenschaften als zwei eigenständige Perspektive gesehen:

- „1) The functional size, calculated by assigning weights to each individual function. [...]
- 2) The value adjustment factor (VAF), calculated using predefined general system characteristics (GSC) to assess the environment and processing complexity of the software application as a whole.“⁷⁴³

⁷⁴² In der deutschsprachigen Literatur auch „justierte Funktionspunkte“

⁷⁴³ Abran/Robillard (1996), S.895

Für die zweite Perspektive wird bei der Methode nach ALBRECHT/IFPUG der Einfluss von 14 Systemmerkmalen berücksichtigt:⁷⁴⁴

Datenkommunikation	Online Bestandspflege
Verteilte Datenverarbeitung	Komplexe Verarbeitung
Leistungsfähigkeit	Wiederverwendbarkeit
Ungünstige Konfiguration	Installationshilfen
Transaktionsrate	Leichte Bedienbarkeit
Interaktive Dateneingabe	Mehrfachinstallationen
Benutzerfreundlichkeit	Änderungsfreundlichkeit

Tabelle 23: Die 14 Systemmerkmale der Function-Point-Analyse⁷⁴⁵

Jedem Systemmerkmal wird ein Einflussgrad von 0-5 zugeordnet. Die Summe der bewerteten Systemmerkmale liegt somit zwischen 0 und 70. Diese Summe wird als „**Total Degree of Influence**“ (TDI) bezeichnet.⁷⁴⁶ Ausgehend davon wird ein Wertfaktor (**Value Added Factor / Value Adjustment Factor = VAF**) bestimmt.⁷⁴⁷

Dieser wird berechnet als:

$$VAF = (TDI \cdot 0,01) + 0,65$$

Formel 7: Berechnung des VAF in der Function Point Analyse⁷⁴⁸

Die Anzahl an gewichteten Function Points ergibt sich durch Multiplikation der ungewichteten Function Points mit dem VAF.⁷⁴⁹ Somit würde die Anzahl der ermittelten Function Points bei einem maximalen TDI von 70 um 35% nach oben, bei einem minimalen TDI von 0, um 35% nach unten korrigiert werden.

⁷⁴⁴ Im ursprünglichen Modell von 1979 wurden nur 10 Systemmerkmale berücksichtigt, die zu einem maximalen Anpassungsfaktor von $\pm 25\%$ führten. Diese wurden bereits im Modell von 1983 zu 14 Systemmerkmalen mit einem maximalen Anpassungsfaktor von $\pm 35\%$ erweitert (vgl. Abran/Robillard (1996), S.895).

⁷⁴⁵ Vgl. Hürten (2005), S.25; Auf eine detaillierte Darstellung der einzelnen Systemmerkmale sei an dieser Stelle verzichtet, da – wie bereits in Kapitel 9.3.1.2.2.2 erläutert – für diese Arbeit weniger die konkrete Ausgestaltung der Zählregeln sondern vielmehr der Mess- und Bewertungsansatz in seiner methodischen Vorgehensweise von Bedeutung ist.

⁷⁴⁶ Vgl. Hürten (2005), S.25 für die letzten drei Sätze;

⁷⁴⁷ Vgl. Hürten (2005), S.25; Hürten verwendet dabei den Begriff Value Added Factor. Bei Abran/Robillard (1996) wird für VAF alternativ der Begriff „value adjustment factor“ verwendet. In dieser Arbeit sei dieser unabhängig davon im Folgenden nur als VAF bezeichnet.

⁷⁴⁸ Vgl. Hürten (2005), S.25;

⁷⁴⁹ Bei Bundschuh/Fabry (2004) werden auch Varianten der Umrechnung für Weiterentwicklungsprojekte angegeben. S.329-332

9.3.2.1.2 Kritische Betrachtung des VAF

Der VAF, der einer Umrechnung von ungewichteten in gewichtete Function Points zugrunde liegt, unterliegt mehreren Kritikpunkten.

Die Messung der funktionalen Größe von Software unterliegt der Norm ISO/IEC 14143. Sie gibt an, „welche Eigenschaften und Anforderungen eine Methode zum Messen der Größe einer Software erfüllen muss, damit sie als funktionsorientiert bezeichnet werden kann.“⁷⁵⁰ Hierbei soll die Größe der Software auf Grundlage von Basis-Funktions-Komponenten ermittelt werden, die ausschließlich funktionale Anforderungen darstellen dürfen. Technische und qualitative Anforderungen dürfen darin nicht enthalten sein.⁷⁵¹

Eine Verwendung von Unadjusted Function Points wird dieser Anforderung gerecht, da hierbei technische Einflussfaktoren keine Berücksichtigung finden. Jedoch werden die technischen und qualitativen Aspekte der Softwareentwicklung durch die Umrechnung von Unadjusted in Adjusted Function Points auf Basis der definierten Systemmerkmale berücksichtigt. Adjusted Function Points sind somit nicht mehr ein Maß, das konform mit ISO/IEC 14143 ist.⁷⁵² BUNDSCHUH/FABRY hingegen sehen genau diesen Punkt nicht als „Nachteil“ der Adjusted Function Points sondern als „Nachteil“⁷⁵³ der ISO-Norm. Sie führen dabei aus, dass die ISO-Norm das Problem des Beitrags von technischen und qualitativen Anforderungen zur funktionalen Größe vermeide.⁷⁵⁴ In ihren Ausführungen wird die Errechnung gewichteter Function-Points als fester Schritt im Prozess der Function-Point-Analyse gesehen.⁷⁵⁵

Jedoch wird den Systemmerkmalen nach ALBRECHT/IFPUG bei HÜRTELEN auch vorgeworfen, dass sie nicht mehr geeignet sind, neuere technische Entwicklungen in geeigneter Weise zu berücksichtigen. Er vertritt die Meinung, „dass viele von ihnen durch den heutigen Stand der Systemtechnik und Organisationskonzepte überholt

⁷⁵⁰ Hürten (2005), S.13

⁷⁵¹ Vgl. ISO/IEC 14143 zitiert nach Hürten (2005), S.13

⁷⁵² Vgl. Hürten (2005), S.25

⁷⁵³ Bundschuh/Fabry (2004), S.244

⁷⁵⁴ Vgl. Bundschuh/Fabry (2004), S.244

⁷⁵⁵ Vgl. Bundschuh/Fabry (2004), S.329

sind.⁷⁵⁶ Daher wird bei HÜRTEEN eine Alternative zu diesem Vorgehen beschrieben. Dabei werden Qualitätsmerkmale wie auch Merkmale der Mitarbeiterqualifikation durch Aufwandszu- oder Abschläge berücksichtigt. Auch COCOMO II sieht eine prozentuale Anpassung der zu erwartenden Produktivität gegenüber Erfahrungswerten entsprechend definierter Faktoren vor. Dabei werden nicht nur Systemeigenschaften berücksichtigt, sondern darüber hinaus auch weitere Einflussgrößen, wie beispielsweise „Personnel/team capability“.⁷⁵⁷ Die Eignung für eine Risikoabbildung wird in den nachfolgenden Kapiteln diskutiert.

Abgesehen von diesen beiden Kritikpunkten, muss die Eignung bzw. Notwendigkeit von Adjusted Function Points für das hier entwickelte Entscheidungsmodell aus folgenden Gründen in Frage gestellt werden:

- (1) Die nachträgliche Justierung zählerisch ermittelter Funktionspunkte mit Systemmerkmalen wird im Wesentlichen vorgenommen, um Projekte mit gleicher funktionaler Größe, jedoch abweichenden Systemanforderungen vergleichbar zu machen. Diese Vergleichbarkeit ist vor allem für einen Rückgriff auf Erfahrungsdatenbanken notwendig. Dies entspricht jedoch nicht der Zielsetzung dieser Arbeit, da für die Restaufwandsschätzung hier in erster Linie auf Daten aus dem konkreten Projekt – beispielsweise die bis zum Entscheidungszeitpunkt durchschnittlich erzielte Produktivität – zurückgegriffen werden soll. In dieser Einzelbetrachtung verliert die – ohnehin umstrittene – Forderung nach einer Vergleichbarkeit mit anderen Projekten über einen VAF an Bedeutung.
- (2) Auch der empirisch ermittelte Unterschied zwischen UFP und AFP lässt die Auswirkungen einer Justierung auf den geschätzten Aufwand gering erscheinen. Bei BUNDSCHUH/FABRY werden für den Bereich von Host-Anwendungen in der Finanzdienstleistung für den VAF lediglich Werte zwischen 1,0 und 1,1 angegeben.⁷⁵⁸ „Erfahrungen anderer Firmen zeigen, dass Werte von 0,95 bis 1,1 für den Einflussfaktor typisch für europäische Ver-

⁷⁵⁶ Vgl. Hürten (2005), S.26

⁷⁵⁷ Detailliertere Ausführungen zu den letzten beiden Sätzen finden sich bei Boehm (2000) sowie in Kapitel 9.3.2.3.2.2

⁷⁵⁸ Vgl. Bundschuh/Fabry (2000), S.199

hältnisse sind.“⁷⁵⁹ Auch in einer empirischen Untersuchung von KEMERER zum Größe-Aufwand-Zusammenhang wurde bei einer Regressionsanalyse nur ein geringer Unterschied zwischen UFP und AFP ermittelt.⁷⁶⁰ Er gibt als Ergebnis des Vergleichs an: „The difference between using Function Points, which include 14 factors that modify the Function Counts, and the Function Counts themselves, seems slight in this instance.“⁷⁶¹

- (3) Der VAF wird in der Regel für ein Projekt in seiner Gesamtheit ermittelt und während der Projektdurchführung nicht verändert, da er die grundlegenden Systemeigenschaften widerspiegelt. Er sollen auch in dieser Arbeit für das Gesamtprojekt als Datum angenommen werden. Somit wird der VAF auch für die Risikobetrachtungen als nicht relevant erachtet.

Aufgrund der mangelnden Relevanz des VAF für eine Projektabbruchentscheidung im Sinne dieser Arbeit sowie den kritischen Beurteilungen in der Literatur, soll im hier entwickelten Entscheidungsmodell der Restaufwand auf Basis von Unadjusted Function Points ermittelt werden. Diese stellen die Maßzahl für eine Abbildung der noch zu realisierenden Software-Funktionalität im Entscheidungsmodell dar.

Es kann davon ausgegangen werden, dass auch Produktivitätskennzahlen auf Basis von UFP in der Praxis leichter ermittelt werden können, als auf Basis von AFP. Dies liegt darin begründet, dass UFP aus Anforderungssicht klar definierte Softwarebestandteile darstellen, für die die erforderliche Realisierungszeit gemessen werden kann. Auch der in Kapitel 7.2.3.2 definierten Kennzahlen-Anforderung „Wirtschaftlich“ ist somit durch die Verwendung von UFP besser Rechnung getragen.

Soll das Entscheidungsmodell – abweichend von diesen Ausführungen – auf Basis von AFP angewendet werden, ist es entsprechend um den VAF zu ergänzen.

⁷⁵⁹ Bundschuh/Fabry (2000), S.199

⁷⁶⁰ Vgl. Kemerer (1987), S.424; auf eine detaillierte Darstellung der dort auf Basis verschiedener Datenbestände ermittelter Regressionsgeraden wird hier verzichtet. Es sei dafür auf Kemerer (1987), S.423f. verwiesen.

⁷⁶¹ Kemerer (1987), S.424

9.3.2.2 Analyse von Aufwandskurven

Der Größe-Aufwand Zusammenhang in Softwareentwicklungsprojekten wird in der Regel über Aufwandskurven dargestellt. In diesen werden – je nach Verwendung – justierte oder nicht-justierte Funktionspunkte auf der x-Achse und in Personenstunden, -tagen oder –monaten gemessener Zeitaufwand auf der y-Achse abgetragen. Sie geben Auskunft über die Produktivität in dem jeweiligen Projekt.

Beispielsweise wurde von Abran/Roillard bei einer Auswertung von 37 Projekten folgender Aufwand-Größe-Zusammenhang ermittelt:

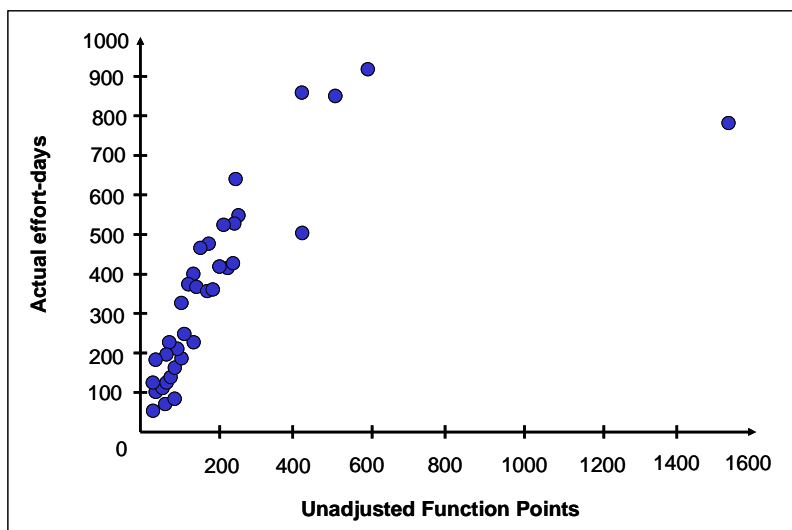


Abbildung 59: Die Auswertung des vollen Datensets bei Abran/Robillard⁷⁶²

⁷⁶² Vgl. Abran/Robillard (1996), S. 901

Für ein reduziertes Datenset von 21 Projekten, welche durchgeführt wurden „in homogeneous development environment unburdened by major differences in production and quality factors“⁷⁶³ ist der Aufwand-Größe Zusammenhang in folgender Graphik dargestellt:

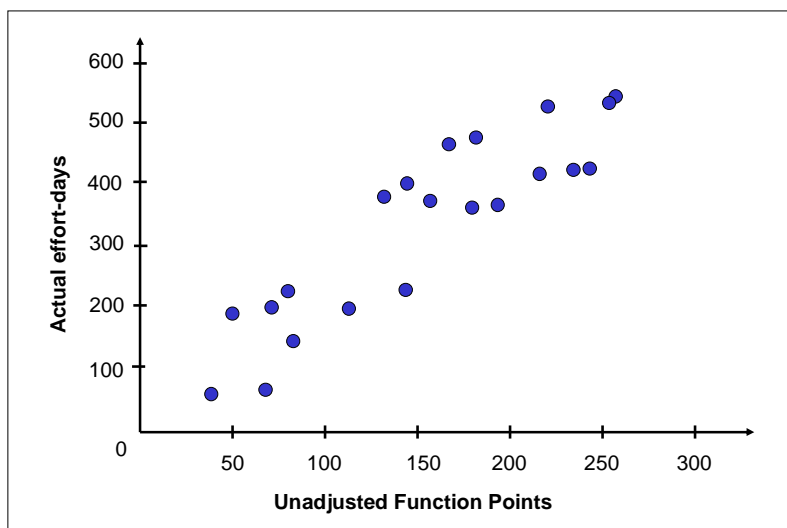


Abbildung 60: Das reduzierte Datenset von 21 Projekten⁷⁶⁴

Beide Graphiken beziehen sich auf eine Größenmessung in Unadjusted Function Points. Für beide Datensätze wurde sowohl für Unadjusted Function Points als auch für Adjusted Function Points eine Regressionsanalyse durchgeführt, die zu folgenden Ergebnissen führte:

Data sets	AFP			UFP		
	Standard-error	Coef. of variation	R ²	Standard-error	Coef. of variation	R ²
37 Obs.	171	47	0,47	168	46	0,49
21 Obs.	67	20	0,81	67	20	0,81

Tabelle 24: Empirical Data Sets: AFP and UFP Models⁷⁶⁵

Dabei zeigt sich, dass sich das Bestimmtheitsmaß R² bei Verwendung von UFP und AFP nahezu nicht unterscheidet. Ein wesentlicher Unterschied besteht jedoch zwischen den beiden Datensätzen – bedingt durch deren unterschiedliche Homogenität

⁷⁶³ Abran/Robillard (1996), S.901

⁷⁶⁴ Vgl. Abran/Robillard (1996), S.902

⁷⁶⁵ Vgl. Abran/Robillard (1996), S.901 in verkürzter Darstellung.

– wobei das homogenere Datenset mit nur 21 Observationen ein weitaus höheres R^2 aufweist.

HÜRTEIN zeigt in nachfolgender Graphik die Auswertung einer Statistik abgeschlossener Softwareentwicklungsprojekte. Die blauen Punkte und orangen Quadrate stellen dabei unterschiedliche Projektkategorien dar.⁷⁶⁶

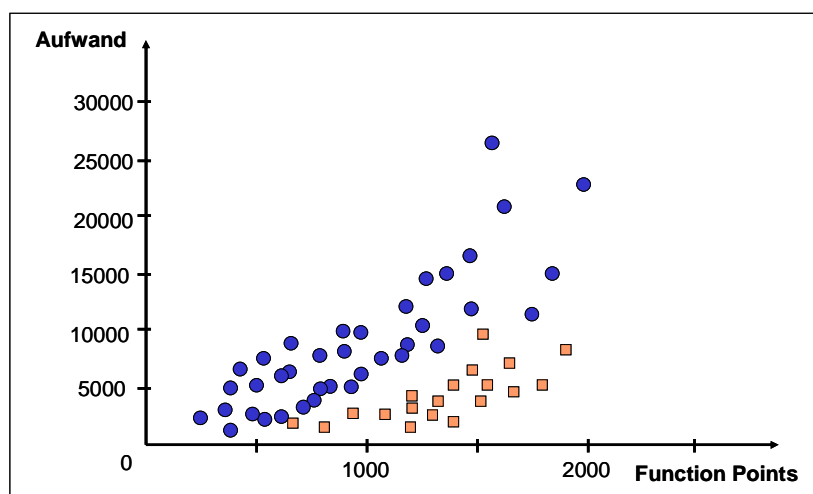


Abbildung 61: Aufwand-Größe-Zusammenhang nach Projektarten⁷⁶⁷

Derartige Aufwandskurven leiten sich aus der Auswertung bereits abgeschlossener Projekte ab. Es wird somit für eine Aufwandschätzung zu oder vor Projektbeginn eine Erfahrungsdatenbank benötigt, die für abgeschlossene Projekte Werte für den Umfang (in justierten oder nicht justierten Funktionspunkten) und Realisierungsaufwand (in Stunden, Tagen oder Monaten) liefert.⁷⁶⁸

Dieser Rückgriff ist aus verschiedenen Gründen problematisch:

Heterogene Projekteigenschaften und -zielsetzungen können zu unterschiedlicher Produktivität führen. Bei Projekt-Datensätzen, die sehr verschiedenartige Softwareentwicklungsprojekte enthalten, kann somit oftmals kein klarer Größe-Aufwand-Zusammenhang ermittelt werden.⁷⁶⁹ Daher sind detaillierte Informationen, über die **Rahmenbedingungen** eines **in einer Datenbank** abgelegten Projektes

⁷⁶⁶ Vgl. Hürten (2005), S.53 für den Absatz.

⁷⁶⁷ Vgl. Hürten (2005), S.53; die bei Hürten in die Graphik zusätzlich eingefügte Regressionsgerade wurde hier nicht übernommen.

⁷⁶⁸ Vgl. Hürten (2005), S.52

⁷⁶⁹ Vgl. beispielsweise die bei Abran/Robillard (1996), S.902 in Figur 5 dargestellte Auswertung.

unverzichtbar. Der in Kapitel 7.2.3.3.1 dargestellten Untersuchung nach VOLLAND zu Folge werden jedoch nur von 41% der befragten Unternehmen bei einer Datenerhebung Projektmerkmale erfasst, nur bei 24% deren Ergebnisse geordnet in einer Datenbank hinterlegt.⁷⁷⁰ Auch ist es „keine Seltenheit, dass die erfassten **Altdaten** oftmals 30 Prozent - teilweise sogar bis zu 70 Prozent – des tatsächlich geleisteten Aufwands gar **nicht enthalten**. So sind einer Untersuchung von C. JONES zu Folge beispielsweise unbezahlte Überstunden o.Ä. in der Regel nicht mit erfasst worden.“⁷⁷¹

Diese Problematik kann – wie im vorhergegangenen Kapitel 9.3.2.1.2 bereits ausgeführt – für Projektabbruchentscheidungen dahingehend umgangen werden, als für diese bereits auf Produktivitäts-Daten aus dem konkreten Projekt zurückgegriffen werden kann. Lediglich die Ermittlung von Restaufwänden in sehr frühen Projektphasen würde die Verwendung von Standardwerten oder von Daten aus vergleichbaren, firmeninternen Projekten notwendig machen. Im Folgenden soll jedoch davon ausgegangen werden, dass auf Daten aus dem laufenden Projekt zurückgegriffen werden kann.

Zudem stellt sich für eine Bewertung der, bis zur Fertigstellung noch anfallenden, Aufwände in einem bereits laufenden Projekt die Frage, in welcher **Einheit** Projektdaten erfasst und abgebildet werden sollen.

Dabei wurde bereits in den vorhergegangenen Abschnitten die Verwendung unjustierter Funktionspunkte als quantitatives Größenmaß für die noch zu implementierende Funktionalität der Software vorgeschlagen.

Zur Abbildung der zeitlichen Dimension wird – wie auch in Kapitel 5.2 bereits erwähnt – in der Regel auf Personenstunden, -tage oder -monate zurückgegriffen. Mess- oder Erfahrungswerte die auf sog. *Mannmonaten* oder *Personenmonaten* basieren, sind jedoch kritisch zu sehen, da die Diskrepanz zwischen Brutto- und Nettoarbeitsstunden pro Monat starken Unterschieden unterliegen kann. „Nettobetrachtungen gehen [dabei davon aus], dass Mitarbeiter nur zu 70 – 80% ihrer Arbeitszeit

⁷⁷⁰ Vgl. Volland (2005), S.6

⁷⁷¹ Bundschuh/Fabry (2004), S.43 basierend auf eine nicht näher spezifizierte Untersuchung von Jones

[...] für die direkte Projektarbeit verfügbar sind. Der Rest entfällt auf Fehlzeiten wie z.B. Urlaub (gesetzlich ca. 12%) und nicht direkt dem IT-Projekt zuzuordnende Tätigkeiten wie Schulung, Krankheit, Informationsveranstaltungen, Personalgespräche, Fachlektüre etc.⁷⁷² Diese Zeiten stellen jedoch für das Restprojekt Risikogrößen dar. Sie sollen in dieser Arbeit nicht pauschal sondern detailliert abgeschätzt werden. Auch muss in Anbetracht der oftmals sehr kurzen Projektdauern im Bereich der Softwareentwicklung ein Produktivitätsmaß basierend auf Monaten als zu grob bewertet werden. Bei Projektdauern unter einem Jahr könnten aussagekräftige Produktivitätsdaten basierend auf Personenmonaten – beispielsweise durchschnittlich erstellte Funktionspunkte je Personenmonat – erst in späten Projektphasen Verwendung finden. Daher empfiehlt sich eine kleinere Recheneinheit. Es soll im Folgenden auf Personenstunden zurückgegriffen werden, welche in den nachfolgenden Berechnungen in Abgrenzung zu „Stunden Projektlaufzeit“ mit dem Index p versehen werden (h_p).

Die Produktivität im betrachteten Softwareentwicklungsprojekt soll somit in der Einheit (unjustierte) Funktionspunkte pro Personenstunde gemessen werden. Die durchschnittlich über alle Teammitglieder erzielte Produktivität bildet dabei die Basis für die Restaufwandsschätzung. Die Umkehrung dieser Größe in Personenstunden je Funktionspunkt wird als **Project Delivery Rate (PDR)** bezeichnet.⁷⁷³

⁷⁷² Bundschuh/Fabry (2004), S. 87

⁷⁷³ Vgl. Bundschuh/Fabry (2004), S.217

Werden Risikobetrachtungen vorerst ausgeklammert ergibt sich folgende (vereinfachte) Formel für eine Berücksichtigung des Restaufwands bis zur Fertigstellung des Projektes. Dabei soll davon ausgegangen werden, dass bereits fertig implementierte Funktionspunkte nicht mehr verändert werden und der im jeweiligen Projekt gemessene Aufwand zur Realisierung eines Funktionspunktes – die PDR – während des gesamten Projektverlaufs konstant bleibt.

$$A_t = (FP_{Basis} - FP_{bisher}) \cdot PDR$$

Formel 8: Ermittlung des Restaufwands ohne Risikoberücksichtigung

Verwendete Kennzahlen			
Kennzahl	Einheit	Bedeutung	Standardwerte
A_t	Personenstunden (h_p)	Prognostizierter zeitlicher Restaufwand	-
FP_{Basis}	Function Points (FP)	Gesamtgröße des Projektes (FPs geschätzt zu einem Basiszeitpunkt)	-
FP_{bisher}	FP	Bisher realisierte Funktionspunkte	-
PDR	h_p/FP	Project Delivery Rate	$5,8h_p/FP - 13,7 h_p/FP^*$

*Durchschnittliche PDR der ISBSG-Datebank Release 4 und Release 8 zitiert nach Bundschuh/Fabry(2004), S.217

Tabelle 25: In Formel 8 integrierte Kennzahlen⁷⁷⁴

Folgendes (stark vereinfachtes) Anwendungsbeispiel verdeutliche die Restaufwandsprognose:

Geschätzte Gesamtgröße:	10000 FP
Bereits realisierter Softwareumfang:	4000 FP
Durchschnittliche PDR (gemessen):	6 h_p/FP
Folglich ein Restaufwand von:	
$(10000 FP - 4000 FP) * 6 h_p/FP = 36000 h_p$	

⁷⁷⁴ Bei Bundschuh/Fabry (2004) wird nicht angegeben, ob die Standardwerte sich auf UFP oder AFP beziehen

9.3.2.3 Integration der Kernrisiken

9.3.2.3.1 Veränderungen der Projektgröße

In obiger Formel wurde die Größe des Softwareentwicklungsprojektes FP_{Basis} als Datum betrachtet. Jedoch wurden unvollständige oder unklare Anforderungen in nahezu allen in Kapitel 6.2.2 ausgewerteten Studien als Kernrisiko von Projekten genannt. „Incomplete Requirements“ waren beispielsweise nach der Studie der Standish Group der am häufigsten angegebene Misserfolgswfaktor.⁷⁷⁵ Bei iterativer Anforderungsermittlung – wie beispielsweise in Kapitel 4.3.2 beim RUP erläutert – ist die schrittweise Ermittlung von Anforderungen sogar fester Bestandteil des Prozesses, eine exakte Abschätzung der Software-Größe bereits zu Beginn des Projektes ist bei dieser Entwicklungsmethodik nahezu unmöglich.

Daher wurde in Kapitel 7.1 für folgende Leitfrage eine quantitative Bewertung – somit die Integration ins Entscheidungsmodell – angestrebt.

Sind zusätzliche Anforderungen an das Projektergebnis im Zeitablauf zu erwarten?

Für die Problematik von Anforderungszuwächsen im Zeitablauf ist in der Literatur der, ursprünglich von C. JONES geprägte,⁷⁷⁶ Begriff „**Requirements Creep**“ – in deutschen Veröffentlichungen auch „**schleichender Funktionszuwachs**“⁷⁷⁷ – gebräuchlich. Auch der Ausdruck „**Creeping Requirements**“ wird verwendet.⁷⁷⁸

C. JONES ermittelte verschiedene Raten (gemessen in Prozent pro Monat Projektlaufzeit) für diesen Requirements-Creep: z.B. Informationssysteme **1%**, militärische und Systemsoftware **2%**, kommerzielle Software **3,5%**.⁷⁷⁹ „In der AXA Service AG wurde bei 38 Function-Point-Zählungen ein durchschnittlicher Requirements Creep von **1,27%** pro Monat Projektlaufzeit ermittelt.“⁷⁸⁰

⁷⁷⁵ Vgl. The Standish Group (1995), S.5

⁷⁷⁶ Vgl. Bundschuh/Fabry (2004), S.36

⁷⁷⁷ Beispielsweise bei Bundschuh/Fabry (2004)

⁷⁷⁸ Vgl. Seibert (2005), S.8.13

⁷⁷⁹ Jones (2008), S.293

⁷⁸⁰ Bundschuh/Fabry (2004), S.37

SEIBERT gibt folgende Bandbreiten für den Requirements-Creep an:

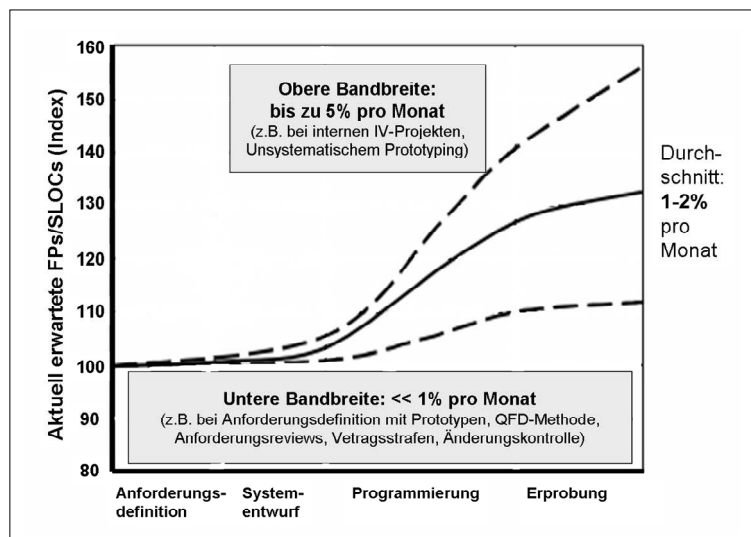


Abbildung 62: Bandbreite des Requirements Creep⁷⁸¹

Da somit zu erwarten ist, dass für eine Projektfertigstellung mehr Funktionalität implementiert werden muss, als zum Entscheidungszeitpunkt bekannt, muss dieses Risiko Berücksichtigung finden. Die in obige Formel integrierte Kennzahl FP_{Basis} muss um den zu erwartenden Requirements Creep angepasst werden. Dabei wird in den Veröffentlichungen zu Standard-Schätzwerten zum Requirements Creep nicht explizit darauf eingegangen, auf welche Schätz-Projektgröße sich der angegebene Prozentwert exakt bezieht. Betrachtet man obige Graphik, ist jedoch davon auszugehen, dass eine Größenschätzung zu einem Zeitpunkt, in dem bereits ein Großteil der Anforderungen erfasst sind oder abgeschätzt werden können, als Basisgröße fungiert. In Abbildung 62 setzt er gegen Ende der Phase „Systementwurf“ ein. Die Projektgröße steigt anschließend während der Programmierungsphase annähernd linear an.

Dieses Ergebnis lässt sich dadurch erklären, dass „nicht-technische“ Projektauftraggeber oftmals vor Beginn der Implementierung nicht wissen, was technisch möglich

⁷⁸¹ Seibert(2005), S.8.13; Dabei wird in der Graphik nach Seibert lediglich der „schleichende“ Funktionszuwachs abgebildet. Dass die „reguläre“ Ermittlung von Anforderungen in der Phase der Anforderungsdefinition bzw. auch noch in der Phase des Systementwurfs erst sukzessive die Anforderungen für das Projekt ermittelt werden, wird in dieser Graphik nicht dargestellt. Es wird in der Graphik implizit davon ausgegangen, dass zu Beginn der Phase „Anforderungsdefinition“ bereits die Basis-Softwaregröße in FPs oder SLOCs bekannt ist.

bzw. sinnvoll ist und sich erst im Zuge der Implementierungsphase über zusätzlich gewünschte Anforderungen klar werden.

Nach Abschluss dieser Umsetzungsphase flacht die Kurve ab – der Requirements Creep verliert somit in sehr späten Projektphasen an Bedeutung.

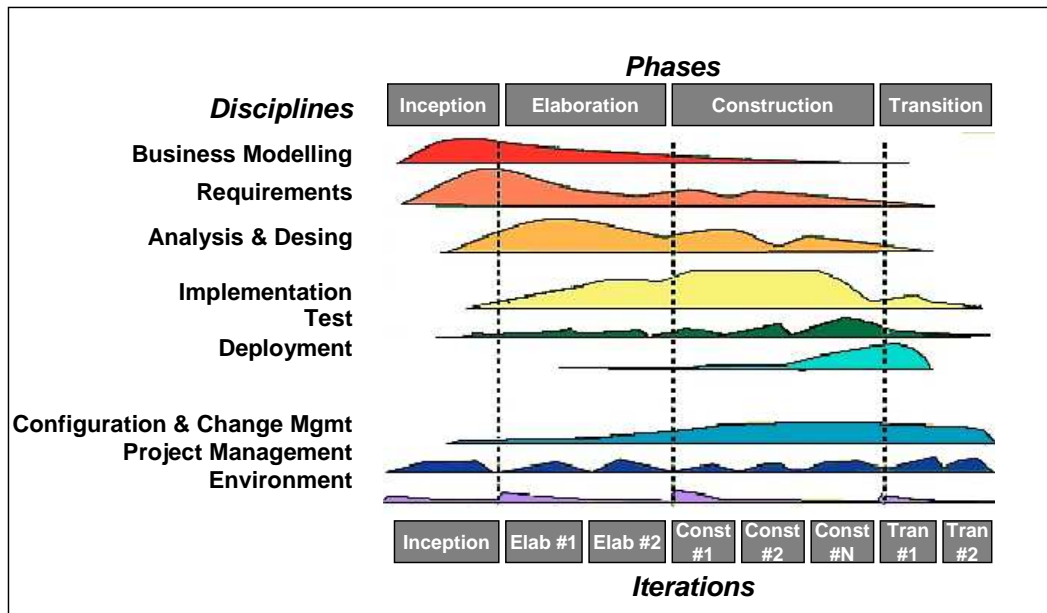


Abbildung 63: Die Aufwandsverteilung im RUP⁷⁸²

Übertragen auf den bereits in Kapitel 4.3.2 dargestellten RUP liegt der Schwerpunkt der Anforderungsermittlung in den Phasen „Inception“ und „Elaboration“. Dies spiegelt sich auch in der in Abbildung 63 dargestellten Aufwandsverteilung wieder.

⁷⁸² Inhaltlich übernommen aus IBM/Rational Software(2006), S.21; Das Graphikdesign wurde leicht abgewandelt.

Auch folgende tabellarische Aufwandsverteilung zum RUP bei SEIBERT macht dies deutlich:

Projektphase	Vorbereitung/ Projektdefinition	Architektur/ Produktentwurf	Konstruktion/ Realisierung	Abnahme/ Einführung
% Zeitdauer-Verteilung	10	30	50	10
Teilprozesse in % der Phase				
Projektmanagement	14	12	10	14
Entwicklungsumgebung	10	8	5	5
Anforderungsmanagement	38	18	8	4
Analyse & Entwurf	19	36	16	4
Programmierung	8	13	34	19
Tests/Qualitätssicherung	8	10	24	24
Verteilung/Auslieferung	3	3	3	30

Tabelle 26 Aufwandsverteilung zum RUP nach Phasen⁷⁸³

Nach dem RUP-Practitioner`s Guide sollen nach der Inception-Phase die „high level project requirements“ erfasst sein, was einem Fertigstellungsgrad bei der Anforderungsermittlung von 10-20% entspricht.⁷⁸⁴ In der Elaboration-Phase sollen diese detailliert werden, was zum Phasenende einem Fertigstellungsgrad von ca. 80% entspricht.⁷⁸⁵ Somit steht zu Beginn der Construction-Phase bereits ein Großteil der Anforderungen fest, jedoch werden diese um einzelne Funktionalitäten ggf. erweitert bzw. detailliert. Die Berücksichtigung eines geringen, prozentualen Requirements-Creep je Monat Projektlaufzeit – im Sinne eines „schleichenden“ Funktionszuwachses – muss somit vor allem für diese Phase als sinnvoll erachtet werden.

Wird ein Projektabbruch bereits vor Eintritt in die Construction-Phase erwogen, ist eine Hochrechnung der aktuellen Schätz-Größe über den konstanten prozentualen

⁷⁸³ Seibert(2005), 8-6; die farbigen Hervorhebungen wurden zusätzlich eingefügt. Die Prozentwerte in der Zeile „% Zeitdauer-Verteilung“ wurden hier auf die Summe 100% umgerechnet. Bei Seibert ergibt die Summe 125%, da bei ihm nur die Phasen „Architektur/Produktentwurf“ und „Konstruktion/Realisierung“ als Kernphasen gesehen werden, welche bei ihm zusammen 100% der Projektkernzeit ausmachen. Die Gewichtung der Phasen wurde bei der hier vorgenommenen Anpassung beibehalten. Die Zeile „% Aufwand-Verteilung“ wurde hier weggelassen, da in dieser Arbeit eine eigene Aufwandschätzung vorgenommen wird.

⁷⁸⁴ Kroll/Kruchten (o.J.), S.2

⁷⁸⁵ Kroll/Kruchten (o.J.), S.2 für die letzten beiden Sätze

Zuschlag des Requirements Creep als nicht oder nur bedingt geeignet zu bewerten, da noch keine hinreichende Basis-Anforderungsdefinition vorliegt.

Auch wird – wie oben bereits erwähnt – aus Abbildung 62 und Abbildung 63 deutlich, dass die Bedeutung des Requirements-Creep nach der Construction-Phase deutlich abnimmt, da im Projektverlauf sukzessive weniger neue Anforderungen erhoben werden. Dies soll dahingehend in der Modellbildung Berücksichtigung finden, als der Requirements Creep nur für eine bestimmte, abzuschätzende Anzahl an Monaten berücksichtigt werden soll. Dieses Zeitintervall sollte zumindest die gesamte Construction-Phase beinhalten und möglicherweise um den Beginn der Transition-Phase erweitert werden. Für eine Abschätzung kann dabei auf die Anzahl der geplanten Iterationen und die durchschnittliche Dauer einer Iteration zurückgegriffen werden.

Da hier für den Requirements-Creep ein linearer Verlauf unterstellt wird, soll jeweils die gegen Ende der Elaboration-Phase geschätzte Gesamtprojektgröße als Bezugspunkt genommen werden.

Folgende Graphik veranschaulicht diese Ausführungen für einen durchschnittlichen und unterdurchschnittlichen Requirements-Creep. Darin stellt der Punkt A jeweils den ausgewählten Bezugspunkt für die prozentuale Hochrechnung dar. Dabei wird auch deutlich, dass es sich bei einer Prognose des schleichenden Funktionszuwachses lediglich um eine Abschätzung der zu erwartenden Größenänderung handelt. Diese kann nur Näherungswerte liefern, kann somit nicht als exaktes Verfahren gewertet werden.

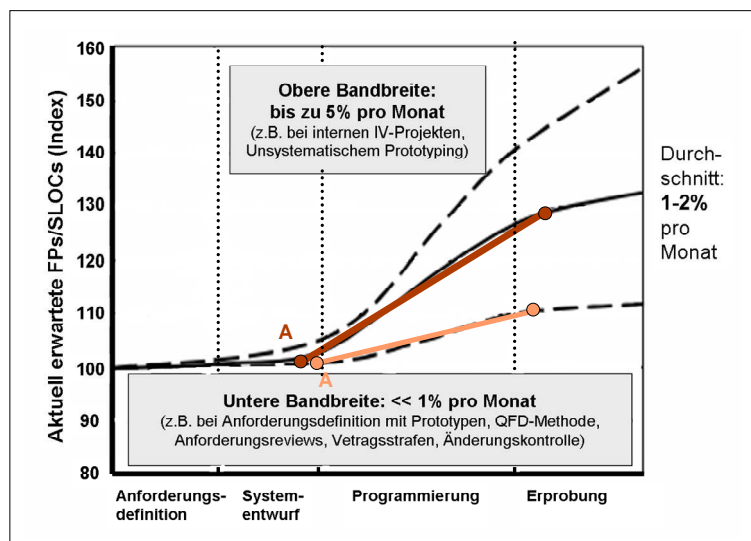


Abbildung 64: zeitlicher Kernbereich des Requirements Creep⁷⁸⁶

In Hinblick auf eine Aufwandsprognose unterteilen BOEHM/VALERDI Einflussfaktoren auf den Projektaufwand dahingehend „whether a factor is additive, exponential or multiplicative“.⁷⁸⁷ „A factor is additive if it has a local effect on the included entity (that is, it adds another source instruction)“⁷⁸⁸ Zusätzlich geforderte Funktionalität – wiederum gemessen in Unadjusted Function Points – soll hier demnach in einem ersten Schritt als rein additiver Faktor behandelt werden. Zusätzliche Anforderungen, die das bisher erstellte System als Ganzes in seiner Komplexität verändern würden, sollen hier – wie bereits mehrfach ausgeführt – nicht berücksichtigt werden.⁷⁸⁹ Jedoch wird im folgenden Kapitel 9.3.2.3.2.1 ein Zusammenhang zwischen der (veränderten) Größe des zu erstellenden Softwareproduktes und einer Veränderung der Produktivität geprüft.

Bei rein additiver Betrachtung wird Formel 8 zur Berechnung des (zeitlichen) Restaufwands in Personenstunden wie folgt um eine Maßzahl für den Requirements Creep erweitert:⁷⁹⁰

⁷⁸⁶ Erweiterung der Graphik von Seibert (2005), 8-13

⁷⁸⁷ Boehm/Valerdi (2008), S.76

⁷⁸⁸ Boehm/Valerdi(2008), S.76

⁷⁸⁹ Derartige Anforderungsänderungen fallen in der Klassifikation nach Boehm/Valerdi(2008), S. 76f. in die Kategorie multiplicative oder exponential.

⁷⁹⁰ Da RC hier in Prozent angegeben wird – somit beispielsweise den Wert 2 hat – wird eine Division durch 100 in die Formel integriert. Dies gilt auch für alle weiteren in Prozent angegebenen Kenngrößen im Entscheidungsmodell dieser Arbeit. Die Notwendigkeit dieser Ergänzung bei Prozentwerten wird in der Literatur unterschiedlich gesehen.

$$A_t = (FP_{Basis} \cdot (1 + m \cdot \frac{RC}{100}) - FP_{bisher}) \cdot PDR$$

Formel 9: Restaufwandsermittlung unter Berücksichtigung des Requirements Creep

Verwendete Kennzahlen			
Kennzahl	Einheit	Bedeutung	Standardwerte
A _t	h _p	Prognostizierter zeitlicher Restaufwand	-
FP _{Basis}	FP	Gesamtgröße des Projektes in FP (FPs geschätzt zu einem Basiszeitpunkt)	-
FP _{bisher}	FP	Bisher realisierte Funktionspunkte	-
PDR	h _p /FP	Project Delivery Rate	5,8h/FP - 13,7 h/FP*
m	-	Anzahl der Monate, für die RC berücksichtigt werden soll	
RC	% pro Monat	Requirements Creep	1% - 5% pro Monat**

*Durchschnittliche PDR der ISBSG-Datebank Release 4 und Release 8 zitiert nach Bundschuh/Fabry(2004), S.217

**vgl. Seibert(2005), 8.13

Tabelle 27: In Formel 9 integrierte Kennzahlen

Fortführung des Anwendungsbeispiels:

Gesamtgröße des Projektes (geschätzt zum Basiszeitpunkt):	10000 FP
Bereits realisierter Softwareumfang:	4000 FP
Durchschnittliche PDR (gemessen):	6 h _p /FP
Requirements-Creep RC (Standardwert):	2% pro Monat
Anzahl der Monate, für die noch Anforderungszuwächse erwartet werden (geschätzt)	5 Monate
<i>nach:</i>	
$A_t = (FP_{Basis} \cdot (1 + m \cdot \frac{RC}{100}) - FP_{bisher}) \cdot PDR$	
<i>folgt ein Restaufwand von:</i>	
$(10000[FP] \cdot (1 + 5[Monate] \cdot 0,02) - 4000[FP]) \cdot 6[h_p / FP] = 42000h_p$	

9.3.2.3.2 Veränderungen der Produktivität

In der Literatur zur Aufwandsschätzung in Softwareentwicklungsprojekten wird häufig die Problematik bei der Prognose der Produktivität eines Projektteams – als Basis der Aufwandsschätzung – thematisiert. Dabei können zahlreiche Faktoren diese in Relation zu gemessenen Erfahrungswerten – aus dem Unternehmen selbst oder aus vergleichbaren Projekten – variieren. Diese Variation wird oftmals über geschätzte, oder auf Basis von Datenbanken ermittelte, prozentuale Zu- oder Abschläge berücksichtigt.

Das von DeMARCO/LISTER zur Verfügung gestellte Tool RISKOLGY beispielsweise ermittelt für das Risiko „Productivity Variation“ – bei isolierter Betrachtung – folgende (kumulative) Wahrscheinlichkeitsverteilung.

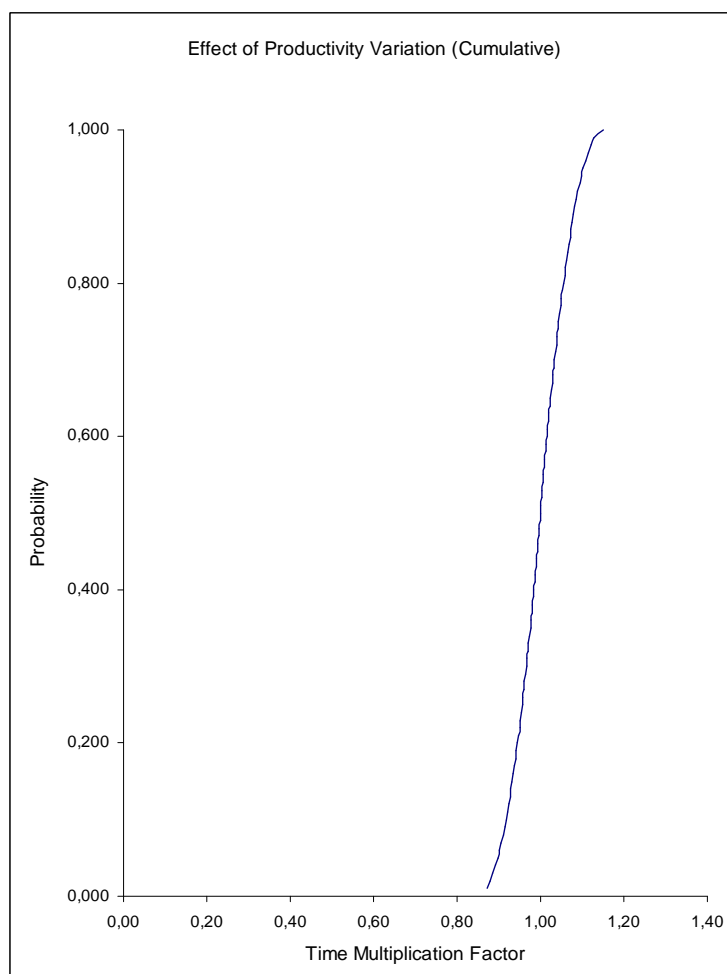


Abbildung 65: “Effect of productivity variation” - eine Simulation mit RISKOLGY.⁷⁹¹

⁷⁹¹ zur Verfügung gestellt von DeMarco/Lister und der Atlantic Software Guild

Daraus wird ersichtlich, dass bei isolierter Betrachtung dieses Risikos ein Faktor zwischen ca. 0,85 und 1,1 für die Veränderung der Produktivität und darauf aufbauend eine Veränderung des Projektaufwands veranschlagt werden muss. Jedoch wird auf eine detaillierte Auswertung dahingehend, welche Faktoren auf diese Variation Einfluss haben, für dieses Risiko bei RISKOLOGY verzichtet. Die Auswertung beruht auf empirische Projektdaten.

Die Modellbildung dieser Arbeit geht davon aus, dass zum Entscheidungszeitpunkt bereits konkrete Produktivitätsdaten aus dem entsprechenden Projekt vorliegen. Die Problematik einer Vergleichbarkeit mit Erfahrungswerten tritt somit in den Hintergrund.

Jedoch soll im Folgenden untersucht werden, ob die gemessene Produktivität des Projektteams unter bestimmten Bedingungen (Anforderungszunahme, Fluktuation, Trainings usw.) für das gesamte Projekt als konstant angenommen werden darf, oder ob Zu- oder Abnahmen zu erwarten sind. Diese Analyse soll getrennt nach möglichen Einflussfaktoren vorgenommen werden. Dabei wird jeweils auf Möglichkeiten einer quantitativen Bewertung eingegangen. Nachfolgende Ausführungen widmen sich somit der Leitfrage (Kapitel 7.1)

„Ist mit abfallender Produktivität des Projektteams zurechnen?“

9.3.2.3.2.1 Verringerung der Produktivität durch gestiegene Projektgröße

Bisher wurde von einem **linearen Zusammenhang** zwischen Projektgröße und Projektaufwand ausgegangen. Daher wurde in Kapitel 9.3.2.3.1 Formel 9 die größenmäßige Veränderung des Gesamt- bzw. Restprojektes durch schleichenden Funktionszuwachs rein additiv berücksichtigt.

Jedoch wird in zahlreichen Veröffentlichungen darauf hingewiesen, dass die Produktivität bei größeren Projekten geringer ist als bei kleineren. Dies lässt sich durch höheren Koordinations- und Abstimmungsaufwand erklären. *„This is generally because of two main factors: growth of interpersonal communications overhead and growth of large-system integration overhead.“*⁷⁹²

⁷⁹² Boehm et al. (2000), S.30

Bei HÜRTEⁿ ist beispielsweise folgender Größe-Aufwand-Zusammenhang dargestellt:⁷⁹³

Function Point	Aufwand	Function Point	Aufwand
200	1.236	850	8.591
250	1.667	900	9.274
300	2.128	950	9.971
350	2.616	1000	10.681
400	3.129	1100	12.136
450	3.664	1200	13.637
500	4.219	1300	15.180
550	4.794	1400	16.765
600	5.387	1500	18.389
650	5.997	1600	20.050
700	6.623	1700	21.747
750	7.264	1800	23.478
800	7.920	1900	25.242

Tabelle 28: Größe-Aufwand-Zusammenhang⁷⁹⁴

Daraus resultiert folgende Aufwandskurve:⁷⁹⁵

$$f(x) = 1.02x^{1.34}$$

mit $R^2 = 1$

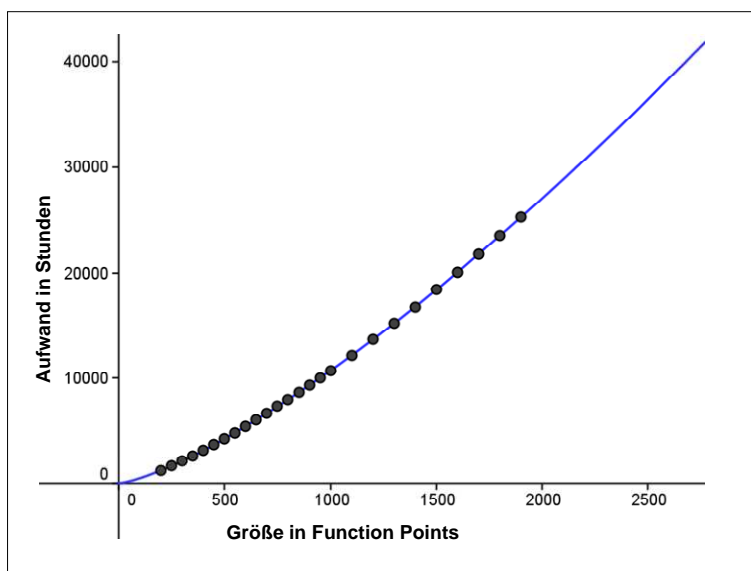


Abbildung 66: Aufwandskurve zu Tabelle 28⁷⁹⁶

⁷⁹³ Es muss davon ausgegangen werden, dass es sich hierbei lediglich um Beispieldatensätze handelt, die nicht empirisch ermittelt wurden.

⁷⁹⁴ Hürten(2005), S.56

⁷⁹⁵ Tabellenwerte, Funktion und Graphik sind entnommen aus Hürten(2005), S.56

⁷⁹⁶ Eigene Darstellung nach Hürten(2005), S.56

Jedoch konnte nicht in allen Studien eine Abnahme der Produktivität bei steigender Projektgröße ermittelt werden. In der ISBSG-Studie 2002 ergab sich beispielsweise bei der Auswertung von 559 Projekten (über alle Plattformen) folgender Größe-Produktivitäts-Zusammenhang. Jedoch nur mit geringem R^2 von 0,555.⁷⁹⁷

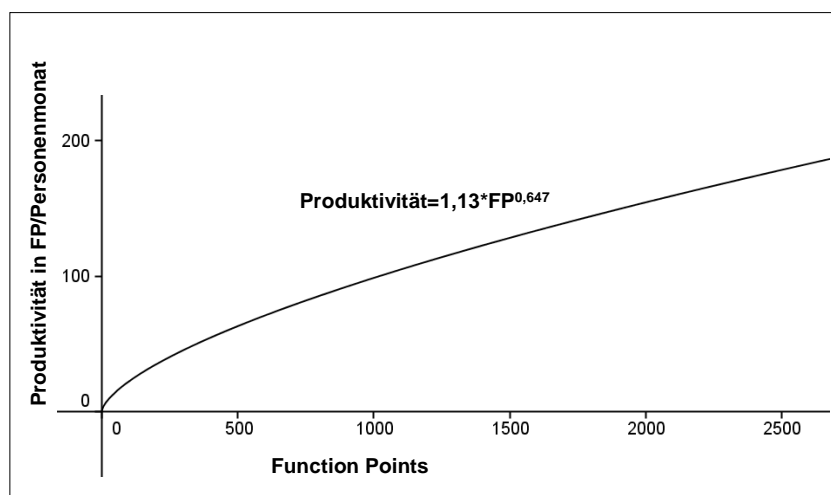


Abbildung 67: Größe-Produktivität-Zusammenhang⁷⁹⁸

Gemäß dieser Auswertung nimmt die Produktivität bei steigender Projektgröße sogar zu, was möglicherweise auf Lerneffekte zurückgeführt werden kann. Dies kann jedoch aufgrund des schlechten Vertrauenskoeffizienten R^2 nur als grundsätzliche Tendenz gewertet werden. Auch muss – wie bereits in Kapitel 9.3.2.2 ausgeführt – die Größe Personenmonat als zu grob gewertet werden.

Auch in der Schätzmethode COCOMO II wird in der Regel⁷⁹⁹ ein nicht-linearer Verlauf für Aufwandskurven unterstellt. Ihr Verlauf wird über sog. „Scale Factors“⁸⁰⁰ bestimmt, welche Einfluss auf den Exponenten der Aufwandsfunktion haben. Die Exponenten schwanken in COCOMO II je nach Bewertung dieser *Scale Factors* zwischen 0,91 und 1,226.⁸⁰¹ Somit ist auch hier ein degressiver Verlauf der Aufwandskurve möglich.

⁷⁹⁷ ISBSG(2002) zitiert nach Bundschuh/Fabry (2004), S.219

⁷⁹⁸ Eigene Darstellung basierend auf die Daten der ISBSG (2002) entnommen aus Bundschuh/Fabry (2004), S.219

⁷⁹⁹ Außer bei $B=1$;

⁸⁰⁰ Auf die einzelnen „Scale Factors“ wird hier nicht detailliert eingegangen. Es sei auf Boehm et al. (2000) Kapitel 2.3.1 verwiesen

⁸⁰¹ Für die Berechnung dieser Schwankungsbreite siehe Boehm et al. (2000), S.31

In dieser Arbeit soll – wie bereits mehrfach ausgeführt – der zeitliche Restaufwand bis zur Fertigstellung des Projektes auf Basis von Produktivitätsdaten aus dem konkreten Projekt selbst ermittelt werden – somit auf Basis der bis zum Entscheidungszeitpunkt tatsächlich realisierten, gemessenen Produktivität. Dies stellt für eine Berechnung des Restaufwands kein Problem dar, wenn keine größenwirksamen Anforderungsänderungen zu erwarten sind, oder von einem linearen Verlauf der Aufwandskurve ausgegangen wird – somit keine Verringerung der Produktivität durch ein Anwachsen des Anforderungen angenommen wird.

Geht man jedoch von einem progressiven Verlauf der Aufwandskurve aus, ist bei Berücksichtigung des Requirements Creep eine Anpassung der gemessenen Produktivität zu prüfen.

Beispielsweise ergäbe sich für eine Basisprojektgröße von 1000 Funktionspunkten entsprechend Tabelle 28 ein Aufwand von 10.681 (Personen-)Stunden – somit ein Aufwand je Funktionspunkt von circa 10,7 (Personen-)Stunden. Wird infolge des Requirements Creep ein Anstieg der Projektgröße auf 1200 Funktionspunkte prognostiziert, würde hierfür – der Tabelle folgend – ein Gesamtaufwand von 13.637 Stunden anfallen. Die PDR würde sich dadurch auf ca. 11,4 h/FP erhöhen. Dies entspricht einer prozentualen Erhöhung von ca. 1%, welche im Vergleich zu der 20%igen Größenveränderung des Projektes als gering zu bewerten ist. Jedoch gewinnt dieser Effekt – bei Annahme einer progressiv verlaufenden Aufwandskurve – bei großen Projekten an Bedeutung.

Aufbauend auf diesen Ausführungen muss der Effekt einer Produktivitätsabnahme durch Anforderungszunahme als zwar möglicherweise vorhanden, jedoch eher gering bewertet werden. Bei empirischen Untersuchungen resultiert – unabhängig von der Art des ermittelten Zusammenhangs – häufig ein geringes Gütemaß R^2 , was auf hohe Abweichungen schließen lässt.⁸⁰²

Hier soll ein prozentualer Produktivitäts-Abschlag bzw. ein Zuschlag zur PDR zwar aus Vollständigkeitsgründen in das Entscheidungs-Modell aufgenommen werden. Je-

⁸⁰² Vgl. Bundschuh/Fabry (2004), S.219; auch bei einer Aufteilung der in der ISBSG-Studie untersuchten Projekten nach Plattformen (Mainframe, Midrange und PC) bewegten sich die R^2 lediglich im Bereich von 0,448 bis 0,622.

doch sollte ein derartiger Zuschlag nur bei hohen prognostizierten Anforderungszuwächsen veranschlagt werden. Da dieser Zuschlag nicht aus den Daten des betrachteten Projektes abgeleitet werden kann, muss er entweder geschätzt oder aus Erfahrungsdatenbanken vergleichbarer Projekte errechnet werden.⁸⁰³ Wird von einem degressiven Zusammenhang ausgegangen, kann auch ein prozentualer Abschlag erwogen werden. Das Entscheidungsmodell ist hierfür geeignet anzupassen.

Unter Berücksichtigung eines optionalen, prozentualen Zuschlags auf die PDR ergibt sich folgende Erweiterung zu Formel 9:

$$A_t = (FP_{Basis} \cdot (1 + m \cdot \frac{RC}{100}) - FP_{bisher}) \cdot PDR \cdot (1 + \frac{p_1}{100})$$

Formel 10: Erweiterte Berücksichtigung von Anforderungszuwächsen

Verwendete Kennzahlen			
Kennzahl	Einheit	Bedeutung	Standardwerte
A_t	h_p	Prognostizierter zeitlicher Restaufwand	-
FP_{Basis}	FP	Gesamtgröße des Projektes in FP (FPs geschätzt zu einem Basiszeitpunkt)	-
FP_{bisher}	FP	Bisher realisierte Funktionspunkte	-
PDR	h_p/FP	Project Delivery Rate	5,8h/FP - 13,7 h/FP*
m	-	Anzahl der Monate, für die RC berücksichtigt werden soll	
RC	% pro Monat	Requirements Creep	1% - 5% pro Monat**
p_1	-	Prozentualer Zuschlag zur PDR (Grund: Anforderungszunahme)	-

*Durchschnittliche PDR der ISBSG-Datenbank Release 4 und Release 8 zitiert nach Bundschuh/Fabry(2004), S.217

**vgl. Seibert(2005), 8.13

Tabelle 29: In Formel 10 integrierte Kennzahlen

⁸⁰³ Beispielsweise könnten geeignete Daten aus den in der ISBSG-Datenbank hinterlegten Projekten gewonnen werden. Auswertungen hierzu finden sich z.B. bei Bundschuh/Fabry(2004). Für Abschätzungen des Exponenten in der Aufwandsfunktion können auch die COCOMOII-Scale-Factors als Anhaltspunkte dienen.

Fortführung des Anwendungsbeispiels:

Gesamtgröße des Projektes (geschätzt zum Basiszeitpunkt):	10000 FP
Bereits realisierter Softwareumfang:	4000 FP
Durchschnittliche PDR (gemessen):	6 h _p /FP
Requirements-Creep RC (Standardwert):	2%/Monat
Anzahl der Monate, für die noch Anforderungszuwächse erwartet werden (geschätzt):	5 Monate
Zuschlag aufgrund von Größenzunahme:	1% ⁸⁰⁴

nach:

$$A_t = (FP_{Basis} \cdot (1 + m \cdot \frac{RC}{100}) - FP_{bisher}) \cdot PDR \cdot (1 + \frac{p_1}{100})$$

folgt ein Restaufwand von:

$$(10000[FP] \cdot (1 + 5[mon] \cdot 0,02[\frac{1}{mon}]) - 4000[FP]) \cdot 6[h_p / FP] \cdot (1 + 0,01) = 42420h_p$$

⁸⁰⁴ Bei Verwendung der bei Hürten (2005), S.56 angegebenen progressiven Aufwandsfunktion ergibt sich bei einer entsprechenden Größenveränderung von 10000FP auf 11000FP eine Zunahme der PDR um ca. 1% (Jedoch ist hier die PDR mit ca. 24 Personenstunden je Funktionspunkt sehr viel höher angesetzt als im Anwendungsbeispiel)

9.3.2.3.2.2 Produktivitätsveränderung durch Veränderung der Mitarbeiterkompetenz

9.3.2.3.2.2.1 Möglichkeiten der Berücksichtigung der Mitarbeiterkompetenz

Wie bereits mehrfach ausgeführt, soll in dieser Arbeit der Restaufwand auf Basis der im betrachteten Projekt gemessenen Produktivität ermittelt werden. Diese Produktivität bestimmt sich wesentlich über die Kompetenz der am Projekt beteiligten Projektmitarbeiter.

Der in der Literatur oft unterschiedlich gebrauchte Begriff der „Kompetenz“ soll hier als ein Zusammenwirken von Erfahrung, Fachwissen und erfolgreicher Anwendung dessen in Hinblick auf das Projektziel verstanden werden. Dabei muss *Erfahrung* in Verbindung mit den spezifischen Anforderungen des Projektes, beispielsweise der verwendeten Programmiersprache oder der Plattform, gesehen werden.

In der nachfolgend dargestellten Zu- und Abschlagskategorisierung (Tabelle 30) nach HÜRTEIN wird der Einfluss der Kompetenz ausschließlich über Mitarbeitererfahrung – zwar aufgegliedert in verschiedenen Faktoren, jedoch jeweils nur über die zeitliche Komponente bewertet – ausgedrückt.⁸⁰⁵ Reines Fachwissen des Teams wird dabei nicht explizit berücksichtigt.

Wie bereits im vorangegangenen Kapitel 9.3.2.3.2.1 dargestellt, soll die Annahme, dass die bisher gemessene Produktivität für das Restprojekt in gleicher Höhe erhalten bleibt, aufgegeben werden. Produktivitätsveränderungen können – neben der bereits dargestellten Projekt-Größenveränderung – im Wesentlichen durch Kompetenzvariationen hervorgerufen werden. Diese können durch Trainingsmaßnahmen des bestehenden Teams während des Projektverlaufs oder veränderte Teamzusammensetzung⁸⁰⁶ bedingt sein.

Die tabellarische Darstellung bei HÜRTEIN berücksichtigt dabei – wie oben bereits erwähnt – die Teamkompetenz über Erfahrungszu- oder Abschläge.

⁸⁰⁵ Vgl. Hürten (2005), S.61

⁸⁰⁶ Beispielsweise aufgrund von Fluktuation und Neubesetzung

Einflussfaktoren	Kriterien		Zu-/Abschläge
	Standard	Abweichung	
Programmiersprache Client-Seite Server-Seite	Visual Basic ODBC/ACAS Designer Workbench SQL, Mapper	C++ oder andere COBOL/C	 +10% +10%
Teamgröße	4	5-7 >7	 +20% +50%
Mitarbeitererfahrung Datenverarbeitung Fachbereiche Betriebszugehörigkeit	= 2 Jahre = 4 Jahre = 4 Jahre	 < 2 Jahre > 2 Jahre < 2 Jahre > 4 Jahre < 2 Jahre > 4 Jahre	 + 2,5% - 5% + 2,5% - 5% + 2,5% - 5%
Unbekanntes Betriebssystem Toolumgebung	Nein nein	 ja ja	 +10% +10%
Kooperation mit Auftraggeber	neutral	hemmend unterstützend	 + 5% -2,5%
Abhängigkeit während der Entwicklung	nicht fremdbestimmt	fremdbestimmt	+5%
Zusatz bei Wartung und Erweiterung Kenntnis des Systems Zustand Dokumentation	vorhanden gut	 fehlt schlecht	 +10% +20%

Tabelle 30: Aufwandszu- und -abschläge nach HÜRTE⁸⁰⁷

Dabei sollen derartige „Tabellen für die anwendungs- und entwicklungsumfeldbezogenen Einflussfaktoren [...] den Value Added Factor (VAF)⁸⁰⁸ nach A.Albrecht.“ ersetzen und erweitern. Vorteil dieses Konzeptes ist die hohe Anpassbarkeit an spezifische Unternehmensgegebenheiten sowie die Konformität zu ISO/IEC 14143.⁸⁰⁹ „Wichtig ist dabei zu erkennen, dass durch die Werte der [...] Tabelle nicht die Summe der FP verändert wird, sondern nur der daraus resultierende Aufwand.“⁸¹⁰ Dies erfüllt den Anspruch der ISO-Norm bei der Ermittlung der Funktionspunkte technische und qualitative Aspekte außer Acht zu lassen.⁸¹¹ Geht man von einer Be-

⁸⁰⁷ Vgl. Hürten (2005), S.61

⁸⁰⁸ Siehe die Erläuterungen zum VAF in Kapitel 9.3.2.1

⁸⁰⁹ Vgl. Hürten (2005), S.61

⁸¹⁰ Hürten (2005), S.61

⁸¹¹ Vgl. hierzu auch die kritischen Ausführungen zum VAF in Kapitel 9.3.2.1.2

rechnung des Aufwands über die Softwaregröße und Produktivität aus und folgt ferner der ISO-Norm, dass die Größe keinen technisch oder qualitativ bedingten „künstlichen“ Zuschlag erfährt, ist ein Aufwandszuschlag gleichbedeutend mit einem Zuschlag auf die PDR bzw. Abschlag von der Produktivität.

Nachteil dieser Ab- und Zuschlagsmethode nach HÜRTE ist der hohe Unsicherheitsfaktor bei der Bestimmung der Zu- oder Abschläge. Aus seinen Ausführungen geht nicht hervor, auf welche Datenbasis die in den Tabellen angegebenen Werte basieren. Es muss angenommen werden, dass es sich hierbei lediglich um Beispielwerte handelt, die im konkreten Anwendungsfall beispielsweise durch Expertenschätzungen ermittelt werden müssten. Dies lässt jedoch Spielraum für subjektive Einflüsse und Manipulationen, was dem Grundgedanken des hier entwickelten Modells einer größtmöglichen Objektivität bei Projektabbruchentscheidungen widerspricht.

Somit stellt sich die Frage, inwiefern subjektive Bewertungen bei der Prognose von Produktivitätsveränderungen minimiert werden können, indem Einzelkriterien als Grundlage herangezogen werden.

Geeignete Anhaltspunkte zur Abschätzung bieten die *COCOMO II Effort Multipliers* und *Scale Factors*. Diese wurden mit ähnlicher Zielsetzung für eine Aufwandsschätzung mit der Schätzmethode COCOMO II definiert. Die dort ermittelten Zuschlagswerte bilden die, für das Modell angenommenen, Kostentreiber ab.

Dabei wurde Objektivität als wesentliches Kriterium für das COCOMO-Modell gesehen.⁸¹² In diesem Zusammenhang definiert sich Objektivität für BOEHM/VALERDI(2008) anhand folgender Leitfragen:

„Objectivity: Does the model avoid allocating most of the software cost variance to poorly calibrated subjective factors (such as complexity or personnel factors)? That is, is it difficult to jiggle the model to obtain any results you want?“⁸¹³

⁸¹² Vgl. Boehm/Valerdi (2008), S.77

⁸¹³ Boehm/Valerdi (2008), S.77

Basierend auf diesen Objektivitätsanspruch wurden folgende Kriterien zur Produktivitätsanpassung im *COCOMO II productivity range* zusammengefasst, welche im Modell weiter detailliert werden:⁸¹⁴

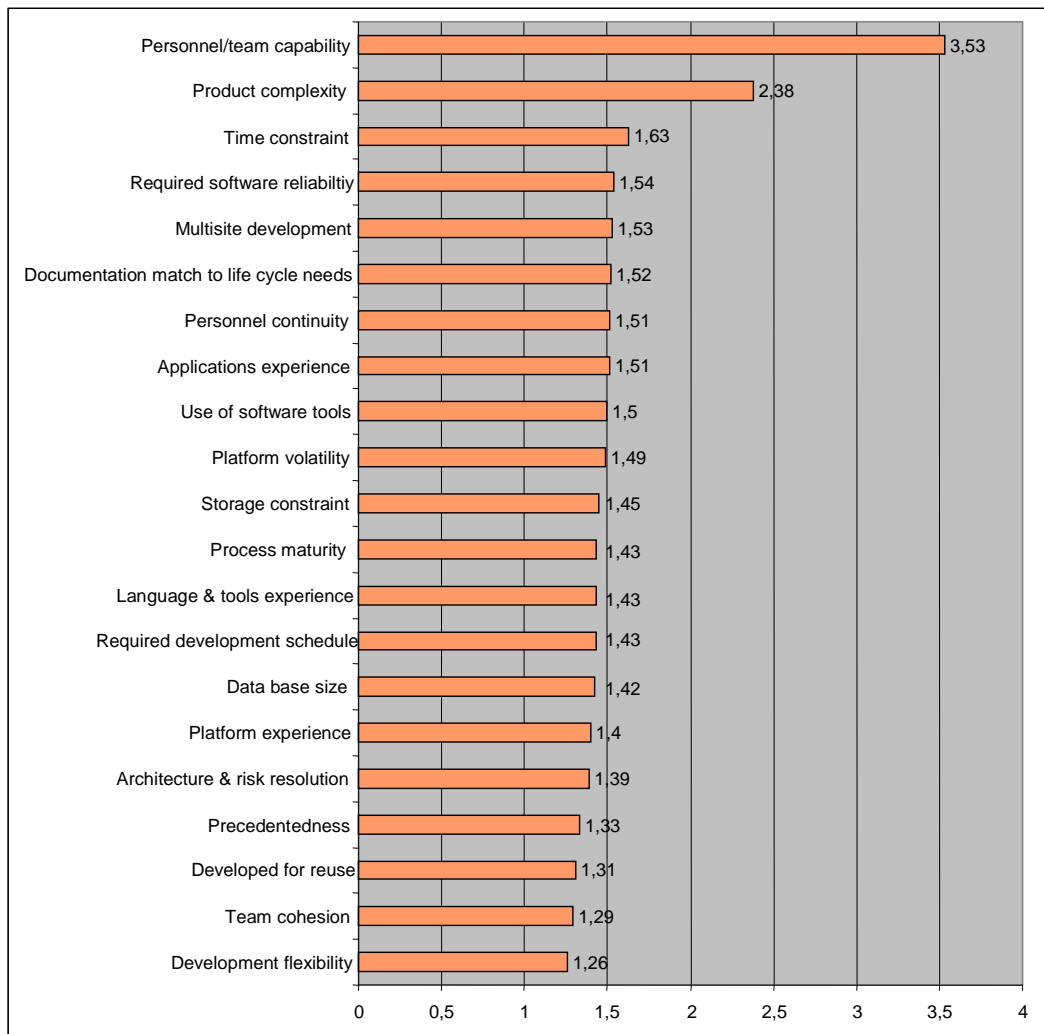


Abbildung 68: COCOMO II Software productivity range⁸¹⁵

“A factor`s productivity range is the ratio of the projects productivity for the best possible factor rating to its worst possible factor rating, assuming that the ratings for all other factors remain constant.”⁸¹⁶

⁸¹⁴ Diese werden bei Boehm et al. (2000) in Scale Factors, Post-Architecture Effort Multipliers und Early Design Effort Multipliers differenziert. Für diese Unterscheidung sei auf Boehm et al. (2000b) verwiesen. Die folgenden Ausführungen beziehen sich im Wesentlichen auf Post-Architecture Effort Multipliers.

⁸¹⁵ Eigene Darstellung basierend auf Boehm (2000), S.15

⁸¹⁶ Boehm (2000), S.14

Ziel dabei ist die Anpassung der Produktivitätsprognose für ein neues Projektes an Erfahrungswerte aus einem ähnlichen, jedoch hinsichtlich einiger Kriterien unterschiedlichen „alten“ Projekt. Durch verschiedene Faktoren bedingte Variationen werden durch konkrete Kriterien objektiviert. Einige dieser Kriterien sind größenabhängig.⁸¹⁷

Bei der Ermittlung der Zu- bzw. Abschläge soll in drei Schritten vorgegangen werden:

- (1) *“Estimate the new project`s productivity and effort based on previous experience. [...]”*
- (2) *“Determine which COCOMO II cost-driver factors will change for the new project and by how much. [...]”*
- (3) *“Use the COCOMO II effort multipliers to review the original estimate. [...]”*⁸¹⁸

Diese Vorgehensweise kann hier analog für die Bestimmung des Restaufwands angewendet werden. Wie bereits in Kapitel 9.3.2.1.2 ausgeführt, wird davon ausgegangen, dass sich im laufenden Projekt die Systemkomplexität nicht verändert. Jedoch können die COCOMOII-Einflusstabellen für personelle Veränderungen – beispielsweise durch Personalwechsel – einen guten Anhaltspunkt für Prognosen geben.

⁸¹⁷ Jedoch werden dabei nur Projektgrößen in den Stufen 10, 100 und 1000 KSLOC berücksichtigt (vgl. Boehm (2000), S.15). Durch diese grobe Abstufung jeweils um den Faktor 10 sowie die Maßeinheit SLOC bzw. KSLOC müssen diese Werte für eine Produktivitätsanpassung im Sinne dieser Arbeit als nur bedingt geeignet angesehen werden.

⁸¹⁸ Boehm (2000), S.16

9.3.2.3.2.2 Integration von Kompetenzveränderungen in die Restaufwandsprognose

Da für diese Arbeit angenommen wird, dass zum Entscheidungszeitpunkt bereits Erfahrungswerte über den durchschnittlichen Aufwand je Funktionspunkt – somit die Produktivität bzw. PDR – für das bestehende Projektteam existieren, basieren diese Messwerte auf der Kompetenz genau dieses Teams. Diese Kompetenz des Projektteams kann sich jedoch verändern. Als Wesentliche Gründe müssen hierfür

- Schulungs- bzw. Trainingsmaßnahmen
- Personalwechsel

berücksichtigt werden.

Für die Ermittlung des Restaufwands interessieren somit Veränderungen der Produktivität bedingt durch Veränderungen der Mitarbeiterkompetenz. Hierbei muss ein Kompetenzabfall – beispielsweise durch den Verlust von Wissensträgern aufgrund von Fluktuation – als prozentualer Produktivitätsabschlag, eine Ansteigen der Kompetenz – beispielsweise durch neue Projektteammitglieder mit höherer Erfahrung, oder Trainingsmaßnahmen für das bestehende Team – als prozentualer Produktivitätszuschlag Berücksichtigung finden.

Auch bei BOEHM et.al. werden Produktivitätsveränderungen bedingt durch personelle Faktoren während des Projektverlaufs als wahrscheinlich gewertet:

„After project size, people factors have the strongest influence in determining the amount of effort required to develop a software product. The Personnel Factors are for rating the development team`s capability and experience – not the individual. These ratings are most likely to change during the course of a project reflecting the gaining of experience or the rotation of people onto an off the project.“⁸¹⁹

Die dargestellten *COCOMO II effort multipliers* berücksichtigen Produktivitätsveränderungen jedoch auch nur über auf Zeitkategorien basierende Erfahrungstabellen. Produktivitätsveränderungen auf Basis von Weiterbildungsmaßnahmen, Zertifizierungen u.Ä. werden dort nicht bewertet. Aufgrund der Vielschichtigkeit von Projekt-

⁸¹⁹ Boehm et al. (2000), S.47

anforderungsprofilen und Weiterbildungsangeboten müssen diese für den konkreten Fall abgeschätzt werden. Standardisierte Tabellen scheinen hierfür nicht sinnvoll.

Ein Personalwechsel im Projektteam – und eine dadurch bedingte Produktivitätsveränderung im Team – kann sowohl auf Fluktuation im Sinne einer Kündigung von Mitarbeiter oder Unternehmensseite zurückzuführen sein, als auch durch einen Austausch von Teammitgliedern zwischen Projekten oder Projekt und „Tagesgeschäft“ des betrachteten Unternehmens. An dieser Stelle soll in einem ersten Schritt nur eine Möglichkeit zur Abbildung dadurch bedingter Kompetenzveränderung im Team dargestellt werden. Die Problematik des Einarbeitungsaufwands soll erst in den folgenden Kapiteln 9.3.2.3.2.3 und 9.3.2.3.3.3 behandelt werden.

COCOMO II stellt u.a. für die Problematik der Bewertung personeller Faktoren verschiedene Rating-Tabellen zur Verfügung die hier nicht aufgelistet werden sollen. Es sei dabei auf BOEHM et al. (2000) verwiesen. Jedoch soll an dieser Stelle zur Verdeutlichung das, von BOEHM in seinem Artikel „*Safe and Simple Software Cost Analysis*“ gegebene, Anwendungsbeispiel wiedergegeben werden, welches die Zielsetzung verfolgt ein neues Projekt mit Erfahrungswerten aus alten Projekten zu vergleichen.⁸²⁰ Dieser Vergleich kann analog angewendet werden um – im Sinne dieser Arbeit – das Restprojekt (mit veränderten personellen Voraussetzungen) mit dem bereits durchgeführten Teil des Projektes vergleichbar zu machen.

„For example suppose your business software group has been developing similar applications for 10 years on mainframe computers and their next application is to run on a micro based client-server platform. In this case, the only cost driver factor likely to cause significant cost differences is the group`s platform experience (assuming that such factors as platform volatility and use of software tools do not change much).“⁸²¹

⁸²⁰ Das bei Boehm angegebene Beispiel basiert dabei auf der Metrik „Lines of Code“, alternativ können jedoch auch Function Points verwendet werden. Vgl. Boehm (2000), S.14

⁸²¹ Boehm (2000), S.14

Type of experience	Average length of experience					
	<2 mo	6 mo	1 year	3 years	> 6 years	PR
With platform	1.19	1.09	1.00	0.91	0.85	1.40
With language and tools	1.20	1.09	1.00	0.91	0.84	1.43
With application area	1.22	1.10	1.00	0.88	0.81	1.51

Tabelle 31: COCOMO II effort multipliers versus length of experience⁸²²

“[Tabelle 31] shows that the productivity range for the platform experience factor is 1.40. Thus, changing from the best level of platform experience (over 6 years) to the worst level (less than 2 months) will increase the amount of effort required for the project by a factor of 1.40, or by 40%.”⁸²³

“With a couple of fairly experienced client-server developers added to the team, the average length of platform experience on the new project would be 6 month. [...] Going to a platform experience of 6 month [...] changes the effort multiplier from 0.85 to 1.09, an increase of a factor of $1.09/0.85 = 1.28$ ”⁸²⁴

Dieser Faktor von 1.28 wird nach BOEHM auf den Gesamtprojektaufwand aufgeschlagen. Somit stimmt die Bezeichnung „*productivity range*“ nicht exakt mit der Begriffsabgrenzung in dieser Arbeit überein. Wird hier zwischen PDR und Produktivität unterschieden⁸²⁵ und wird der Aufwand im Wesentlichen über eine Multiplikation der Softwaregröße mit der PDR erreicht, ist ein Zuschlag auf den Gesamtaufwand bei konstanter Größe analog zu einem Zuschlag auf die PDR zu sehen. In dieser Arbeit würde der dargestellte „*productivity range*“ begrifflich eher als „*PDR range*“ bezeichnet. Auf diesen unterschiedlichen Begriffsgebrauch wird jedoch im Folgenden nicht weiter eingegangen.

Wird ein Wechsel im Projektteam nicht zwischen einem alten und einem neuen Projekt angenommen, sondern zwischen bereits realisiertem Projekt-Teil und noch zu

⁸²² Tabelle entnommen aus Boehm (2000), S.16

⁸²³ Boehm (2000), S.14

⁸²⁴ Boehm (2000), S.16

⁸²⁵ Vgl. Kapitel 9.3.2.2

realisierendem Projektteil, kann dieses Beispiel analog für Projektweiterführungsentscheidungen angewandt werden.

„For easy reference, the COCOMO II book has the full set of these cost-driver effort multiplier tables on its inside cover.“⁸²⁶ Auf eine detaillierte Einzeldarstellung dieser sowie die Kombinationsmöglichkeiten verschiedener Faktoren soll hier jedoch – wie bereits erwähnt – verzichtet werden.

Soll auf eine Abschätzung über vorgefertigte und bewertete Einflussfaktoren aus Schätzverfahren wie bspw. COCOMO II verzichtet werden, kann auch eine individuelle Abschätzung erfolgen. Beispielsweise könnte die **Profil-Vergleichs-Methode** herangezogen werden. Diese dient im klassischen Sinne dazu die verschiedenen Anforderungen einer Stelle mit den Fähigkeiten eines Arbeitnehmers zu vergleichen, um eine optimale Stellenbesetzung zu gewährleisten.⁸²⁷ Dieses Verfahren könnte dahingehend abgewandelt werden, dass ein Anforderungsprofil für die Projektaufgabe erstellt wird. Dieses kann dann mit den Fähigkeiten der Projektteammitglieder abgeglichen werden. Verbessert das Projektteam aufgrund personeller Umbesetzung oder Weiterbildung relevante Fähigkeiten könnte daraus ein prozentualer „Verbesserungswert“ ermittelt werden. Auf derartige Abwandlungen der Profil-Vergleichs-Methode oder anderer Verfahren soll jedoch in dieser Arbeit nicht detaillierter eingegangen werden. Die dahingehenden Ausführungen sollen lediglich als Ansatzpunkt dienen.

Wird ein prozentualer Zu- oder Abschlag auf die Produktivität bzw. PDR erhoben, da mit einer Veränderung der Kompetenz im Projektteam für das restliche Projekt gerechnet werden muss, kann dies wie folgt in die Aufwandschätzung integriert werden. Dabei wird vereinfachend von einem für das Restprojekt ab Entscheidungszeitpunkt konstanten, veränderten Wert ausgegangen. Auch Schwankungen im bisherigen Projekt sollen nicht abgebildet werden. **Mögliche Schwankungen der Variation im Zeitablauf sollen nicht berücksichtigt werden.**

⁸²⁶ Boehm (2000), S.16

⁸²⁷ Bühner (1994), S.157f.

Anders als bei BOEHM et al. soll hier ein geschätzter, über COCOMO-Tabellen, Profilvergleich oder sonstig ermittelter Zu- oder Abschlag als Zuschlag zur PDR interpretiert werden. Bei COCOMO II wird dieser hingegen – wie bereits ausgeführt – dem Gesamtaufwand zugeschlagen. Da in dieser Arbeit jedoch durch verschiedene Einflussfaktoren bedingte Veränderungen der PDR für das Restprojekt getrennt ermittelt werden, wird eine additive Verknüpfung dieser verschieden motivierten Zu- und Abschläge für sinnvoll erachtet. Es wird dabei davon ausgegangen, dass die jeweiligen Zu- oder Abschlagsursachen voneinander unabhängig sind. Diese führt zu folgender Projektrestaufwandsprognose, welche Formel 10 wie folgt erweitert:

$$A_t = (FP_{Basis} \cdot (1 + m \cdot \frac{RC}{100}) - FP_{bisher}) \cdot PDR \cdot (1 + \frac{p_1}{100} + \frac{p_2}{100})$$

Formel 11: Erweiterung unter Berücksichtigung von Kompetenz-Veränderungen

Verwendete Kennzahlen			
Kennzahl	Einheit	Bedeutung	Standardwerte
A _t	h _p	Prognostizierter zeitlicher Restaufwand	-
FP _{Basis}	FP	Gesamtgröße des Projektes in FP (FPs geschätzt zu einem Basiszeitpunkt)	-
FP _{bisher}	FP	Bisher realisierte Funktionspunkte	-
PDR	h _p /FP	Project Delivery Rate	5,8h/FP - 13,7 h/FP*
m	-	Anzahl der Monate, für die RC berücksichtigt werden soll	
RC	% pro Monat	Requirements Creep	1% - 5% pro Monat**
p ₁	-	Prozentualer Zuschlag zur PDR (Grund: Anforderungszunahme)	-
p ₂	-	Prozentualer Zu-/Abschlag zur PDR (Grund: Kompetenzveränderungen)	z.B. COCOMO II productivity range***

*Durchschnittliche PDR der ISBSG-Datebank Release 4 und Release 8 zitiert nach Bundschuh/Fabry(2004), S.217

**vgl. Seibert(2005), 8.13

***vgl. Boehm(2000), S.15

Fortführung des Anwendungsbeispiels:

Gesamtgröße des Projektes (geschätzt zum Basiszeitpunkt):	10000 FP
Bereits realisierter Softwareumfang:	4000 FP
Durchschnittliche PDR (gemessen):	6 h _p /FP
Requirements-Creep RC (Standardwert):	2% pro Monat
Anzahl der Monate, für die noch Anforderungszuwächse erwartet werden (geschätzt):	5 Monate
Zuschlag aufgrund von Größenzunahme:	1%

Ferner wird davon ausgegangen, dass durch personelle Umbesetzung die durchschnittliche Erfahrung des Projektteams mit Programmiersprache und Tools von 6 Monaten auf 1 Jahr steigt. Entsprechend Tabelle 31 ergibt sich somit – bei Anwendung des COCOMO II –Ratings – ein Faktor von

$$\frac{1,00}{1,09} \approx 91,7\% .$$

Die Abschätzung im Entscheidungsmodell soll entsprechend vorgenommen werden. Die ursprünglich gemessene PDR wird somit aufgrund des **Kompetenzzugewinns** um **1-0,917=0,083** verringert. Die Kennzahl **p₂** erhält somit den Wert **-0,083**.

nach:

$$A_t = (FP_{Basis} \cdot (1 + m \cdot \frac{RC}{100}) - FP_{bisher}) \cdot PDR \cdot (1 + \frac{P_1}{100} + \frac{P_2}{100})$$

folgt ein Restaufwand von:

$$(10000[FP] \cdot (1 + 5[mon] \cdot 0,02[\frac{1}{mon}]) - 4000[FP]) \cdot 6[h_p / FP] \cdot (1 + 0,01 - 0,083) = 38934h_p$$

9.3.2.3.2.3 Verringerung der Produktivität durch Personalwechsel

Im vorhergegangenen Kapitel 9.3.2.3.2.2 wurde darauf eingegangen, dass durch Personalwechsel oder Weiterbildungsmaßnahmen die Produktivität für das Restprojekt von der bisher gemessenen Produktivität des Projektteams abweichen kann. Dabei wurden in einem ersten Schritt lediglich Produktivitätsvariationen auf Grund von sich veränderndem Kenntnis- und Erfahrungsstand des Projektteams berücksichtigt.

Jedoch verursacht Mitarbeiterfluktuation selbst in der Regel zusätzliche Aufwände im Projekt, die vor allem durch die Einarbeitungs- und Integrationszeit neuer Mitarbeiter verursacht werden. Eventuell anfallende Such- und Auswahlkosten sollen dabei – wie in Kapitel 7.1 bereits ausgeführt – in der hier vorgenommenen Modellbildung nicht berücksichtigt werden, da sie der Gesamtunternehmensebene – nicht dem Projekt – zugeordnet werden sollen.

Für derartige Mehraufwände wurde in *COCOMO II* im Vergleich zum *COCOMO 81* der Faktor *personnel continuity* (PCON) ergänzt.⁸²⁸

*„The rating scale for PCON is in terms of the project’s annual personnel turnover: from 3 percent, very high continuity, to 48 percent, very low continuity.“*⁸²⁹

Dieser kann analog zu den Ausführungen in Kapitel 9.3.2.3.2.2 angewandt werden. Daher wird an dieser Stelle auf eine detaillierte Darstellung verzichtet. Es sei auf BOEHM et al. (2000) verwiesen.

⁸²⁸ Vgl. Boehm (2000), S.15

⁸²⁹ Boehm et al. (2000), S.48

Auch im Tool RISKOLOGY wird das Risiko der Fluktuation über einen prozentualen Zuschlag zum zeitlichen Aufwand abgebildet. DeMARCO/LISTER hinterlegen zu diesem Zweck Branchenwerte für Zeitverzögerung aufgrund von Mitarbeiterfluktuation. Die zugrunde liegende Fluktuationsquote ist die durchschnittliche Fluktuationsrate der Branche.⁸³⁰ Die hinterlegten Daten können für eigene Auswertungen angepasst werden. Jedoch wird auf die Problematik der Schätzung der Einarbeitungszeit hingewiesen. DeMARCO/LISTER definieren hierbei Einarbeitungszeit „als die Zahl der Monate, die es dauert, bis ein typischer neu eingestellter Mitarbeiter die gleiche Leistung zu erbringen beginnt wie sein Vorgänger.“⁸³¹ Diese Zeit kann von etwa 2 Monaten bis hin zu 24 Monaten, je nach Projektkomplexität, schwanken.⁸³² Es muss somit sowohl aufgrund dieser hohen Schwankungsbreite bei der Einarbeitungszeit als auch bei den Fluktuationsquoten empfohlen werden, eigene Daten zu erheben und nicht lediglich auf in Tools hinterlegten Standarddaten aufzubauen.

Bei einer Simulation mit RISKOLOGY auf Basis der darin enthaltenen Branchendaten resultiert wiederum eine kumulative Wahrscheinlichkeitsverteilung. Dabei liegen die Zeit-Zuschlags-Werte bei isolierter Betrachtung dieses Risikos⁸³³ zwischen ca. 0,5% und ca. 8%. Diese kumulative Wahrscheinlichkeitsverteilung ist in nachfolgender Abbildung 69 dargestellt.

⁸³⁰ Vgl. DeMarco/Lister (2003), S.115; die genaue Herkunft dieser branchentypischen Fluktuationsrate wird dabei nicht angegeben. Es muss angenommen werden, dass diese auf eigenen Untersuchungen basiert. Da der Forschungsschwerpunkt von DeMarco/Lister in den USA zu sehen ist, ist anzunehmen, dass es sich hierbei um die Fluktuationsquote der Softwareentwicklungsbranche in den USA handelt.

⁸³¹ DeMarco/Lister (2003), S.116

⁸³² DeMarco/Lister (2003), S.116

⁸³³ Bei gleichzeitiger Betrachtung mehrerer Risiken werden die hinterlegten Wahrscheinlichkeitsverteilungen in RISKOLOGY über Monte-Carlo-Simulationen verknüpft.

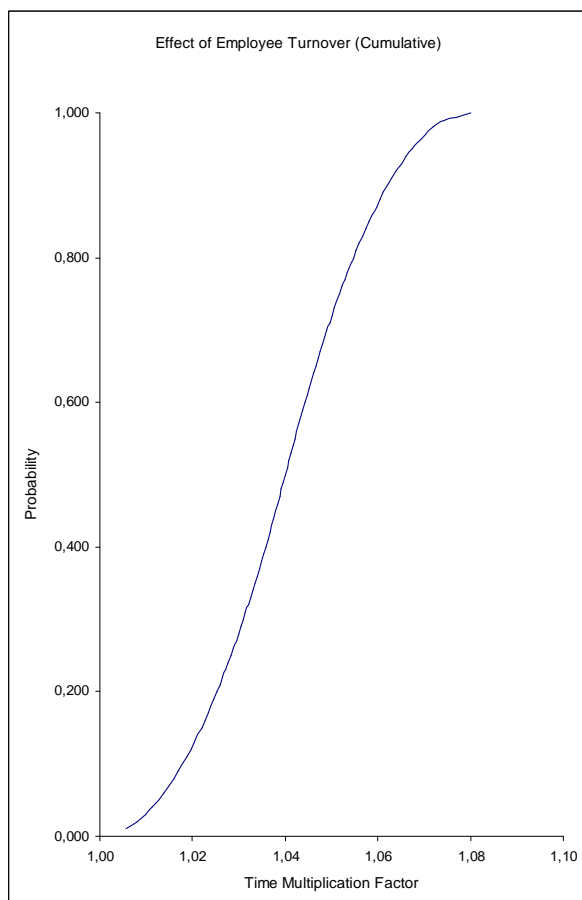


Abbildung 69: Time Multiplication Factor für das Risiko "Fluktuation"⁸³⁴

Auch dieses Risiko über einen prozentualen Zuschlag auf den ermittelten Aufwand bzw. die ermittelte Produktivität abzubilden, stellt jedoch nur eine Möglichkeit zur Berücksichtigung der Fluktuation in der Projektbewertung dar. Wie oben bereits erwähnt, muss dabei auch in diesem Punkt der Rückgriff auf Erfahrungsdatenbanken und daraus abgeleitete Wahrscheinlichkeitsverteilungen als problematisch gewertet werden. Daher soll in Kapitel 9.3.2.3.3.3 eine alternative Methode zur Berücksichtigung des zeitlichen Ausfalls einzelner Teammitglieder aufgrund von Fluktuation entwickelt werden. Diese soll auf die Ressourcensituation sowie die Fluktuationsquote im konkreten Projekt aufbauen und projektspezifische Zeitwerte für den Einarbeitungsaufwand berücksichtigen.

⁸³⁴ Simulation mit „Risikology“ bei isolierter Betrachtung des Risikos „Effect of employee turnover“

9.3.2.3.3 Berücksichtigung der Ressourcensituation

9.3.2.3.3.1 Ermittlung der monatlichen Effektiv-Arbeitszeit des Projektteams

Für eine Aufwandsprognose im Sinne dieser Arbeit sind letztendlich nicht zeitliche Größen ausschlaggebend sondern die daraus resultierenden Zahlungsströme. Somit muss der errechnete zeitliche Restaufwand in monetäre Größen überführt werden. Da in der Regel Projektmitarbeiter im Bereich der Softwareentwicklung ein monatliches Gehalt beziehen, ist es notwendig den bisher auf Basis von Personenstunden gemessenen Aufwand in eine Anzahl von Monate zu überführen, für die Gehaltszahlungen an das Projektteam kalkuliert werden müssen. Diese Anzahl soll hier nicht in der Größe *Personenmonat* gemessen werden, sondern als *prognostizierte Anzahl von Monaten bis Projektfertigstellung* dargestellt werden.

Wie in Kapitel 9.3.2.2 in Hinblick auf die Maßeinheit „Personenmonat“ bereits ausgeführt, werden für die monatliche Arbeitszeit eines Projektmitarbeiters in der Literatur und in den Schätzverfahren unterschiedliche Werte zugrunde gelegt. Schwierigkeiten bereiten die Berücksichtigung von Urlaubszeiten, Überstunden sowie Teilzeitbeschäftigungsverhältnissen⁸³⁵, Krankenstand und für das Projekt ungenutzte Zeiten. Auch internationale Abweichungen bei Urlaubsanspruch, Lohnfortzahlung im Krankheitsfall oder üblicher wöchentlicher bzw. monatlicher Arbeitszeit müssen beim Rückgriff auf Standardschätzverfahren als problematisch gewertet werden. Es muss davon ausgegangen werden, dass häufig auf US-amerikanischen Daten basierende Durchschnittsgrößen in den Tools und Schätzverfahren hinterlegt sind, welche beispielsweise hinsichtlich des durchschnittlichen Anspruchs auf bezahlten Urlaub als abweichend angenommen werden müssen.

Da diese Arbeit ihren Fokus auf die Softwareentwicklung in Deutschland legt, wird im Folgenden schwerpunktmäßig auf die in Deutschland übliche Arbeitszeit eingegangen. Für eine internationale Anwendung sind die Werte entsprechend anzupassen. Es wird in den folgenden Ausführungen eine quantitative Antwort auf die, die Ressourcensituation betreffenden, Risikoleitfragen in Kapitel 7.1 gesucht.

⁸³⁵ Vgl. Stabenow (2008) basierend auf eine Studie der Eiro

Die durchschnittliche Arbeitszeit in Deutschland liegt, einem Vergleich der Europäischen Beobachtungsstelle für Entwicklung der Arbeitsbeziehungen (Eiro) zu Folge, derzeit bei 41,1 Stunden/Woche.⁸³⁶ Jedoch wird auch hierbei darauf hingewiesen, dass Schwierigkeiten bei der Berücksichtigung von Urlaubszeiten, Überstunden sowie Teilzeitbeschäftigungsverhältnissen auftreten.⁸³⁷ In einer Brutto-Hochrechnung ergeben sich somit ca. 2137 Stunden pro Jahr⁸³⁸, ca. 178 Stunden pro Monat.

Bei BUNDSCHUH/FABRY werden als durchschnittliche jährliche Brutto-Arbeitszeit etwas weniger, nämlich ca. 1900 Stunden veranschlagt.⁸³⁹ Dabei gehen Nettobetrachtungen davon aus, „dass Mitarbeiter nur zu 70 bis 80% ihrer Arbeitszeit [...] für die direkte Projektarbeit verfügbar sind (d.h. 1330 bis 1520 Stunden). Der Rest entfällt auf Fehlzeiten, wie Urlaub (gesetzlich ca. 12%) und nicht direkt dem IT-Projekt zuzuordnende Tätigkeiten wie Schulung, Krankheit, Informationsveranstaltungen, Personalgespräche, Fachlektüre etc.“⁸⁴⁰ Bei 1520 Stunden/Jahr ergibt dies ca. 127 Stunden pro Monat.

Das Beratungsunternehmen Czipin-Consulting hat in einer Studie zur Produktivität ermittelt, dass sogar rund 38% der Arbeitszeit unproduktiv verwendet werden, somit also pro Mitarbeiter ca. 84 von durchschnittlich 220 Arbeitstagen jährlich.⁸⁴¹ Bei Annahme eines durchschnittlichen 8-Stunden Tags, würden somit in einer Nettobetrachtung nur ca. 91 Stunden⁸⁴² pro Monat für das Projekt produktiv genutzt werden.

Diesen Ausführungen folgend muss auch im betrachteten Projekt mit großen Abweichungen zwischen der nominellen, vertraglich vereinbarten Arbeitszeit des Projektteams und der tatsächlich für die Umsetzung der Projektaufgabe produktiv zur Verfügung stehenden Arbeitszeit gerechnet werden. Da für die Bestimmung der Projektrestdauer in der Modellbildung dieser Arbeit auf gemessene Produktivitätsdaten

⁸³⁶ Vgl. Stabenow (2008) basierend auf eine Studie der Eiro; die Studie basiert dabei auf Daten aus dem vierten Quartal 2007

⁸³⁷ Vgl. Stabenow (2008) basierend auf eine Studie der Eiro

⁸³⁸ Bei einer Rechnung mit 52 Wochen pro Jahr

⁸³⁹ Vgl. Bundschuh/Fabry (2004), S.87

⁸⁴⁰ Bundschuh/Fabry (2004), S.87

⁸⁴¹ vgl. Czipin (2008), S.8

⁸⁴² Berechnet wurden 220 Tage, verteilt auf 12 Monate, gewichtet mit 62% Produktivzeit und 8 Arbeitsstunden pro Tag

aus dem bestehenden Projekt zurückgegriffen werden soll, bestimmt in erster Linie die Vorgehensweise bei der Messung die Arbeitszeit, die als Kalkulationsbasis verwendet werden soll. Werden bei der Messung des zeitlichen Aufwands je Funktionspunkt Durchschnittswerte über einen längeren Zeitraum – beispielsweise in einer Woche wurden 30 Funktionspunkte realisiert – ermittelt, kann davon ausgegangen werden, dass in dieser Produktivitätsrate bereits Zeiten für Kommunikation, Koordination, Planung, sowie unproduktive Zeiten wie beispielsweise Pausen enthalten sind. Wurde hingegen die Messung detaillierter durchgeführt – beispielsweise jeweils konkret die Zeit erfasst, die für die Implementierung einer Funktionskomponente inklusive Tests notwendig war – muss davon ausgegangen werden, dass darin wenige oder keine anderweitigen Zeiten enthalten sind. Im Folgenden soll von einer derart detaillierten Produktivitätsermittlung ausgegangen werden.

LUM et al. geben für die Kostenbestimmung folgende Dreiteilung, jeweils in monetären Größen, an:

$$Total_SW_Project\$ = SW_Development_Labor\$ + Other_Labor\$ + Nonlabor\$$$

Formel 12: "what should be included in the software estimate"⁸⁴³

Davon ausgehend, soll auch hier die monatliche Arbeitszeit gemäß dieser Dreiteilung differenziert werden.

Es soll dabei in der Modellbildung davon ausgegangen werden, dass die am Projekt beteiligten Mitarbeiter jeweils mit ihrer vollen vertraglichen Arbeitszeit dem Projekt zur Verfügung stehen. Ist dies nicht der Fall, muss das Modell entsprechend angepasst werden. Auch wird durchgehend mit Durchschnittsgrößen über das gesamte Projektteam modelliert, d.h. individuelle Unterschiede bei der zeitlichen Verfügbarkeit einzelner Teammitglieder werden nicht gesondert abgebildet.

Als „*Nonlabor*“ sollen die Zeiträume bezeichnet werden, die nicht für die Projektarbeit zur Verfügung stehen. Diese Zeiten werden im Wesentlichen durch Urlaub und Krankenstand bestimmt. Bei LUM et al. wird dieser Begriff weiter gefasst – beinhaltet beispielsweise auch Reisen zu Kunden, Konferenzen und Trainings. Jedoch soll die Definition von „*Nonlabor*“ hier enger gefasst werden und nur die Zeiten abbil-

⁸⁴³ Lum et al. (2003), S.9

den, in denen keinerlei Arbeit für das Projekt ausgeführt wird. Nach BUNDSCHUH/FABRY kann der gesetzliche Urlaub in Deutschland mit ca. **12%** angesetzt werden.⁸⁴⁴ Für die letzten Jahre wurde ein Krankenstand von durchschnittlich etwas unter **3,5%** ermittelt.⁸⁴⁵

Für den zeitlichen Teilbereich *Nonlabor* muss somit vor allem bestimmt durch Urlaub und Krankenstand ein Abschlag erhoben werden. Folgt man dabei diesen Auswertungen, kann dieser mit ca. 15,5% der Sollarbeitszeit bewertet werden.⁸⁴⁶ Statt dieser Standardwerte, können jedoch auch unternehmens- oder projektinterne Daten verwendet werden.

Unter dem Begriff „*Other_Labor*“ sollen in dieser Arbeit alle Tätigkeiten subsumiert werden, die zwar im weiteren Sinne dem Projekt zugeordnet werden können, jedoch nicht produktiv zur Implementierung der geforderten Software-Funktionalität zur Verfügung stehen.⁸⁴⁷ Der Begriff „*Implementierung*“ soll dabei die Analyse und den Entwurf, die eigentliche Programmierung sowie auch das Testen der jeweiligen Funktionseinheit beinhalten. Auch eine Messung der Produktivität in Funktionseinheiten je Zeiteinheit oder Zeiteinheiten je Funktionseinheit sollte an dieser Begriffsabgrenzung ausgerichtet sein. Eine Bewertung kann je nach verwendetem Prozessmodell erfolgen.

⁸⁴⁴ Vgl. Bundschuh/Fabry (2004), S.87

⁸⁴⁵ Nach Bundesministerium für Gesundheit (2010) S.3

⁸⁴⁶ Ca. 12% Urlaub nach Bundschuh/Fabry (2004), S.87 zuzüglich ca. 3,5% für den Krankenstand gemäß der Untersuchungen des Bundesgesundheitsministeriums.

⁸⁴⁷ Auch hier weicht die in dieser Arbeit gewählte Begriffsabgrenzung von dem „*Other_Labor*“-Begriff bei Lum et al. (2003), S.9 ab, da in dieser Arbeit hierunter beispielsweise auch Konferenzen zur Abstimmung mit den Kunden oder Ähnliches subsumiert werden.

Hier soll dies an dem in Kapitel 4.3.2 eingeführten RUP verdeutlicht werden. Beispielsweise kann hierzu auf die bei SEIBERT veröffentlichte Aufwandsverteilung im RUP nach Projektphasen zurückgegriffen werden.⁸⁴⁸

Projektphase	Vorbereitung/ Projektdefinition	Architektur/ Produktentwurf	Konstruktion/ Realisierung	Abnahme/ Einführung
% Zeitdauer-Verteilung	10	30	50	10
Teilprozesse in % der Phase				
Projektmanagement	14	12	10	14
Entwicklungsumgebung	10	8	5	5
Anforderungsmanagement	38	18	8	4
Analyse & Entwurf	19	36	16	4
Programmierung	8	13	34	19
Tests/Qualitätssicherung	8	10	24	24
Verteilung/Auslieferung	3	3	3	30

Tabelle 32: Aufwandsverteilung im RUP⁸⁴⁹

Wird beispielsweise eine Projektabbruchentscheidung in der Mitte der Konstruktionsphase geprüft, ergeben sich – dieser Verteilung folgend – für diese und die nachfolgende Phase folgende Aufwandsanteile für Tätigkeiten, die – gemäß obiger Begriffsabgrenzung – nicht direkt der Implementierung zugeordnet werden können:

	Konstruktion/ Realisierung	Abnahme/ Einführung
Projektmanagement	10%	14%
Entwicklungsumgebung	5%	5%
Anforderungsmanagement	8%	4%
Verteilung / Auslieferung	3%	30%

Tabelle 33: Anwendungsbeispiel „Other_Labor“

Da die Konstruktionsphase in der Regel einen sehr viel höheren Anteil an der gesamten Projektlaufzeit einnimmt, als die Phase der Abnahme/Einführung, muss aus diesen Werten ein gewichteter Durchschnitt gebildet werden. Gewichtungskriterium soll dabei die Zeitdauer-Verteilung der Gesamtprojektlaufzeit sein. Diese ist entspre-

⁸⁴⁸ Vgl. auch Kapitel 9.3.2.3.1

⁸⁴⁹ Vgl. Seibert(2005), 8-6; die farbigen Hervorhebungen wurden zusätzlich eingefügt. Wie bereits zu Tabelle 26 beschrieben, wurde die Zeile „% Zeitdauer-Verteilung“ auf eine Summe von 100% angepasst. Die Zeile „% Aufwand-Verteilung“ wurde weggelassen.

chend obiger Tabelle für die Konstruktionsphase mit **50%**, für die Abnahme-/Einführungsphase mit **10%** angegeben. Da der Entscheidungszeitpunkt in der Mitte der Konstruktionsphase angenommen werden soll, wird diese nur mit den noch verbleibenden 25% Zeitanteil gewichtet.

Der gewichtete Durchschnitt für den prozentualen Anteil von *Other_Labor* berechnet sich gemäß den Tabellen-Daten wie folgt:

Es entfällt somit in den noch zu durchlaufenden Projektphasen ca. 33,7% des zeitlichen Aufwands auf Tätigkeiten, die zwar dem RUP – somit auch der Projektdurchführung – zugeordnet werden müssen, jedoch nicht der Implementierung im engeren Sinne zugeordnet werden können. Diese Zeiten werden bestimmt durch Tätigkeiten des Projektmanagements – Kennzahlenerhebung, Aufgabenkoordination, Erstellung von Dokumenten – Tätigkeiten des Anforderungsabgleichs bzw. der Erhebung zusätzlicher Anforderungen, usw. Dabei sind die in Tabelle 32 dargestellten Werte zur Aufwandsverteilung nur als Anhaltspunkt zu bewerten. Die Verteilung kann bei Verwendung einer eigenen bzw. anderen Datenbasis abweichen.

Fasst man die Größen *Nonlabor* und *Other_Labor* – entsprechend obiger Annahmen – zusammen kommt man zu dem Ergebnis, dass ca. $15,5\% + 33,7\% = 49,2\%$ der Sollarbeitszeit nicht für die Implementierung – im Sinne einer Realisierung von Softwarefunktionalität – zur Verfügung stehen. Für die eigentliche *SW_Development_Labor*⁸⁵⁰ stehen somit nur ca. **51%** der Zeit zur Verfügung.

Bei dieser Rechnung wurden bisher keine zeitlichen Aufwände für **Weiterbildungen** berücksichtigt, die aus Wissensdefiziten im Projektteam resultieren. Diesen Defiziten gilt es durch geeignete Schulungsmaßnahmen – beispielsweise E-Learning, Blended Learning, klassischen Präsenzseminare, Einsatz eines Coaches oder dem Studium geeigneter Fachlektüre – zu begegnen. Diese Schulungsmaßnahmen sind in der Regel sowohl mit zeitlichen als auch monetären Aufwänden verbunden. Die zeitliche Komponente gilt es für das Restprojekt ebenfalls als durchschnittlichen Prozentwert

⁸⁵⁰ Auch hier wird der Begriff an die Einteilung nach Lum et al. (2003), S.9 angelehnt, jedoch nicht exakt übereinstimmend gebraucht.

abzuschätzen.⁸⁵¹ Aufgrund der starken Abhängigkeit von der spezifischen Projektaufgabe und dem individuellen Weiterbildungsbedarf im Projektteam kann hierbei nur schlecht auf Standardwerte zurückgegriffen werden.

Wird beispielsweise der Zeitaufwand für Fachlektüre, Schulungen oder Coachings mit weiteren **5%** der Sollarbeitszeit prognostiziert und legt man die bei BUNDSCHUH/FABRY durchschnittliche jährliche Arbeitszeit von 1900 Stunden zu Grunde, verbleiben monatlich ca. 73 Stunden je Mitarbeiter für die Implementierung des Softwareentwicklungsprojektes.

Um die zeitliche Ressourcenverfügbarkeit für die Implementierung über das gesamte Projektteam zu erhalten, sind diese verfügbaren Arbeitsstunden je Mitarbeiter (effektive Personenstunden) mit der Mitarbeiteranzahl zu multiplizieren. Dabei ist die durchschnittliche Mitarbeiteranzahl nach der Erhebung von GEORGE mit 79% Bekanntheitsgrad und 39% Anwendungsgrad eine der am weitest verbreiteten Kennzahlen für Projekte.⁸⁵²

Soll nicht diese jährliche Standard-Arbeitszeit als Basis verwendet werden, kann auch hierbei auf unternehmensinterne Daten, die ggf. unbezahlte (somit aufwandsneutrale) Überstunden beinhalten können, zurückgegriffen werden. Das statistische Bundesamt veröffentlicht hierzu einen Leitfaden „Möglichkeiten der Erfassung von Arbeitszeit in Unternehmensbefragungen.“⁸⁵³ Darauf soll an dieser Stelle nicht detaillierter eingegangen werden.

⁸⁵¹ Die monetäre Komponente soll in Kapitel 9.4 berücksichtigt werden.

⁸⁵² Vgl. George (1999), S.224

⁸⁵³ Alter (2006)

9.3.2.3.3.2 Prognose der Projekt-Restdauer in Monaten

Für eine Umrechnung des bisher in Personenstunden geschätzten Restaufwands in die zu erwartende Projektrestlaufzeit in Monaten, soll, aufbauend auf den Ausführungen in Kapitel 9.3.2.3.3.1, folgende Formel angewendet werden:

$$M = \frac{(FP_{Basis} \cdot (1 + m \cdot \frac{RC}{100}) - FP_{bisher}) \cdot PDR \cdot (1 + \frac{P_1}{100} + \frac{P_2}{100})}{t_{soll} \cdot (1 - (\frac{a_{non}}{100} + \frac{a_{other}}{100} + \frac{a_{Schulung}}{100})) \cdot team}$$

Formel 13: Prognose der Projektrestdauer

Verwendete Kennzahlen			
Kennzahl	Einheit	Bedeutung	Standardwerte
A _t	h _p	Prognostizierter zeitlicher Restaufwand	-
FP _{Basis}	FP	Gesamtgröße des Projektes in FP (FPs geschätzt zu einem Basiszeitpunkt)	-
FP _{bisher}	FP	Bisher realisierte Funktionspunkte	-
PDR	h _p /FP	Project Delivery Rate	5,8h/FP - 13,7 h/FP*
m	-	Anzahl der Monate, für die RC berücksichtigt werden soll	
RC	% pro Monat	Requirements Creep	1% - 5% pro Monat**
p ₁	-	Prozentualer Zuschlag zur PDR (Grund: Anforderungszunahme)	-
p ₂	-	Prozentualer Zu-/Abschlag zur PDR (Grund: Kompetenzveränderungen)	z.B. COCOMO II productivity range***
t _{soll}	h pro Monat und MA	Durchschnittliche monatliche Sollarbeitszeit je Mitarbeiter	Ca. 158h/Monat****
a _{non}	in %	Durchschnittlich auf „nonlabor“ entfallender Anteil der Soll-Arbeitszeit	Ca. 15,5%****
a _{other}	in %	Durchschnittlich auf „other_labor“ entfallender Anteil der Soll-Arbeitszeit	
a _{Schulung}	in %	Durchschnittlich auf Weiterbildung entfallender Anteil der Soll-Arbeitszeit	
team	-	Anzahl der Projektteammitglieder	

*Durchschnittliche PDR der ISBSG-Datebank Release 4 und Release 8 zitiert nach Bundschuh/Fabry(2004), S.217

**vgl. Seibert(2005), 8.13

***vgl. Boehm(2000), S.15

****vgl. Bundschuh/Fabry(2004), S.87

Fortführung des Anwendungsbeispiels:

Gesamtgröße des Projektes (geschätzt zum Basiszeitpunkt):	10000 FP
Bereits realisierter Softwareumfang:	4000 FP
Durchschnittliche PDR (gemessen):	6 h _p /FP
Requirements-Creep RC (Standardwert):	2% pro Monat
Anzahl der Monate, für die noch Anforderungszuwächse erwartet werden (geschätzt):	5 Monate
Zuschlag aufgrund von Größenzunahme:	1%
Zuschlag aufgrund von Kompetenzzugewinn:	-8,3%
Sollarbeitszeit:	160 h _p /Monat
Anteil von „nonlabor“:	15,5%
Anteil von „other_labor“:	33,7%
Anteil von Weiterbildungsmaßnahmen:	2%
Anzahl der Teammitglieder:	20 Personen

nach:

$$M = \frac{(FP_{Basis} \cdot (1 + m \cdot \frac{RC}{100}) - FP_{bisher}) \cdot PDR \cdot (1 + \frac{p_1}{100} + \frac{p_2}{100})}{t_{soll} \cdot (1 - (\frac{a_{non}}{100} + \frac{a_{other}}{100} + \frac{a_{Schulung}}{100})) \cdot team}$$

folgt eine prognostizierte Projektrestdauer von:

$$\frac{(10000[FP] \cdot (1 + 5[mon] \cdot 0,02[\frac{1}{mon}]) - 4000[FP]) \cdot 6[h_p / FP] \cdot (1 + 0,01 - 0,083)}{160[h_p / mon] \cdot (1 - (0,155 + 0,337 + 0,02)) \cdot 20} =$$

$$= \frac{38934h_p}{1561,6[h_p / mon]} \approx 25mon$$

9.3.2.3.3.3 Einschränkung der Ressourcen-Verfügbarkeit durch Fluktuation

Wie bereits in Kapitel 9.3.2.3.2.3 ausgeführt wurde, fallen durch Fluktuation im Projekt in der Regel Einarbeitungszeiten für neue Mitarbeiter an, in denen diese noch nicht oder nur bedingt produktiv tätig sein können. Daraus kann ein erhöhter zeitlicher Gesamtaufwand für das (Rest-)projekt resultieren. Dieser zusätzlich anfallende Einarbeitungsaufwand kann je nach Ausgestaltung des Projektes sehr unterschiedlich hoch anzusetzen sein.⁸⁵⁴

Aufgrund dieser hohen Schwankungsbreiten soll im Folgenden dieser zusätzliche Zeitaufwand nicht – wie in Kapitel 9.3.2.3.2.3 dargestellt – über einen prozentualen Zuschlag zum Gesamtaufwand berücksichtigt werden, sondern über die individuelle Fluktuationsquote des Projektes und die projektspezifische Einarbeitungszeit modelliert werden. Die Fluktuationsquote (in Prozent) wird definiert als

*„(Abgänge im Zeitraum * 100) / durchschnittlicher Personalbestand im Zeitraum“*.⁸⁵⁵

Da diese mit 71% eine der bekanntesten Projekt-Kennzahlen darstellt⁸⁵⁶, darf angenommen werden, dass auch für die Ermittlung einer projektspezifischen Quote keine Akzeptanzschwierigkeiten bestehen. Jedoch wird sie mit nur 16% derzeit in Projekten nur wenig erhoben.⁸⁵⁷ Eine Erhebung kann aber als weitgehend unproblematisch bewertet werden.

In der Literatur existieren zahlreiche Untersuchungen zur Fluktuationsquote in der IT-Branche. WILKENS nennt in einer Zusammenfassung verschiedener Untersuchungen Quoten zwischen 3 und 20 Prozent, wobei Quoten zwischen 4 und 10 Prozent als mittleres Niveau weit verbreitet sind.⁸⁵⁸ Jedoch soll für diese Arbeit bei der Ermittlung einer Projekt-Fluktuationsquote das Projekt selbst, nicht das Unternehmen als Ganzes, als Organisationseinheit betrachtet werden – somit jeder Wechsel im Projektteam unter dem Begriff „Fluktuation“ subsumiert werden. In Anbetracht dessen, dass Softwareentwicklungsprojekte oft nur eine Dauer von unter einem Jahr

⁸⁵⁴ DeMarco/Lister (2003), S.116

⁸⁵⁵ Krismer (2006), S.158

⁸⁵⁶ Vgl. George (1999), S.224

⁸⁵⁷ Vgl. George (1999), S.224

⁸⁵⁸ Wilkens (2004), S.38 in einer Zusammenfassung der dort angegebenen Literatur

aufweisen, sollte nicht - wie allgemein üblich - eine jährliche Fluktuationsquote ermittelt, sondern diese auf Monatsbasis detailliert werden.

Der, durch Fluktuation bedingte, zeitliche Mehraufwand im Projekt, soll im hier entwickelten Entscheidungsmodell über eine durchschnittliche Einarbeitungszeit für das neue Teammitglied modelliert werden. DeMARCO/LISTER definieren Einarbeitungszeit, wie bereits erwähnt, „als die Zahl der Monate, die es dauert, bis ein typischer neu eingestellter Mitarbeiter die gleiche Leistung zu erbringen beginnt wie sein Vorgänger.“⁸⁵⁹ Diese Zeit kann ihnen zu Folge von etwa 2 Monaten bis hin zu 24 Monaten, je nach Projektkomplexität schwanken.⁸⁶⁰

In der hier vorgenommenen Modellbildung soll die Einarbeitungszeit dahingehend vereinfachend abgebildet werden, dass für jeden Mitarbeiterwechsel eine feste Zeitspanne kalkuliert wird, in der das neue Projektteammitglied noch nicht für das Projekt produktiv tätig wird, sich jedoch aktiv in die Projektaufgabe einarbeitet. Diese Zeitspanne gilt es den spezifischen Projektgegebenheiten folgend geeignet abzuschätzen. Im Folgenden steht die Variable t_{neu} für diese Zeitspanne, in der sich der neue Mitarbeiter aktiv in die Projektaufgabe einarbeiten soll, t_{neu} wird somit von der monatlichen Produktivarbeitszeit $t_{soll} \cdot (1 - (\frac{a_{non}}{100} + \frac{a_{other}}{100} + \frac{a_{Schulung}}{100}))$ subtrahiert. Dies ist insofern als sinnvoll anzusehen, als ein neuer Mitarbeiter sich in Zeiten, in denen er dem Projekt nicht zur Verfügung steht (beispielsweise auf Grund von Krankheit), auch nicht in die Projektaufgabe einarbeiten kann. Soll t_{neu} davon abweichend modelliert werden, ist die Formel entsprechend anzupassen.

Folgendes **Beispiel** veranschauliche die Modellierung:

Das Projektteam umfasse 5 Mitarbeiter, von denen jeder durchschnittlich 80 Stunden pro Monat an der Implementierung des Softwareentwicklungsprojektes arbeitet. Die monatliche Fluktuationsquote wird auf 20% geschätzt. Somit wird im Durchschnitt jeden Monat ein Projektmitarbeiter ausgetauscht. Wie in Kapitel 7.1 bereits erläutert, wird dabei davon ausgegangen, dass der Projektmitarbeiter unmittelbar ersetzt wird – somit kein zeitliches Lag für die Suche, Vertragsverhandlungen oder Ähnliches ent-

⁸⁵⁹ DeMarco/Lister (2003), S.116

⁸⁶⁰ DeMarco/Lister (2003), S.116

steht. Abbildung 70 zeigt die produktive Arbeitszeit für das Projektteam während eines Monats. Es wird – wie in Abbildung 70 ersichtlich – angenommen, dass Mitarbeiter 3 im betrachteten Monat das Projekt verlässt und unmittelbar durch einen neuen Mitarbeiter ersetzt wird, der jedoch erst nach einer Einarbeitungszeit produktiv an der Erfüllung der Projektaufgabe arbeitet.



Abbildung 70: Modellierung der Einarbeitungszeit

In dieser Einarbeitungszeit entstehen für den neuen Mitarbeiter bereits Aufwände, in Form von Gehaltszahlungen. Somit muss dieser Aufwand in einer Prognose des Restaufwands berücksichtigt werden. Die durchschnittliche monatliche *Effektiv-Realisierungszeit* für das Projektergebnis muss entsprechend angepasst werden.

Gemäß obigem Beispiel kann dabei für 80% der Mitarbeiter (4 Mitarbeiter) die „volle“⁸⁶¹ Zeit kalkuliert werden, für 20% (Fluktuationsquote) der Teammitglieder (1 Mitarbeiter) muss die Einarbeitungszeit subtrahiert werden.

Dies führt hinsichtlich der Modellbildung zu folgender Erweiterung:

$M =$

$$\frac{(FP_{Basis} \cdot (1 + m \cdot \frac{RC}{100}) - FP_{bisher}) \cdot PDR \cdot (1 + \frac{P_1}{100} + \frac{P_2}{100})}{t_{soll} \cdot (1 - (\frac{a_{non}}{100} + \frac{a_{other}}{100} + \frac{a_{Schulung}}{100})) \cdot team \cdot (1 - \frac{FQ}{100}) + (t_{soll} \cdot (1 - (\frac{a_{non}}{100} + \frac{a_{other}}{100} + \frac{a_{Schulung}}{100})) - t_{neu}) \cdot \frac{FQ}{100} \cdot team}$$

Formel 14: Prognose der Projektrestdauer unter Berücksichtigung von Einarbeitungszeit

⁸⁶¹ Vgl. Kapitel 9.3.2.3.3.1

Verwendete Kennzahlen			
Kennzahl	Einheit	Bedeutung	Standardwerte
A_t	h_p	Prognostizierter zeitlicher Restaufwand	-
FP_{Basis}	FP	Gesamtgröße des Projektes in FP (FPs geschätzt zu einem Basiszeitpunkt)	-
FP_{bisher}	FP	Bisher realisierte Funktionspunkte	-
PDR	h_p/FP	Project Delivery Rate	5,8h/FP - 13,7 h/FP*
m	-	Anzahl der Monate, für die RC berücksichtigt werden soll	
RC	% pro Monat	Requirements Creep	1% - 5% pro Monat**
p_1	-	Prozentualer Zuschlag zur PDR (Grund: Anforderungszunahme)	-
p_2	-	Prozentualer Zu-/Abschlag zur PDR (Grund: Kompetenzveränderungen)	z.B. COCOMO II productivity range***
t_{soll}	h_p pro Monat und MA	Durchschnittliche monatliche Sollarbeitszeit je Mitarbeiter	Ca. 158h/Monat****
a_{non}	in %	Durchschnittlich auf „nonlabor“ entfallender Anteil der Soll-Arbeitszeit	Ca. 15,5%*****
a_{other}	in %	Durchschnittlich auf „other_labor“ entfallender Anteil der Soll-Arbeitszeit	
$a_{Schulung}$	in %	Durchschnittlich auf Weiterbildung entfallender Anteil der Soll-Arbeitszeit	
team	-	Anzahl der Projektteammitglieder	
FQ	% pro Monat	Durchschnittliche monatliche Fluktuationsquote	-
t_{neu}	h_p pro neuem MA	Einarbeitungszeit eines neuen Teammitglieds	-

*Durchschnittliche PDR der ISBSG-Datebank Release 4 und Release 8 zitiert nach Bundschuh/Fabry(2004), S.217

**vgl. Seibert(2005), 8.13

***vgl. Boehm(2000), S.15

****vgl. Bundschuh/Fabry(2004), S.87

Fortführung des Anwendungsbeispiels:

Gesamtgröße des Projektes (geschätzt zum Basiszeitpunkt):	10.000 FP
Bereits realisierter Softwareumfang:	4.000 FP
Durchschnittliche PDR (gemessen):	6 h _p /FP
Requirements-Creep RC (Standardwert):	2% pro Monat
Anzahl der Monate, für die noch Anforderungszuwächse erwartet werden (geschätzt):	5 Monate
Zuschlag aufgrund von Größenzunahme:	1%
Zuschlag aufgrund von Kompetenzzugewinn:	-8,3%
Sollarbeitszeit:	160 h _p /Monat
Anteil von „nonlabor“:	15,5%
Anteil von „other_labor“:	33,7%
Anteil von Weiterbildungsmaßnahmen:	2%
Anzahl der Teammitglieder:	20 Personen
Durchschnittliche Fluktuationsquote (pro Monat):	5%
Einarbeitungszeit für ein neues Teammitglied:	30h _p

nach:

$M =$

$$\frac{(FP_{Basis} \cdot (1 + m \cdot \frac{RC}{100}) - FP_{bisher}) \cdot PDR \cdot (1 + \frac{P_1}{100} + \frac{P_2}{100})}{t_{soll} \cdot (1 - (\frac{a_{non}}{100} + \frac{a_{other}}{100} + \frac{a_{Schulung}}{100})) \cdot team \cdot (1 - \frac{FQ}{100}) + (t_{soll} \cdot (1 - (\frac{a_{non}}{100} + \frac{a_{other}}{100} + \frac{a_{Schulung}}{100})) - t_{neu}) \cdot \frac{FQ}{100} \cdot team}$$

*folgt eine prognostizierte Projektrestdauer von:*⁸⁶²

$$\frac{(10000 \cdot (1 + 5 \cdot 0,02) - 4000) \cdot 6 \cdot (1 + 0,01 - 0,083)}{160 \cdot (1 - (0,155 + 0,337 + 0,02)) \cdot 20 \cdot (1 - 0,05) + (160 \cdot (1 - (0,155 + 0,337 + 0,02)) - 30) \cdot 0,05 \cdot 20} =$$

$$= \frac{38934}{1531,6} \approx 25,4$$

⁸⁶² Die Einheiten wurden aus Übersichtlichkeitsgründen weggelassen

9.4 Überführung in monetären Aufwand

Bisher wurde ausschließlich der zeitliche Restaufwand für das betrachtete Softwareentwicklungsprojekt ermittelt. Wie in Kapitel 5.1 dargestellt, wird der Begriff „Aufwand“ in der Literatur zu Softwareentwicklungsprojekten häufig mit „zeitlichem Aufwand“ gleichgesetzt. Bei einer Überführung in monetäre Größen, wird meist von Kosten gesprochen.

„For software development the dominant cost is the cost of labor.“⁸⁶³

Da somit die Kosten bzw. monetären Aufwände für ein Softwareentwicklungsprojekt nahezu ausschließlich von Personalkosten bestimmt werden, wird in den Aufwandsschätzverfahren der Fokus auf die Prognose der zeitlichen Komponente – in Personenstunden bzw. Personenmonaten – gelegt. Auf eine Gewichtung mit der unternehmensindividuellen Vergütung wird in der Regel nicht näher eingegangen. Wurde beispielsweise bei BOEHM (2000) bei einer Aufwandsschätzung für zwei Projekte der gleiche zeitliche Aufwand ermittelt, wird für diese beiden Projekt auch der gleiche monetäre Aufwand („cost“) angenommen, „unless there are major differences in salary levels“⁸⁶⁴.

Auch die Überführung der zeitlichen Aufwandsprognose in monetären Restaufwand in dieser Arbeit gewichtet die ermittelte Projektrestlaufzeit (in Monaten) mit der Größe⁸⁶⁵ sowie dem durchschnittlichen Gehalt des Projektteams. Jedoch sollen eventuell anfallende Schulungsaufwendungen beispielsweise für Coaches, Seminare oder Konferenzen gesondert abgeschätzt und der Kostensumme zugeschlagen werden.

Ausgehend von der in 9.3.2.3.3.3 errechneten Projektrestlaufzeit in Monaten, der Anzahl der Projektteammitglieder und deren durchschnittlichem⁸⁶⁶ Gehalt (inklusive Lohnnebenkosten) kann der zeitliche Aufwand wie folgt in monetäre Größen überführt werden.

⁸⁶³ LUM et al.(2003), S.7

⁸⁶⁴ Boehm(2000), S. 16

⁸⁶⁵ Die Größe des Projektteams wird in dieser Arbeit für den gesamten Projektverlauf konstant angenommen, da ausscheidende Teammitglieder unmittelbar ersetzt werden.

⁸⁶⁶ Sollen möglicherweise bestehende Gehaltsunterschiede zwischen den Teammitgliedern en detail berücksichtigt werden, ist das Modell entsprechend anzupassen.

$$A_{mon} = M \cdot team \cdot g$$

Formel 15: Überführung in monetären Projektrestaufwand (ohne Schulungsausgaben)

Werden zusätzlich durchschnittliche monetäre Weiterbildungsaufwände je Mitarbeiter und Monat berücksichtigt, erweitert Formel 15 sich wie folgt:

$$A_{mon} = M \cdot team \cdot (g + A_{Schulung})$$

Formel 16: Überführung in monetäre Projektrestaufwand (mit Schulungsausgaben)

Mit

$M =$

$$\frac{(FP_{Basis} \cdot (1 + m \cdot \frac{RC}{100}) - FP_{bisher}) \cdot PDR \cdot (1 + \frac{P_1}{100} + \frac{P_2}{100})}{t_{soll} \cdot (1 - (\frac{a_{non}}{100} + \frac{a_{other}}{100} + \frac{a_{Schulung}}{100})) \cdot team \cdot (1 - \frac{FQ}{100}) + (t_{soll} \cdot (1 - (\frac{a_{non}}{100} + \frac{a_{other}}{100} + \frac{a_{Schulung}}{100})) - t_{neu}) \cdot \frac{FQ}{100} \cdot team}$$

Dabei enthält folgende Tabelle alle in die Ermittlung des Projektrestaufwands integrierten Kennzahlen:

Verwendete Kennzahlen			
Kennzahl	Einheit	Bedeutung	Standardwerte
A_t	h_p	Prognostizierter zeitlicher Restaufwand	-
FP_{Basis}	FP	Gesamtgröße des Projektes in FP (FPs geschätzt zu einem Basiszeitpunkt)	-
FP_{bisher}	FP	Bisher realisierte Funktionspunkte	-
PDR	h_p/FP	Project Delivery Rate	5,8h/FP - 13,7 h/FP*
m	-	Anzahl der Monate, für die RC berücksichtigt werden soll	
RC	% pro Monat	Requirements Creep	1% - 5% pro Monat**
p_1	-	Prozentualer Zuschlag zur PDR (Grund: Anforderungszunahme)	-
p_2	-	Prozentualer Zu-/Abschlag zur PDR (Grund: Kompetenzveränderungen)	z.B. COCOMO II productivity range***
t_{soll}	h_p pro Monat und MA	Durchschnittliche monatliche Sollarbeitszeit je Mitarbeiter	Ca. 158h/Monat****
a_{non}	in %	Durchschnittlich auf „nonlabor“ entfallender Anteil der Soll-Arbeitszeit	Ca. 15,5%*****
a_{other}	in %	Durchschnittlich auf „other_labor“ entfallender Anteil der Soll-Arbeitszeit	
$a_{Schulung}$	in %	Durchschnittlich auf Weiterbildung entfallender Anteil der Soll-Arbeitszeit	
team	-	Anzahl der Projektteammitglieder	
FQ	% pro Monat	Durchschnittliche monatliche Fluktuationsquote	-
t_{neu}	h_p pro neuem MA	Einarbeitungszeit eines neuen Teammitglieds	-
g	GE je MA und Monat	Durchschnittliches Gehalt eines Projektteammitglieds	-
$A_{Schulung}$	GE je MA und Monat	Weiterbildungsaufwendungen	-

*Durchschnittliche PDR der ISBSG-Datebank Release 4 und Release 8 zitiert nach Bundschuh/Fabry(2004), S.217

**vgl. Seibert(2005), 8.13

***vgl. Boehm(2000), S.15

****vgl. Bundschuh/Fabry(2004), S.87

Gesamtgröße des Projektes (geschätzt zum Basiszeitpunkt):	10000 FP
Bereits realisierter Softwareumfang:	4000 FP
Durchschnittliche PDR (gemessen):	6 h _p /FP
Requirements-Creep RC (Standardwert):	2% pro Monat
Anzahl der Monate, für die noch Anforderungszuwächse erwartet werden (geschätzt):	5 Monate
Zuschlag aufgrund von Größenzunahme:	1%
Zuschlag aufgrund von Kompetenzzugewinn:	-8,3%
Sollarbeitszeit:	160 h _p /Monat
Anteil von „nonlabor“:	15,5%
Anteil von „other_labor“:	33,7%
Anteil von Weiterbildungsmaßnahmen:	2%
Anzahl der Teammitglieder:	20 Personen
Durchschnittliche Fluktuationsquote (pro Monat):	5%
Einarbeitungszeit für ein neues Teammitglied:	30h _p

nach:

$M =$

$$\frac{(FP_{Basis} \cdot (1 + m \cdot \frac{RC}{100}) - FP_{bisher}) \cdot PDR \cdot (1 + \frac{p_1}{100} + \frac{p_2}{100})}{t_{soll} \cdot (1 - (\frac{a_{non}}{100} + \frac{a_{other}}{100} + \frac{a_{Schulung}}{100})) \cdot team \cdot (1 - \frac{FQ}{100}) + (t_{soll} \cdot (1 - (\frac{a_{non}}{100} + \frac{a_{other}}{100} + \frac{a_{Schulung}}{100})) - t_{neu}) \cdot \frac{FQ}{100} \cdot team}$$

folgt eine prognostizierte Projektrestdauer von:

$$\frac{(10000 (1 + 5 \cdot 0,02) - 4000) \cdot 6 \cdot (1 + 0,01 - 0,083)}{160 \cdot (1 - (0,155 + 0,337 + 0,02)) \cdot 20 \cdot (1 - 0,05) + (160 \cdot (1 - (0,155 + 0,337 + 0,02)) - 30) \cdot 0,05 \cdot 20} = \frac{38934}{15316} \approx 25,4$$

Durchschnittliches Gehalt des Projektteams:	3000 GE
Schulungsausgaben je MA und Monat:	150 GE

nach:

$$A_{mon} = M \cdot team \cdot (g + A_{Schulung})$$

folgt ein monetärer Restaufwand von:

$$A_{mon} = 25,4 \cdot 20 \cdot (3000 + 150) = 1600200$$

10 Analyse von Verfahren zur Ertragsschätzung bei Softwareentwicklungsprojekten

Wie in Kapitel 9 ausgeführt, existieren in der Literatur zu Softwareentwicklungsprojekten zahlreiche Verfahren und Verfahrensvarianten zur (zeitlichen) Aufwandschätzung. Diese wurden in Hinblick auf die hier verfolgte Zielsetzung analysiert, kombiniert und erweitert.

Jedoch setzt eine Wirtschaftlichkeitsbewertung im Sinne dieser Arbeit sowohl Kenntnis über zu erwartende Restaufwände wie auch über, durch das Projekt realisierbare, Erträge voraus. Jedoch gestaltet sich eine monetäre Bewertung des Projektertrags bzw. Projektnutzens für Softwareentwicklungsprojekte komplex. Die meisten Veröffentlichungen aus dem Bereich der Softwareentwicklung gehen auf diesen Aspekt nur am Rande ein.⁸⁶⁷ Als möglicher Grund kann hierfür die hohe Variantenvielfalt bei Softwareentwicklungsprojekten gesehen werden, welche den Einsatz standardisierter Ertragsprognoseverfahren erschwert.

Jedoch ist eine Ertragsprognose für eine Wirtschaftlichkeitsbewertung im Sinne dieser Arbeit und eine darauf aufbauende Empfehlung zu Projektabbruch oder -weiterführung unerlässlich. Um die – oben angesprochene – Variantenvielfalt von Softwareentwicklungsprojekten zu berücksichtigen, orientiert sich die nachfolgende Analyse von Verfahren und Modellen zur Ertragsprognose an der in Kapitel 5.3 vorgenommenen Klassifizierung nach Ertragsmerkmalen.

Entsprechend dieser Klassifikation werden in diesem Kapitel Ertragsschätzungen für Softwareentwicklungsprojekte mit direkten oder indirekten Erträgen sowie die Entwicklung von Individual- bzw. Standardsoftware in all ihren Kombinationen getrennt betrachtet. Dabei wird für jede in Kapitel 5.3 identifizierte Softwarekategorie die Möglichkeit und Sinnhaftigkeit eines Einsatzes von Prognoseverfahren analysiert und ggf. ein Verfahren⁸⁶⁸ ausgewählt. Die ausgewählten Verfahren werden in das in Kapitel 11 gebildete Entscheidungsmodell auf Stufe V⁸⁶⁹ integriert.

⁸⁶⁷ Vgl. auch Kapitel 2.2.5

⁸⁶⁸ Es wird im Folgenden keine begriffliche Differenzierung in Verfahren und Methode vorgenommen.

⁸⁶⁹ Vgl. Kapitel 11.2.5

10.1 Ertragsschätzung bei Standardsoftware

	Direkter Ertrag		Indirekter Ertrag	
Standardprodukt-erstellung	Kommerzielle Software		Freie Software	
Individuelle Produkt-gestaltung	Individualsoftware zum Festpreis	Individualsoftware mit aufwandsbezogener Bepreisung	Software als Teil eines Absatzgutes	Individuelle Softwarelösungen zur unternehmens-internen Verwendung

Abbildung 71: Kategorisierung Standardsoftware-Erstellung

Standardsoftware ist – wie in Kapitel 5.3.1 beschrieben - auf Grund ihres hohen Standardisierungsgrades auf eine große Anzahl von Nutzer ausgelegt. Da hierbei somit nicht für einen bestimmten Kunden zu einem vorab festgelegten oder aufwandsbezogenen Preis (z.B. vereinbarter Tagessatz) produziert wird, ist bei der Entwicklung von Standardsoftware neben der Abschätzung des Projektaufwands ein weiterer Fokus auf die Prognose der am Markt erzielbaren Erträge zu legen.

„Da die bei der Leistungserstellung in der IT entstehenden Kosten überwiegend Fixkosten sind und der Anteil variabler, also leistungsmengenabhängiger Kosten in der Regel gering ist, spielen die geplanten Leistungsmengen eine zentrale Rolle.“⁸⁷⁰

Bei einer Verringerung der absetzbaren Leistungsmenge, verringert sich auch der Umsatz entsprechend. Da (nahezu) keine Reproduktionskosten anfallen, entspricht zusätzlicher Umsatz (nahezu) eins zu eins zusätzlichem Ertrag. Der Fixkostenblock der Entwicklung hingegen bleibt – bei Variation der absetzbaren Menge – konstant.

Wird eine Vermarktung der erstellten Software – somit des Projektergebnisses – auf einem Absatzmarkt angestrebt, müssen für eine fundierte Entscheidung über Weiterführung oder Abbruch eines Projektes neben den Restaufwänden auch die am Markt erzielbaren Erträge – im wesentlichen bestimmt durch Absatzmenge und Preis –

⁸⁷⁰ Waldbauer/Kütz (2003), S.13

prognostiziert werden. Da Prognosen naturgemäß mit Unsicherheit behaftet sind, unterliegen bei diesen Projekten Abbruchentscheidungen folglich einem höheren Unsicherheitsfaktor verglichen mit Projekten, bei denen der Ertrag bereits vorab vertraglich festgelegt ist.⁸⁷¹ Daher gilt es, trotz bestehender Schwierigkeiten bei der Vorhersage von Absatzmengen und daraus resultierendem Umsatz bzw. Gewinn, diese Größen bestmöglich zu prognostizieren um den Unsicherheitsfaktor zu minimieren.

Derartige Abschätzungen unterbleiben jedoch in der Praxis häufig bzw. werden lediglich anhand eines „Bauchgefühls“ vorgenommen. Wie bereits angesprochen werden auch in der Literatur zu Softwareentwicklungsprojekten Ertrags- bzw. Nutzenbewertungen oftmals vernachlässigt bzw. gehen – wo vorhanden – meist zu wenig ins Detail.

Jedoch ist für eine Wirtschaftlichkeitsbewertung im Sinne dieser Arbeit eine Abschätzung des Projektertrags gerade für die Kategorie „Standardsoftware“ unerlässlich. Um der Anforderung „Objektivität“⁸⁷² gerecht zu werden, soll auch diese Prognose auf Basis konkreter Kennzahlen und praxisnaher Modelle vorgenommen werden.

⁸⁷¹ In diesem Fall bestehen hauptsächlich die Risiken „Ausfall des Vertragspartners“ oder ggf. „Überschreitung einer Preis-Obergrenze“ vgl. auch Kapitel 10.2

⁸⁷² Vgl. Kapitel 7.2.3.2 und Kapitel 8.2.3

10.1.1 Kommerzielle Software

	Direkter Ertrag		Indirekter Ertrag	
Standardprodukt-erstellung	Kommerzielle Software		Freie Software	
Individuelle Produkt-gestaltung	Individualsoftware zum Festpreis	Individualsoftware mit aufwandsbezogener Bepreisung	Software als Teil eines Absatzgutes	Individuelle Softwarelösungen zur unternehmens-internen Verwendung

Abbildung 72: Kategorie "Kommerzielle Software"

10.1.1.1 Vermarktungsrelevante Eigenschaften des Gutes „Software“

Wie bereits ausgeführt, wird für diese Arbeit unter dem Begriff „*kommerzielle Software*“ diejenige Software verstanden, die über den Markt gegen Entgelt an Kunden veräußert wird. In Abgrenzung zur *Individualsoftware* wird dabei das Softwareprodukt nicht für einen bestimmten Auftraggeber produziert, sondern die Veräußerung an bis dato unter Umständen unbekannte Kunden angestrebt. In Abgrenzung zur Kategorie „*Freie Software*“ ist mit der Nutzungsberechtigung für die Software eine finanzielle Gegenleistung verbunden.

Da Software ein immaterielles Wirtschaftsgut – vergleichbar mit Wissen und Information – darstellt, erfolgt eine Veräußerung nicht über die materielle Weitergabe des Gutes „Software“ an einen Käufer. Vielmehr wird Software i.d.R. über das theoretische Konstrukt der **Lizenz** vermarktet, welche dem Käufer die Nutzung der Software innerhalb eines gewissen Umfangs erlaubt.

Wie in Kapitel 5.2 sowie 10.1 ausgeführt, gehen die **Reproduktionskosten** von Software – wie auch von anderen immateriellen Gütern – faktisch gegen Null. Somit schlägt sich bei immateriellen Wirtschaftsgütern ein höherer Absatz direkt in höheren Gewinnen nieder. Zum Teil anfallende Materialkosten, beispielsweise in Form von CD-ROMs, – sofern die Software nicht durch Download übertragen wird – sollen

im Folgenden vernachlässigt werden. Somit muss gerade im Bereich der immateriellen Wirtschaftsgüter der Absatzprognose ein hoher Stellenwert beigemessen werden, da jeder zusätzliche Absatz zu zusätzlichem Ertrag führt und die Problematik von Reproduktionskosten und/oder Kapazitätsengpässen nicht oder nur sehr eingeschränkt besteht.

In der Literatur wird zudem Software als Gut die Eigenschaft der **Unteilbarkeit** zugesprochen.⁸⁷³ Unteilbarkeit meint in diesem Kontext, dass Software nur in „**diskreten Einheiten**“⁸⁷⁴ erworben und veräußert werden kann. „Eine nur zu 50% überspielte Software ist ‚gar keine Software‘.“⁸⁷⁵ Diese Annahme muss vor dem Hintergrund der Vermarktung einzelner Software-Module, die individuell zusammengestellt werden können, überprüft werden. Wird ein Modul hierbei als Teil der Gesamtsoftware betrachtet, müsste die Annahme der Unteilbarkeit aufgegeben werden. Für diese Arbeit jedoch soll jede separat zu erwerbende und zu veräußernde Softwareeinheit als eigenständiges Produkt betrachtet werden. Die Annahme der Unteilbarkeit des Gutes Software wird somit für den Bereich der Standardsoftwareerstellung aufrechterhalten.

Weiterhin muss das Gut „Software“ aufgrund seines immateriellen Charakters als Gut betrachtet werden, das sich im Gebrauch nicht abnutzt, „also **keinem physischen Verschleiß** oder Verbrauch unterliegt.“⁸⁷⁶ Folglich muss das für Absatzprognosen zum Teil untersuchte Kaufverhalten von „Wiederkäufern“⁸⁷⁷ für Softwareprodukte als weitgehend irrelevant erachtet werden, da Ersatzkäufe auf Grund von Abnutzung unterbleiben. Lediglich kann eine Analogie zwischen *Abnutzung* und *technischer Veraltung* von Software gesehen werden. Jedoch muss angenommen werden, dass aufgrund der sehr kurzen Produktlebenszyklen und dem schnellen technischen Fortschritt im Bereich der Softwareentwicklung „Quasi-Ersatzkäufe“ zwar vorgenommen werden, jedoch mit technisch und funktional veränderten Produkten

⁸⁷³ Vgl. v.Engelhardt(2006), S.12

⁸⁷⁴ Vgl. Quah(2003), S.17

⁸⁷⁵ V.Engelhardt(2006), S.12

⁸⁷⁶ V.Engelhardt(2006), S.17 in einer Zusammenfassung von Fichert(2002), S.3 und Kooths u.a.(2003), S.21

⁸⁷⁷ Vgl. Heinrichsmeier(1997), S.3; er stützt sich dabei auf Literatur von Lilien/Kotler/Moorthy (1992), S.459 und Narasimhan/Sen (1983), S.11ff.

– beispielsweise dem Erwerb einer nachfolgenden Software-Version. Dies kann somit nicht als klassischer „Ersatzkauf“ gewertet werden. Eine Abgrenzung zwischen Erst- und Wiederkäufern in Analogie zu der Frage, ob es sich bei dem späteren Kauf um das gleiche oder ein anderes Produkt handelt, ist somit schwer durchzuführen. Daher soll für diese Arbeit eine Separation nach Erst- und Wiederkäufern unterbleiben.

Unter Berücksichtigung dieser Besonderheiten ist – wie für jedes am Markt zu veräußernde Projektergebnis bzw. Produkt – der Ertrag auch für Softwareprodukte zu prognostizieren und in die Wirtschaftlichkeitsbewertung des Projektes zu integrieren.

Wie bereits angesprochen finden sich in der Literatur zu Softwareentwicklungsprojekten nur wenige Ausführungen zu Nutzenbewertung und Ertragsprognosen. Daher soll in den folgenden Kapiteln schwerpunktmäßig auf Veröffentlichungen aus den Bereichen *Marketing*, *Marktforschung*, *Absatzplanung* und *Preispolitik* zurückgegriffen werden. „Der Absatzprognose von Neuprodukten kommt dabei im Rahmen der Marketing-Planung ein erheblicher Stellenwert zu.“⁸⁷⁸ Das hier entwickelte Modell sei jedoch so konzipiert, dass auch pauschale Schätzungen von Marktanteilen, Absatzmengen oder Erträgen – wie in der Praxis häufig gebräuchlich – integriert werden können.

⁸⁷⁸ Heinrichsmeier (1997), S.1 basierend auf Wind (1984), S.37

10.1.1.2 Auswahl eines Verfahrens zur Absatzprognose bei kommerziellen Softwareprodukten

10.1.1.2.1 Die Preis-Absatz-Funktion als Basiskonstrukt

Wie bereits mehrfach ausgeführt, entstehen für Software keine bzw. vernachlässigbar geringe Reproduktionskosten. Auch Kapazitätsengpässe bei der Software-Vervielfältigung sind i.d.R. nicht zu erwarten. Der Erlös jeder am Markt veräußerbaren Softwareeinheit bzw. Software-Nutzungsrecht-Einheit kann somit in voller Höhe⁸⁷⁹ als Beitrag zur Kompensation des entstandenen Fixkosten-Blocks der Entwicklung gesehen werden.

Dieser Erlös resultiert aus einem Verkauf der Nutzungsrechte an dem Softwareprodukt über Lizenzen. Das vermarktete Produkt im engeren Sinne ist somit die Software-Lizenz.

In der Praxis existieren derzeit eine Vielzahl verschiedener Lizenzmodelle – für diese durch vertragliche Vereinbarungen ggf. wiederum Variationen. In dieser Arbeit soll vereinfachend von einem Standard-Lizenz-Modell ausgegangen werden, bei dem zu einem festgesetzten Preis das Installations- und Nutzungsrecht an der Software für einen oder eine begrenzte Anzahl von Rechnern gewährt wird. Weitere Varianten – beispielsweise die „Vermietung“ von Software, Preisstaffelung nach Nutzerzahlen, nutzungsabhängige Gebühren, Lizenzkonstrukte mit integriertem Wartungsvertrag und andere – können aufgrund der Variantenvielfalt nicht en detail dargestellt werden. Die hier analysierten Verfahren sind bei Anwendung des Entscheidungsmodells ggf. an die Besonderheiten des verwendeten Lizenzmodells anzupassen.

Der Ertrag des im Projekt erstellten Software-Produktes – somit der Projektertrag – ist die Summe der am Markt erzielten Erlöse.⁸⁸⁰ Diese Summe gilt es abzuschätzen. Der am Markt erzielbare Erlös wird durch den (Lizenz-)Preis und die absetzbare Menge (an Lizenzen) bestimmt. Somit gilt es für eine Ertragsprognose abzuschätzen, welche Menge zu einem bestimmten Preis veräußert werden kann.

⁸⁷⁹ Es wird im folgenden von Reproduktionskosten von Null ausgegangen

⁸⁸⁰ Diese muss bei Anwendung dynamischer Verfahren auf einen Bewertungszeitpunkt abgezinst werden. Vgl. hierzu Kapitel 8.3.2

Diese Preis-Mengen-Beziehung wird in der klassischen BWL als **Preis-Absatz-Funktion** bezeichnet. „Die Preis-Absatz-Funktion ist eine formale Abbildung der Beziehung zwischen Angebotspreis und Absatzmenge eines Produkts: Zu welchem Preis wird wieviel verkauft?“⁸⁸¹ Dabei ist diese Frage zunächst auf Ebene des einzelnen Nachfragers und seiner jeweiligen Präferenzen zu klären.⁸⁸² Durch Aggregation kann die gesamte Preis-Absatz-Funktion für das Produkt ermittelt werden.⁸⁸³

Dabei wird in der klassischen Form davon ausgegangen, dass die „veräußerbare Absatzmenge [...] eines Produktes [...] vom Preis des Produktes [...] bzw. vom Preis dieses Produktes und von den Preisen aller übrigen im Preisverbund stehenden Produkte [...] abhängig ist.“⁸⁸⁴ Der Preis ist dabei Aktionsparameter, die Absatzmenge Erwartungsparameter.⁸⁸⁵

Eine Preis-Absatz-Funktion (PAF) hat – in einer linearen Variante – typischerweise folgenden Verlauf:⁸⁸⁶

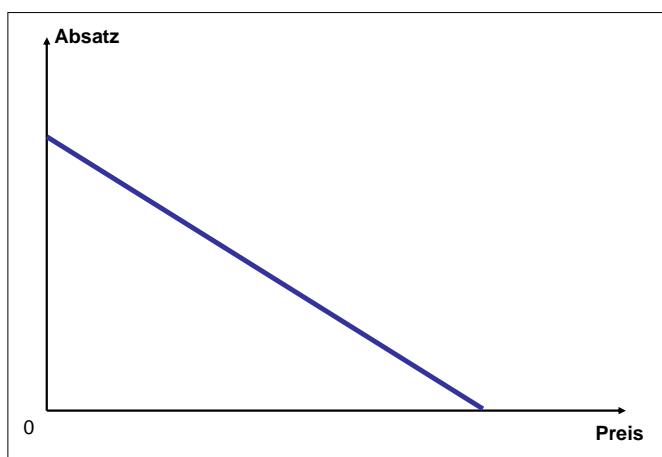


Abbildung 73: typischer Verlauf einer linearen Preis-Absatz-Funktion⁸⁸⁷

⁸⁸¹ Schmalen (1995), S.23

⁸⁸² Schmalen (1995), S.23

⁸⁸³ Schmalen (1995), S.23

⁸⁸⁴ Schmalen (1995), S.23

⁸⁸⁵ Schmalen (1995), S.23

⁸⁸⁶ Auf davon abweichende Varianten, beispielsweise die Cobb-Douglas-Preis-Absatz-Funktion, sowie die bestimmenden Kennzahlen wie Prohibitivpreis, Sättigungsmenge sowie Preiselastizität soll hier nicht detaillierter eingegangen werden. Es sei auf die entsprechende Literatur verwiesen, beispielsweise Schmalen (1995)

⁸⁸⁷ Vereinfachte Darstellung in Anlehnung an Schmalen (1995), S.27

Eine Alternative zu dieser „klassischen“ PAF ist die „**hedonistische Preisfunktion**“.⁸⁸⁸ Dabei wird jedem Ausstattungsmerkmal – auch als Leistungskomponente bezeichnet – ein monetärer Teilbetrag, also „Marktwert“ zugeordnet. So kann der Preis eines Produktes durch dessen (objektive) Ausstattungsmerkmale erklärt werden. Preisunterschiede werden durch Ausstattungsunterschiede bedingt.⁸⁸⁹ Problematisch ist hierbei der unterstellte Zusammenhang zwischen dem Preis und den „objektiven“ Produkteigenschaften. Dies bedingt, dass nur ein Produkt, das objektiv „mehr bietet“ mehr kosten darf.⁸⁹⁰ „Der Einfluss psychologischer (Zusatz-)Nutzwerte (z.B. Jugendlichkeit [...]) wird [dabei] ebenso vernachlässigt wie das Problem der subjektiv verzerrten Wahrnehmung ‚objektiver‘ Eigenschaften.“⁸⁹¹

10.1.1.2.2 Die empirische Ermittlung von Preis-Absatz-Funktionen

„Voraussetzung für die Preisplanung ist eine möglichst genaue Kenntnis der jeweils herrschenden Beziehung zwischen Absatzpreis und Verkaufsmenge, also der Preis-Absatz-Funktion.“⁸⁹²

Dies ist folglich auch Voraussetzung für eine fundierte Ertragsprognose. Problematisch ist dabei jedoch für die praktische Schätzung der Preis-Absatz-Funktion das Verhalten der Nachfrager zu quantifizieren⁸⁹³ und zu prognostizieren.

Ökonometrische Regressionsverfahren können dabei statistisch den Preis-Mengen-Zusammenhang ermitteln. Jedoch klammern diese verhaltenstheoretische Erklärungen für die Preisreaktion der Nachfrager aus.⁸⁹⁴ Die dafür benötigten Daten werden i.d.R. über gezielte Preisexperimente ermittelt.⁸⁹⁵ Da hierbei der Preis bereits bestehender Produkte auf einem realen Markt oder „Labormarkt“ systematisch verändert

⁸⁸⁸ Vgl. Schmalen (1995), S.24

⁸⁸⁹ Vgl. Schmalen (1995), S.24f. in einer Zusammenfassung der dort angegebenen Literatur für die letzten drei Sätze

⁸⁹⁰ Vgl. Schmalen (1995), S.25 für die letzten beiden Sätze

⁸⁹¹ Vgl. Schmalen (1995), S.25 basierend auf Brockhoff(1993), S.47

⁸⁹² Schmalen (1995), S.32

⁸⁹³ Vgl. Schmalen (1995), S.32

⁸⁹⁴ Vgl. Balderjahn (1991), S.33 zitiert nach Schmalen (1995), S.32

⁸⁹⁵ Vgl. Schmalen (1995), S.33

wird,⁸⁹⁶ muss diese Methode für Neuprodukte als nur bedingt geeignet bewertet werden. Eine Ermittlung des Kaufverhaltens über Befragungen scheint für Produktinnovationen geeigneter.

„Am einfachsten gestaltet sich die **direkte Käuferbefragung** [...]. Die Aggregation der zu einem bestimmten Preis jeweils kaufbereiten Kunden führt zu Preis-Mengen-Kombinationen, die dann die Grundlage ökonometrischer Schätzungen bilden.“⁸⁹⁷ Jedoch ist diese Art der Befragung mit hohen Mängeln hinsichtlich Validität und Reliabilität behaftet.⁸⁹⁸ „Durch die isolierte Preisbetrachtung schafft die direkte Befragung beim Kunden ein atypisch hohes Preisbewußtsein. In einer realen Kaufsituation ist er zudem unmittelbarer gezwungen zwischen Preis und Produktnutzen abzuwägen, so dass aufgrund dieses ‚Trade-offs‘ das tatsächliche Kaufverhalten erheblich vom bekundeten abweichen kann.“⁸⁹⁹

Es empfiehlt sich daher diese **Trade-Off-Problematik** in eine indirekte Befragung zu integrieren. Hierfür stellt die **Conjoint-Analyse**⁹⁰⁰ ein geeignetes Verfahren dar. Dabei werden die Befragten gebeten, die vorgelegten Produktbeschreibungen je nach ihren Präferenzen zu priorisieren oder Paarvergleiche anzustellen.⁹⁰¹

ARMSTRONG beschreibt diesen Kerngedanken einer Integration von Trade-Offs in das Analyseverfahren sehr anschaulich:

„One way to learn about the demand for new products before their introduction is to ask customers what they want. Of course, they usually want the highest quality at the lowest prices. [...] In conjoint analysis, forecasters ask people to make trade-offs among conflicting considerations. They might ask customers to state their interests in purchasing products that vary in their benefits, features and prices. The methodol-

⁸⁹⁶ Schmalen (1995), S.33

⁸⁹⁷ Schmalen (1995), S.36

⁸⁹⁸ Vgl. Simon (1992), S.116

⁸⁹⁹ Schmalen (1995), S.36

⁹⁰⁰ Auch als „Conjoint-Measurement“ bezeichnet

⁹⁰¹ Vgl. Schmalen (1995), S.36 für die letzten drei Sätze

*ogy covers the design of questions, administration and analysis of responses in order to quantify customers` trade-offs.*⁹⁰²

Die Conjoint-Analyse greift somit den Grundgedanken der – in Kapitel 10.1.1.2.1 angesprochenen – hedonistischen Preis-Absatz-Funktion auf, dass die Eigenschaftsausprägungen des Produktes eine wesentliche Rolle für die Kaufentscheidung spielen. Der Preis wird dabei jedoch als eine der Produkteigenschaften interpretiert.

Im Gegensatz zu den Regressionsverfahren versucht die Conjoint-Analyse folglich „über Präferenzurteile und die Möglichkeit den Preis im Zusammenspiel mit anderen Produktmerkmalen zu erfassen, die Preis-Absatz-Funktion verhaltenswissenschaftlich zu verankern.“⁹⁰³ Sie scheint sich letztendlich in der Praxis durchzusetzen.⁹⁰⁴ Letzteres zeigt sich auch durch die Vielzahl an Möglichkeiten zur Toolunterstützung bei der Planung, Durchführung und Auswertung von Conjoint-Analysen. Eine Übersicht über derartige Tools mit Eignungsbewertung für verschiedene Verfahrensvarianten findet sich beispielsweise bei MELLES/HOLLING.⁹⁰⁵ Auf Möglichkeiten der Toolunterstützung soll im Folgenden jedoch nicht detailliert eingegangen werden.

⁹⁰² Armstrong (2001), S.145

⁹⁰³ Schmalen (1995), S.32

⁹⁰⁴ Vgl. Schmalen (1995), S.33

⁹⁰⁵ Melles/Holling (1998), S.19f.; Es muss davon ausgegangen werden, dass mittlerweile zahlreiche weitere Tools zu Conjoint-Analysen auf dem Markt sind. In zahlreichen Fallstudien und Publikationen wird derzeit SAWTOOTH SOFTWARE als Marktführer für CA-Software genannt.

10.1.1.2.3 Absatzprognose auf Basis der Conjoint-Analyse

Im Folgenden soll die Eignung der Conjoint-Analyse zur Ertragsprognose bei Softwareentwicklungsprojekten analysiert werden. Dabei werden sowohl nationale und internationale Studien zur Anwendung als auch Empfehlungen aus der Fachliteratur dargestellt. Es soll dabei das Konzept der Conjoint-Analyse in seiner Grundstruktur analysiert werden. Auf einzelne Verfahrensvarianten wird dabei nicht detailliert eingegangen. Hierzu sei auf entsprechende Literatur verwiesen, beispielsweise HILLIG(2006).

10.1.1.2.3.1 Die Verbreitung der Conjoint-Analyse in der Praxis

„Mittlerweile zählen Conjoint-Analysen sowohl in Deutschland als auch international zu den populärsten multivariaten Analysemethoden im Marketing.“⁹⁰⁶

Einer Untersuchung von MELLES/HOLLING⁹⁰⁷ zu Folge, in der Studien aus den USA und Europa mit einer eigenen empirischen Erhebung für Deutschland verglichen wurden, erstreckt sich das Anwendungsgebiet der Conjoint-Analyse mittlerweile über alle Produktbereiche.⁹⁰⁸ Dabei ist Deutschland das Land „with the most applications of conjoint analysis in Europe with more than one third of projects reported.“⁹⁰⁹ Der überwiegende Teil der befragten Anwender nutzt Conjoint-Analysen für Konsumgüter. Jedoch wird sie auch für Industriegüter und Dienstleistungen eingesetzt.⁹¹⁰ Eine Eignung auch für Softwareprodukte kann somit angenommen werden.

WILDEMANN/KERSTEN empfehlen in ihrem Artikel “Kundenorientiertes Management der Software-Entwicklung” die Conjoint-Analyse explizit für die Bepreisung innovativer Softwareprodukte⁹¹¹ und somit eine Integration der Disziplinen Softwareentwicklung und Marktforschung.

⁹⁰⁶ Hartmann/Sattler (2002), S.1; „in Deutschland“ stützt sich dabei auf eine Untersuchung von Hartmann/Sattler (2002), „international“ auf Wittink/Vriens/Burhenne(1994)

⁹⁰⁷ Melles/Holling (1998)

⁹⁰⁸ Vgl. Melles/Holling (1998), S.5

⁹⁰⁹ Hartmann/Sattler (o.J.), S.2 basierend auf Wittink et al.(1994)

⁹¹⁰ Vgl. Melles/Holling (1998), S.5 für die letzten beiden Sätze

⁹¹¹ vgl. Wildemann/Kersten (2000), S.1231

„Aus der Marktforschung werden insbesondere Informationen benötigt, die die Preisvorstellung der Kunden für das neue Softwareprodukt widerspiegeln, die Kundenanforderungen in Bezug auf Softwareeigenschaften deutlich machen und damit die Bedeutung der jeweiligen Softwareeigenschaft für den Kunden erkennen lassen. Methodische Unterstützung bietet das auch auf Software anwendbare Conjoint-Measurement.“⁹¹²

Einer Auswertung der Studien nach WITTINK/CATIN, WITTINK et al. und MELLES/HOLLING bei MELLES/HOLLING zu Folge finden sich folgende Einsatzgebiete für die Conjoint-Analyse (in einer regionalen Kategorisierung):

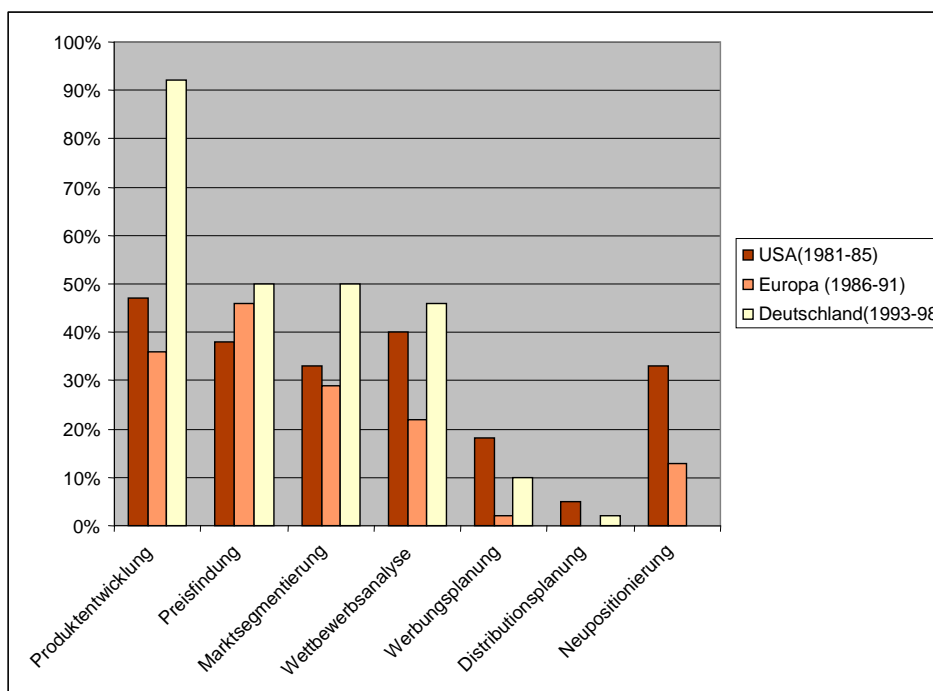


Abbildung 74: Einsatzgebiete der Conjoint-Analyse⁹¹³

Demnach wird in Deutschland die Conjoint-Analyse hauptsächlich im Bereich der Produktentwicklung, somit der Abstimmung des Neuproduktes auf die Kundenanforderungen, eingesetzt. Auch Preisfindung und Marktsegmentierung stellen wichtige

⁹¹² Wildemann/Kersten (2000), S.1231

⁹¹³ Eigene Darstellung basierend auf die bei Melles/Holling (1998), S.6 genannten Daten; Diese enthalten die Auswertungen von Wittink/Cattin (1989) und Wittink et al. (1994); Es sei auf die dort gemachten Literaturangaben verwiesen. Mehrfachantworten waren zugelassen, da eine CA-Studie auch mehreren Zwecken dienen kann. Für Melles/Holling wurden die mit der Anzahl der durchgeführten Projekte gewichteten Ergebnisse dargestellt.

Einsatzgebiete dar. Auch einer Studie von HARTMANN/SÄTTLER für den deutschsprachigen Raum zu Folge waren *product development* (47%), *pricing* (48%), *segmentation* (21%) und *brand equity measurement* (16%) die Kern-Einsatzbereiche.⁹¹⁴

HILLIG sieht dabei eine enge inhaltliche Einheit bei den Einsatzgebieten Neuproduktgestaltung und Preisfindung⁹¹⁵. Diese kann angenommen werden, da das Design neuer Produkte in der Regel in Hinblick auf eine Gewinnmaximierung bei der Vermarktung des betreffenden Produktes vorgenommen wird. Somit hält HILLIG auch bei Neuproduktgestaltungen neben einer Orientierung an reinen Präferenzwerten eine Marktsimulation, die verschiedene Ausgestaltungsoptionen des Produktes bewertet, für sinnvoll. Dabei wird auch bei HILLIG die Preis-Absatz-Funktion als Basis-Konstrukt der Preisfindung gesehen. Da auch sie durch eine Simulation des relevanten Marktes ermittelt wird und nur innerhalb dessen ihre Aussagekraft besitzt, ist eine enge methodische Einheit bei beiden Zielsetzungen gegeben.⁹¹⁶

Meist wird jedoch bei Conjoint-Analysen anstatt der klassischen Preis-Absatz-Funktion – als ‚direktes‘ Verhältnis Preis-Menge – eine analog zu interpretierende ‚**Preis-Marktanteils-Funktion**‘ gebildet – welche jedoch im begrifflichen Umfeld von Conjoint-Analysen auch unter „Preis-Absatz-Funktion“ subsumiert wird. Zur Bestimmung der zu erwartenden Absatzmengen eines Produktes ist dabei vorab eine Marktanteilsprognose durchzuführen. HEINRICHSMEIER hebt dafür als geeignetes Verfahren die auf der Conjoint-Analyse (CA) basierende Marktanteilssimulation (CA-MA) hervor.⁹¹⁷ Als Vorteil wird hierbei die Möglichkeit einer expliziten Abbildung der Marktanteilswirkung von veränderten Eigenschaftsausprägungen gesehen.⁹¹⁸

⁹¹⁴ Hartmann/Sattler (o.J.), S.2f.

⁹¹⁵ Vgl. Hillig (2006), S.7

⁹¹⁶ Vgl. Hillig (2006), S.7 für die letzten drei Sätze

⁹¹⁷ Vgl. Heinrichsmeier (1997), S.7

⁹¹⁸ Vgl. Heinrichsmeier (1997), S.7f. Heinrichsmeier entwickelt dabei auf Basis eines statischen Grundmodells einen methodischen Ansatz zur dynamischen Marktanteilsprognose im Sinne der Forderung nach einer Mehrperiodigkeit in der Prognose. Eine praktische Anwendbarkeit dieses dynamischen Verfahrens wird aufgrund der Datenerfordernisse für diese Arbeit als schwierig erachtet.

Folgendes Beispiel zeigt eine durch Conjoint-Analyse ermittelte Preis-Absatz-Funktion dieser Ausgestaltung für einen LCD-TV:

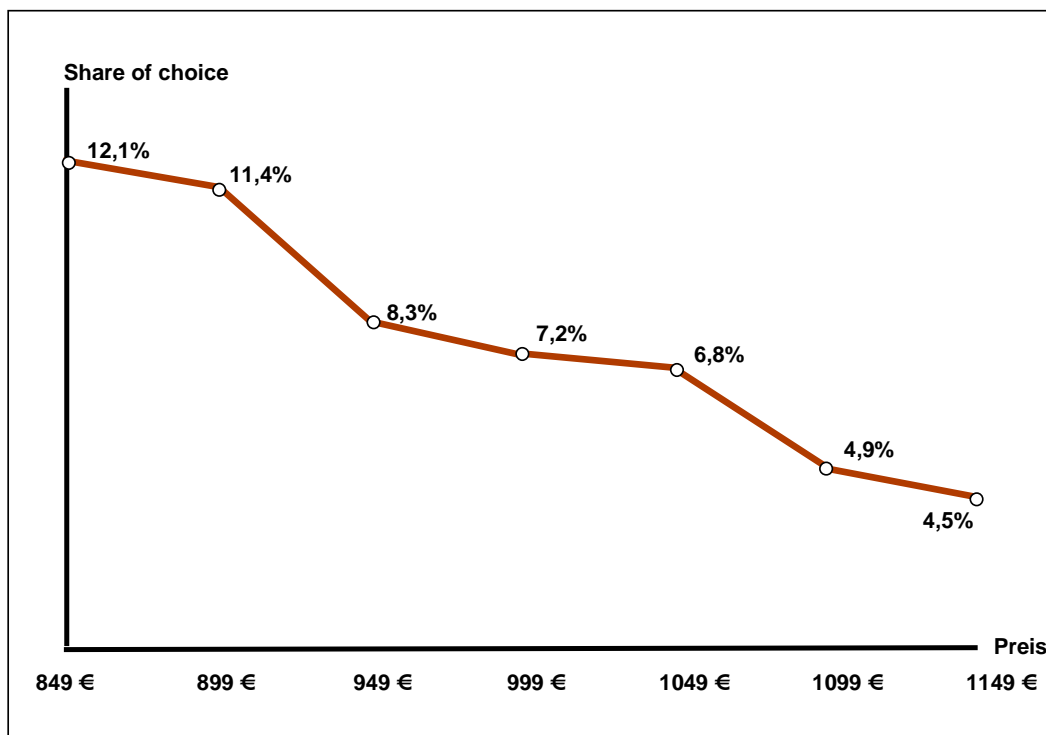


Abbildung 75: Preis-Absatz-Funktion für einen LCD-TV⁹¹⁹

Über eine Gewichtung mit dem Marktvolumen lässt sich aufbauend auf einer derartigen Preis-Marktanteils-Funktion die Absatzmenge des Produktes ermitteln.

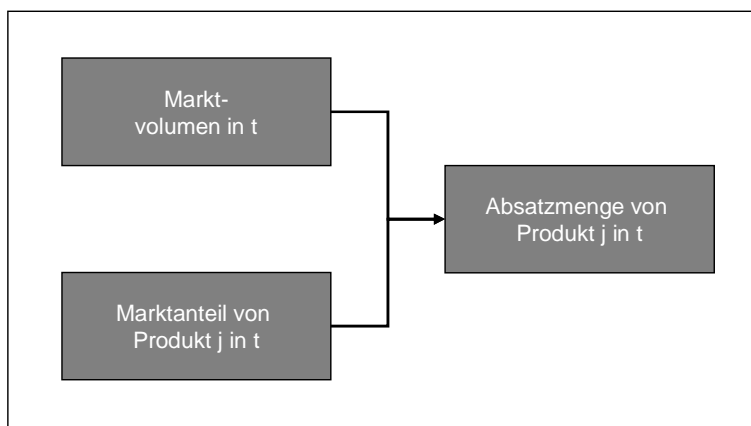


Abbildung 76: Struktur des Prognoseproblems⁹²⁰

⁹¹⁹ Vgl. Sicking (2008), S.2; die PAF basiert auf fiktiven Daten.

⁹²⁰ Vereinfachte Darstellung nach Heinrichsmeier (1997), S.4; Wie bereits in Kapitel 10.1.1.1 beschrieben, wird hier auf eine Unterteilung in Erst- und Wiederkäufer verzichtet.

Somit kann in der „Preis-Marktanteils-Funktion“ eine indirekte Form der klassischen Preis-Absatz-Funktion gesehen werden. Als problematisch für die praktische Anwendung kann sich dabei jedoch die Abgrenzung des relevanten Marktes sowie darauf aufbauend die Bestimmung des Marktvolumens erweisen. Zur Abgrenzung des relevanten Marktes kann auf bestehende Software-Segmentierungen zurückgegriffen werden. Zur Ermittlung des Marktvolumens kann auf amtliche Statistiken, Statistiken von Branchenverbänden, Marktforschungsinstitute und wissenschaftliche Arbeiten sowie fachbezogene Datenbanken zurückgegriffen werden. Jedoch ist das Marktvolumen in statistischen Veröffentlichungen oftmals nur in Geldeinheiten – nicht wie bei HEINRICHSMEIERS unterstellt – in Mengeneinheiten – angegeben. Daher kann eine vereinfachte Ermittlung des Markterlöses durch eine Gewichtung des monetären Marktvolumens mit dem prognostizierten Marktanteil notwendig sein. Auf die Ermittlung des jeweiligen Marktvolumens soll in dieser Arbeit nicht weiter eingegangen werden. Es sei hierfür auf die entsprechende Literatur verwiesen.

10.1.1.2.3.2 Die Ermittlung von Marktanteilen auf Basis der Conjoint-Analyse

Allgemein bezeichnet dabei „der Begriff „*Conjoint-Analyse*“, für den in der Literatur insbesondere auch die Bezeichnungen „*Conjoint Measurement*“, „*konjunkte Analyse*“ oder „*Verbundmessung*“ gebräuchlich sind, eine Vorgehensweise zur Abbildung der Beurteilung einer Menge von Objekten durch eine einzelne Person.“⁹²¹

Die auf eine Conjoint-Analyse basierende Marktanteilssimulation wird in mehreren Schritten durchgeführt, auf die hier nur überblickhaft eingegangen werden soll:

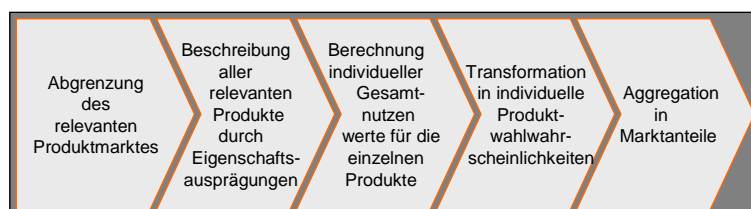
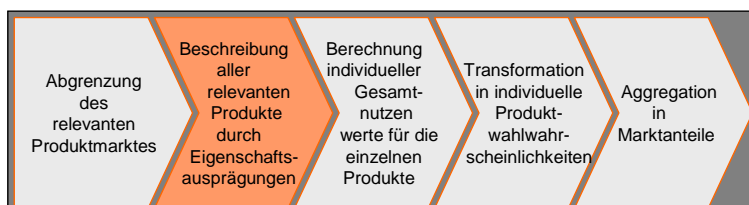


Abbildung 77: Prozess der Marktanteilsprognose⁹²²

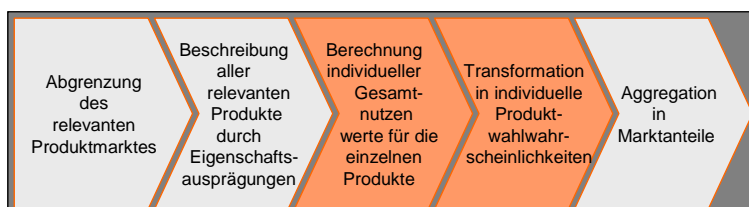
⁹²¹ Backhaus et al. (2008), S.452

⁹²² Eigene Darstellung in Anlehnung an Heinrichsmeier (1997), S.27 und Gutsche (1995), S.141

Bereits in Kapitel 10.1.1.2.3.1 wurde die Problematik der Abgrenzung des relevanten Produktmarktes sowie die Bestimmung des Marktvolumens angesprochen, auf welche in dieser Arbeit nicht weiter eingegangen werden soll.



Komplex gestaltet sich auch die Festlegung der, für die Conjoint-Analyse relevanten, Produkteigenschaften. ‚Relevant‘ heißt dabei, dass die Eigenschaft in ihrer jeweiligen Ausprägung vom Kunden wahrgenommen wird und auf seine Nutzenbewertung und somit auch auf seine Kaufentscheidung Einfluss nimmt. Eine pauschale Festlegung derartiger kaufentscheidungsrelevanter Eigenschaften muss aufgrund der Heterogenität von Softwareprodukten als problematisch gesehen werden. Im nachfolgenden Kapitel 10.1.1.2.3.3 werden jedoch Studien zur Ermittlung derartiger Eigenschaften beispielhaft für ERP-Systeme dargestellt.



Die betrachteten Objekten – im Fall dieser Arbeit somit das betrachtete Softwareprodukt – werden zwar durch bestimmte Eigenschaften beschrieben, jedoch wird unterstellt, dass sie von einer Person dennoch ganzheitlich betrachtet und beurteilt werden.⁹²³ Es werden dabei in einem nächsten Prozessschritt Verfahren angewendet, „mit denen auf individueller Ebene aus abgefragten Globalurteilen zu **durch Eigenschaftsausprägungen beschriebenen Produktprofilen die partiellen Nutzenbeiträge (Teilnutzenwerte) einzelner Eigenschaftsausprägungen abgeleitet werden können.**“⁹²⁴

⁹²³ Vgl. Backhaus et al. (2008), S.452

⁹²⁴ Heinrichsmeier (1997), S.11f. basierend auf Gutsche (1995), S.77

Darauf aufbauend soll für jedes Produkt ein präferenzbestimmender Gesamtnutzenwert errechnet werden.⁹²⁵

Die Conjoint-Analyse – im engeren Sinne – ist somit mehrstufig aufgebaut:⁹²⁶

In einem ersten Schritt werden in einer eigenschaftsbezogenen Bewertungsfunktion **den Ausprägungen individuelle Teilnutzenwerte zugeordnet**.

In einem zweiten Schritt wird mit einer **Verknüpfungsfunktion** festgelegt, wie der **Gesamtnutzenwert aus den Teilnutzenwerten gebildet** wird.⁹²⁷

In einem dritten Schritt wird darauf aufbauend die individuelle **Produktwahlwahrscheinlichkeit** für die betrachtete Person ermittelt.

Formal dargestellt ergibt sich für Person k und Produkt j folgende Ermittlung des Gesamtnutzenwertes:

$$U_{kj} = \phi_k \left[\varphi_{k1}(q_{j1}), \varphi_{k2}(q_{j2}), \dots, \varphi_{kE}(q_{jE}) \right]$$

Formel 17: Berechnung des Gesamtnutzenwertes in der Conjoint-Analyse⁹²⁸

mit:

U_{kj} Gesamtnutzenwert der k -ten Person bezüglich Produkt j

q_{je} Ausprägung der e -ten Eigenschaft von Produkt j

ϕ_k Verknüpfungsfunktion der k -ten Person

φ_{ke} Bewertungsfunktion der k -ten Person für Eigenschaft e

e Index der Produkteigenschaften ($e=1, \dots, E$)

k Index der Personen ($k=1, \dots, K$)

⁹²⁵ Vgl. Heinrichsmeier (1997), S.12

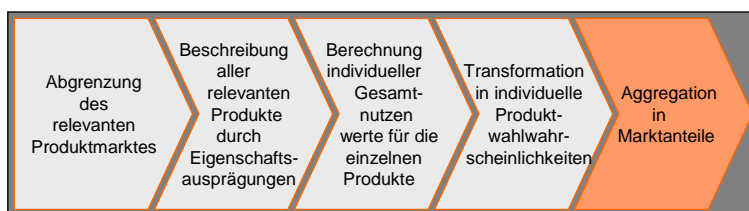
⁹²⁶ Vgl. Heinrichsmeier (1997), S.12

⁹²⁷ Vgl. Heinrichsmeier (1997), S.12f. basierend auf Schmidt (1996), S.53ff. Zu Varianten, Besonderheiten und Vorgehensmodellen der Conjoint-Analyse sei auf weiterführende Literatur verwiesen: beispielsweise Heinrichsmeier (1997) und die dort angegebene Literatur; Backhaus et. al. (2008); für die Entscheidung für bestimmte Verknüpfungs- und Bewertungsfunktionen im Verlauf der Modellbildung bei Heinrichsmeier (1997), S.18-21

⁹²⁸ Gutsche (1995) S.77 nach Heinrichsmeier (1997), S.12

Auf verschiedene Berechnungsmethoden der Gesamtnutzenwerte und alternative Entscheidungsregeln zur **Transformation der Gesamtnutzenwerte in Produktwahlwahrscheinlichkeiten** wird in dieser Arbeit **nicht eingegangen**. Es sei auf entsprechende Literatur aus dem Bereich der Marktforschung verwiesen.

Der zeitpunktbezogene Marktanteil für das Produkt j – als letzte Stufe des Marktanteil-Prognose-Prozesses – berechnet sich wie folgt:⁹²⁹



$$MA_j = \frac{\sum_{k=1}^K \tau_{kj}}{K}$$

Formel 18: Berechnung des zeitpunktbezogenen Marktanteils für Produkt j ⁹³⁰

mit:

MA_j prognostizierter Marktanteil für das Produkt j

τ_{kj} Kaufwahrscheinlichkeit der k -ten Person für Produkt j

K Anzahl der Käufer im betrachteten Markt⁹³¹

⁹²⁹ Vgl. Heinrichsmeier (1997), S.34

⁹³⁰ Heinrichsmeier (1997), S.34

⁹³¹ Leider unterbleibt bei Heinrichsmeier eine Erklärung der Variablen K ; Die Definition wurde hier ergänzt. Es wird dabei implizit davon ausgegangen, dass jeder Käufer ggf. nur eine Einheit des Produktes j erwerben will. Wird davon ausgegangen, dass ein Käufer eine größere Anzahl eines Produktes erwerben will, muss die Formel entsprechend angepasst werden.

10.1.1.2.3.3 Kaufentscheidungsrelevante Eigenschaften für Softwareprodukte

Wie bereits in Kapitel 10.1.1.2.3.2 ausgeführt, muss eine pauschale Festlegung kaufentscheidungsrelevanter – und somit auch für die Conjoint-Analyse relevanter – Produkteigenschaften aufgrund der Heterogenität von Softwareprodukten als problematisch bewertet werden. Im Folgenden sollen relevante Produkteigenschaften am Beispiel von ERP-Systemen dargestellt werden.

In einer Studie von KEIL/TIWANA wurden 126 MIS-Manager befragt zu Faktoren, die die Auswahlentscheidung für ein „enterprise software package“ beeinflussten. In der Untersuchung werden die Begriffe „enterprise software package“, „enterprise-level software“, „ERP packages“ und „ERP Systeme“ synonym gebraucht.

KEIL/TIWANA orientieren sich bei der Ermittlung und Bewertung kaufentscheidungsrelevanter Eigenschaften an den Kernrisiken des Kauf(entscheidungs-)prozesses. Sie identifizieren dabei zwei Kernrisiko-Kategorien:

„Two broad categories of risk must be considered in the software acquisition process.

The first involves attributes of the software package itself. Issues of functionality provided by the software and the software's reliability are examples of risks that fall within this category. Software that lacks the appropriate functionality carries the risk of falling to meet user requirements. [...]

*The second broad category of risk involves the **implementation of the software**. This type of risk arises from difficulties in modifying the software or business processes to fit each other and integrating the package with existing systems.*⁹³²

Zur Festlegung in Frage kommender Kriterien werteten KEIL/TIWANA zahlreiche Studien und Praxisberichte aus.⁹³³ Es konnten die Kriterien *Cost, Reliability, Functionality, Ease of use, Ease of Customization, Ease of implementation* und *vendor reputation* identifiziert werden.⁹³⁴

⁹³² Keil/Tiwana (2006) basierend auf Sherer (1993) und Henfridsson (2000)

⁹³³ Die Auflistung und Auswertung der betreffenden Studien findet sich bei Keil/Tiwana (2006), S.10f.

⁹³⁴ Keil/Tiwana (2006), S.10f. in einer Auswertung der dort angegebenen Studien

Ausgehend von dieser Kategorisierung wurde der Einfluss der einzelnen Kategorien auf die Kaufwahrscheinlichkeit untersucht.⁹³⁵ Dabei wurden folgende Ergebnisse ermittelt, aus denen ersichtlich wird, dass vor allem „Functionality“ und „Reliability“ die Kaufentscheidungsentscheidung positiv beeinflussen, wohingegen die Kosten einen negativen Einfluss auf die Kaufentscheidung haben.

Enterprise system attributes	Effect of likelihood of recommending purchase Standardized alpha (t-value)
Functionality	0.457 (20.03)
Reliability	0.464 (20.34)
Cost	-0.253 (-11.08)
Ease of Customization	0.129 (5.67)
Ease of use	0.073 (3.19)
Vendor reputation	0.007 (0.29)
Ease of implementation	0.000 (0.01)

Tabelle 34: Der Effekt der Produkteigenschaften auf die Kaufwahrscheinlichkeit⁹³⁶

„Functionality and reliability appear to be paramount concern, with cost, ease of customization and ease of use being of somewhat lesser concern in manager`s minds. Interestingly, neither vendor reputation nor ease of implementation was found to be significant in terms of likeliness of recommending purchase.“

Es kann angenommen werden, dass diese Kategorien auch für andere Softwareprodukte kaufentscheidungsrelevant sind. Im konkreten Anwendungsfall einer Conjoint-Analyse, beispielsweise für die Ermittlung des Marktanteils des entwickelten Softwareproduktes, sind sie im Befragungs-Design geeignet zu konkretisieren.

10.1.1.2.3.4 Eignung der Conjoint-Analyse für das Entscheidungsmodell

Die große Verbreitung der Conjoint-Analyse in der Praxis⁹³⁷ und die häufige Thematisierung in Fachartikeln sowie wissenschaftlicher und praxisnaher Literatur deuten

⁹³⁵ Es wird hier nicht auf das Design und die Durchführung der Conjoint-Analyse eingegangen. Es sei hierzu auf Keil/Tiwana (2006) verwiesen.

⁹³⁶ Entnommen aus Keil/Tiwana (2006), S.16; Model $R^2_{\text{Adjusted}}=50.6\%$; Auf die genaue Durchführung und statistische Auswertung soll hier nicht eingegangen werden, da für diese Arbeit nur die Kernaussage der Untersuchung relevant ist. Für detailliertere Ausführungen sei auf Keil/Tiwana (2006) verwiesen.

darauf hin, dass sie sich zum **DeFacto-Standard** bei den Prognoseverfahren entwickelt. In seinem umfassenden Standardwerk „*Principles of Forecasting*“ fasst ARMSTRONG die Verbreitung und Eignung der Conjoint-Analyse als Vorhersageinstrument folgendermaßen zusammen:

*„Conjoint analysis has been widely accepted in business and other areas. It has been used in every product category and in every continent. Many academics have studied its validity and reliability under various conditions. Academics and practitioners have developed alternative approaches for quantifying trade-offs.“*⁹³⁸

Auch eine Auswertung empirischer Untersuchungen bei HEINRICHSMEIER deutet darauf hin, dass durch die Anwendung dieser Methode **valide Prognosen** möglich sind.⁹³⁹

Der Entwicklungsprozess bei Softwareentwicklungsprojekten ist – wie in Kapitel 4.3 ausführlich dargestellt – bei der Anwendung neuerer Prozessmodelle dadurch gekennzeichnet, dass Anforderungen sukzessive im Projektverlauf erhoben bzw. verfeinert werden. Diese schrittweise Anforderungserhebung ist dabei vor allem auf die Entwicklung für einen bestimmten Kunden – somit Individualsoftware – ausgelegt. Bei (wiederholter) Anwendung der Conjoint-Analyse lassen sich jedoch auch Bewertungen bestimmter Produkteigenschaften durch den Absatzmarkt in seiner Gesamtheit analog zur Anforderungsermittlung bei einem konkreten Kunden erfassen. Dadurch lassen sich bei Anwendung der Conjoint-Analyse **Synergieeffekte** zwischen den Disziplinen *marktgerechtes Produktdesign*, *optimale Produktbepreisung* und *Absatzprognose* erzielen. Diese Zusammenführung relevanter Projektaufgaben wird in zahlreichen Artikeln explizit oder implizit aufgeführt. Beispielsweise sprechen WILDEMANN/KERSTEN in Bezug auf Conjoint-Analysen in einem Zug davon „Preisvorstellungen der Kunden für das neue Softwareprodukt“ widerzuspiegeln als auch „die Kundenanforderungen in Bezug auf Softwareeigenschaften deutlich [zu] machen und damit die Bedeutung der jeweiligen Softwareeigenschaft für den Kun-

⁹³⁷ Vgl. Heinrichsmeier (1997), S.36

⁹³⁸ Armstrong (2001), S.146

⁹³⁹ Vgl. Heinrichsmeier (1997), S.36 und die dort angegebene Literatur ; Auf einzelne Studien zur Bewertung der Validität sei in dieser Arbeit nicht eingegangen.

den erkennen [zu] lassen.⁹⁴⁰ Wie bereits in Kapitel 10.1.1.2.3.1 dargestellt thematisiert auch HILLIG explizit die inhaltliche Einheit von Neuproduktgestaltung und Preisfindung.⁹⁴¹ Auch für die Entwicklung von *embedded Software* wird die Conjoint-Analyse im Artikel von BUCHENRIEDER(2000) für das Produktdesign empfohlen.

Aufgrund dieser Punkte

- Verbreitung
- Validität
- Synergieeffekte über mehrere Teildisziplinen

wird die Conjoint-Analyse in dieser Arbeit als geeignet für die Absatzprognose von *kommerziellen*⁹⁴² Softwareentwicklungsprojekten bewertet.

10.1.1.2.3.5 Kritische Betrachtungen

Die, auf einer Conjoint-Analyse basierende, Marktanteilssimulation (CA-MA) – als Basis für die Ermittlung der Preis-Absatz-Funktion – ist jedoch als **zeitpunktbezogenes** Prognoseverfahren zu sehen. Implizit zugrunde liegende Annahme ist somit die Identität von Erhebungs- und Prognosezeitpunkt.⁹⁴³

Wird die Datenerhebung nur einmal – beispielsweise zu Beginn des Projektes – durchgeführt, können sich bis zum Zeitpunkt der tatsächlichen Ertragsgenerierung durch das Produkt sowohl die Produkteigenschaften (durch veränderte Anforderungen) als auch die Marktgegebenheiten verändern. Eine einmalige Conjoint-Analyse im Zuge der Projektauswahlentscheidung kann somit nur Anhaltspunkte für die Prognose liefern.⁹⁴⁴ Wiederholte Analysen während des Projektverlaufs – bspw. zu den definierten Entscheidungspunkten – können daher sinnvoll sein. Jedoch können dennoch auch dann die dadurch ermittelten Prognosewerte von den tatsächlichen

⁹⁴⁰ Vgl. Wildemann/Kersten (2000), S.1231

⁹⁴¹ Vgl. Hillig (2006), S.7

⁹⁴² Im Sinne dieser Arbeit

⁹⁴³ Vgl. Heinrichsmeier (1997) S.37 für die letzten beiden Sätze

⁹⁴⁴ Heinrichsmeier (1997) hält eingeschränkte Prognosen in dem Sinne für möglich, „wenn (bei konstanten Teilnutzenwerten) veränderte Produktprofile im Zeitablauf berücksichtigt werden. S.37; Die Annahme dieser konstanten Teilnutzenwerte ist als problematisch anzusehen. (S.38)

Gegebenheiten bei Projektfertigstellung durch sich verändernde Produkt- oder Marktdaten abweichen. Zudem verursachen Conjoint-Analysen sowohl beim Analyse-Design als auch der Datenerhebung und Auswertung Kosten, die gegen den Nutzen wiederholter Prognosen abgewägt werden müssen.

Jedoch ist Problematik der zeitlichen Diskrepanz zwischen Datenerhebungszeitpunkt und Markteintrittszeitpunkt für Softwareprodukte als weniger gravierend zu bewerten als bei anderen Produktentwicklungen. Dies liegt darin begründet, dass Projektlaufzeiten im Bereich der Softwareentwicklung häufig unter einem Jahr liegen – das zeitliche *Lag* zwischen Datenerhebung, Durchführung der Conjoint-Analyse und tatsächlichem Markteintritt somit relativ kurz ist.

Die Arbeit von HEINRICHSMEIER thematisiert die Problematik von Conjoint-Analysen für Absatzprognosen in frühen Phasen der Produktentwicklung. Er entwickelt dabei ein Modell, welches die Veränderung der Marktanteile im Zeitablauf berücksichtigt. Jedoch wird dabei die „Marke“ als wesentliche Produkteigenschaft in den Vordergrund gestellt. Ob bzw. inwiefern jedoch die „Marke“ bei Softwarekäufen eine herausragende Rolle spielt, kann nicht eindeutig ermittelt werden. In der Verbrauchs- und Medienanalyse 2008 wurde für die beiden Eigenschaften „Preis“ und „Marke“ die Frage gestellt, inwiefern Kunden beim Kauf von Software eher auf die Marke oder eher auf den Preis achten. Hierbei wurde bei einer Auswertung über alle befragten von 25% der Teilnehmer angegeben, sie würden eher auf die Marke achten, 65% achten eher auf den Preis.⁹⁴⁵ In höheren Einkommensschichten wird die Bedeutung der Marke für die Kaufentscheidung zunehmend wichtiger.⁹⁴⁶ Bei der in Kapitel 10.1.1.2.3.3 dargestellten Untersuchung von KEIL/TIWANA konnte jedoch nahezu kein Einfluss von „*Vendor reputation*“ auf die Kaufwahrscheinlichkeit ermittelt werden.⁹⁴⁷ „*Vendor reputation*“ muss in enger inhaltlicher Einheit zur Marke gesehen werden. Daher wird für diese Arbeit die Marke als wesentliches Kaufkriteri-

⁹⁴⁵ Vgl. VUMA (2008); Befragung durchgeführt von Ifak Institut, Marplan, Media Markt Analysen in 4 Erhebungswellen im Zeitraum von 2005 bis 2007; Anzahl der Befragten: 23532; Keine Angaben: 2053;

⁹⁴⁶ Vgl. VUMA (2008)

⁹⁴⁷ Keil/Tiwana (2006)

um für Softwareprodukte bezweifelt. Auf das Modell nach HEINRICHSMEIER wird hier somit nicht detailliert eingegangen.

10.1.1.3 Integration der CA-MA ins Entscheidungsmodell

Der über Conjoint-Analyse ermittelte Marktanteil soll im Folgenden in das Entscheidungsmodell integriert werden.

Der Preis des Produktes wird dabei als eine feststehende Produkteigenschaft interpretiert. Somit wird bei einem **festgelegten Preis** ein **bestimmter Marktanteil** für das Softwareprodukt prognostiziert. Über eine **Gewichtung mit dem Marktvolumen** kann daraufhin die absetzbare Menge, über **Multiplikation mit dem festgelegten Lizenzpreis** der prognostizierte **Umsatz** ermittelt werden. Da von Reproduktionskosten gleich Null und Standard-Einzellizenzen ausgegangen wird, entspricht dieser Umsatz dem **Projektertrag**.⁹⁴⁸

Der in das investitionstheoretisch basierte Modell einfließende Zahlungsstrom auf Ertragsseite berechnet sich somit – in einer einperiodigen Betrachtung⁹⁴⁹ – wie folgt:

$$E = \frac{MA}{100} \cdot V \cdot P$$

Formel 19: Ertragsprognose auf Basis der CA-MA

mit:

E	prognostizierter Ertrag des betrachteten Softwareproduktes (<i>in GE</i>)
MA	prognostizierter Marktanteil für das betrachtete Softwareprodukt (<i>in %</i> ⁹⁵⁰)
V	Marktvolumen (<i>in Produkteinheiten</i> ⁹⁵¹)
P	Preis je Softwarelizenz des betrachteten Produktes (<i>in GE je Produkteinheit</i>)

⁹⁴⁸ Auch Mögliche Effekte durch Steuern werden hier nicht thematisiert.

⁹⁴⁹ Eine mehrjährige Betrachtung wird in Kapitel 11.2.5.1 vorgenommen

⁹⁵⁰ Da der Kennzahlenwert des Marktanteils hier als Prozentwert angegeben wird, wird in der Formel eine Division durch 100 vorgenommen.

⁹⁵¹ Im betrachteten Jahr

Da das Marktvolumen in statistischen Veröffentlichungen in der Regel bezogen auf ein Jahr angegeben ist, muss diese Formel bei einem Verkauf über mehrere „Jahresperioden“ erweitert werden. Eine Erweiterung auf die gesamte Nutzungsdauer erfolgt in Kapitel 11.2.5.1.

Jedoch muss eine Abschätzung von Marktanteilsveränderungen im Zeitablauf als problematisch gewertet werden. Wird eine Vermarktung über mehrere Perioden angestrebt, muss zwar davon ausgegangen werden, dass sich der Marktanteil aufgrund sich verändernder Marktgegebenheiten (Konkurrenzprodukte, technischer Fortschritt usw.) ändert, jedoch ist eine Prognose dieser Veränderung schwierig. Daher müssen für längere Vermarktungszeiträume Prognosen als wenig valide bewertet werden. Es kann jedoch für Softwareprodukte angenommen werden, dass für diese aufgrund des schnellen technologischen Fortschritts ein Großteil des Ertrags unmittelbar nach Projektfertigstellung und Markteintritt realisiert wird; somit oftmals keine Vermarktungszeiträume über mehrere Jahre modelliert werden müssen.

Liegen – wie bereits angesprochen – statistische Daten zum Marktvolumen nur in monetären Größen vor, muss eine vereinfachte Form der Ertragsprognose in das Entscheidungsmodell integriert werden. In dieser soll der für das Softwareprodukt ermittelte Marktanteil lediglich mit dem statistisch ermittelten monetären Marktvolumen (in der jeweiligen Periode) gewichtet werden. Auf diese Vereinfachung soll jedoch nicht detailliert eingegangen werden.

10.1.1.4 Möglichkeiten zur Vermarktung von Teilergebnissen

HUBNER unterscheidet in Hinblick auf Innovationsprojekte

- (1) einseitige F&E-Projekte („One-sided projects“)
- (2) zweiseitige F&E-Projekte („Two-sided projects“)⁹⁵²

Einseitige F&E-Projekte definieren sich dadurch, „dass positive Rückflüsse nur bei einer planmäßigen Erreichung der Projektziele eintreten. Ein Abbruch eines einseitigen F&E-Projektes wäre demnach mit einem Erlöspotential von Null verbunden.“⁹⁵³ „**Zweiseitige F&E-Projekte** hingegen zeichnen sich dadurch aus, dass auch bei einer vorzeitigen Beendigung aufgrund von Verwertungsmöglichkeiten der bis zu diesem Zeitpunkt gewonnenen Kenntnisse ein Erlöspotential vorhanden ist.“⁹⁵⁴

Die analoge Unterscheidung in einseitige und zweiseitige Softwareentwicklungsprojekte kann im Zeitablauf variieren. Wird beispielsweise ein Softwareentwicklungsprojekt zu einem Zeitpunkt abgebrochen, für den bereits ein ‚vermarktbares‘ Teilprodukt besteht, können hieraus Erträge auch ohne die Weiterführung des Projektes resultieren. Es kann sich somit bei Projekten je nach Abbruchzeitpunkt um ein- oder zweiseitige Softwareentwicklungsprojekte handeln.⁹⁵⁵

Da die Conjoint-Analyse Marktanteile auf Basis von Teilnutzenwerten für definierte Produkteigenschaften ermittelt, kann sie auch zur Preisgestaltung und Marktanteilsprognose für Teilergebnisse Anwendung finden. Um die Vorteilhaftigkeit der Projektweiterführung zu bewerten, darf in diesem Fall nur die Ertrags-Differenz zwischen Vermarktung des bereits bestehenden Teilproduktes und des angestrebten Endproduktes in die Berechnung aufgenommen werden.

In der Grundform des Modells wird hier davon ausgegangen, dass nur bei Fertigstellung des Projektergebnisses am Markt Erlöse erzielt werden können – es sich somit

⁹⁵² Hubner (1996), S.159 für die Aufzählung

⁹⁵³ Hubner (1996), S.159 Leider wird hierbei der Begriff „planmäßig“ nicht exakt abgegrenzt. Es steht jedoch zu vermuten, dass „planmäßig“ hierbei die Erreichung der aller spezifizierten Projektteilziele meint.

⁹⁵⁴ Hubner (1996), S. 159

⁹⁵⁵ Hubner (1996), S.159 vertritt diese Ansicht analog für F&E-Projekte

um einseitige Projekte handelt. Auch die Bewertung einer Projektweiterführung bis zum nächsten Entscheidungspunkt, zu dem ein verwertbares Teilergebnis prognostiziert wird, soll hier nicht in das Modell aufgenommen werden. Die Eignung relevanter investitionstheoretischer Modelle als mögliche Erweiterung des hier entwickelten Modells wird in Kapitel 12.2 diskutiert.

10.1.2 Ertragsschätzung für freie Software

	Direkter Ertrag		Indirekter Ertrag	
Standardprodukt-erstellung	Kommerzielle Software		Freie Software	
Individuelle Produkt-gestaltung	Individualsoftware zum Festpreis	Individualsoftware mit aufwandsbezogener Bepreisung	Software als Teil eines Absatzgutes	Individuelle Softwarelösungen zur unternehmensinternen Verwendung

Abbildung 78: Kategorie „Freie Software“

10.1.2.1 Freie Software und monetäre Bewertung – eine kritische Betrachtung

10.1.2.1.1 Analyse verschiedener Kategorien „freier“ Software

„Freie Software“ wurde in der Softwareklassifikation in Kapitel 5.3.1.2 im Fadenkreuz von ‚Standardprodukt-erstellung‘ und ‚Indirektem Ertrag‘ eingeordnet. Somit können Projekten bzw. daraus resultierenden Softwareprodukten in dieser Kategorie in der Regel keine Einzahlungen direkt zugeordnet werden.

Bereits in Kapitel 5.3.1.2 wurde der unterschiedliche Gebrauch des Begriffs „freie Software“ in der Literatur dargestellt und von der hier verwendeten Begriffsdefinition abgegrenzt. Anders als in zahlreichen Veröffentlichungen in diesem Bereich⁹⁵⁶ soll

⁹⁵⁶ Vgl. die Literaturangaben in Kapitel 5.3.1.2

frei' in dieser Arbeit rein wirtschaftlich im Sinne von ‚*keine direkte monetäre Gegenleistung für die Softwarenutzung*‘ verwendet werden.

Die somit **unentgeltliche Softwarenutzung** kann hierbei **zweierlei Sichten** beinhalten, die sich hinsichtlich der dahinterliegenden Geschäftsmodelle grundlegend unterscheiden.

Im Bereich des Internets finden sich zahlreiche Angebote zur **unentgeltlichen Nutzung von online zur Verfügung gestellter Software**. Diese reichen von kostenlosen Online-Spiele-Angeboten über Rechentools bis hin zu Online-Communities und Nachrichtendiensten. Dabei hat der Softwarenutzer in der Regel keinen direkten Zugang zur Software im technischen Sinne – kann diese weder auf eigenen Rechnern installieren noch deren Quellcode einsehen bzw. verändern. Er hat lediglich ein freies Nutzungsrecht bestimmter zur Verfügung gestellter Funktionalität der Software. Der Nutzer kann dabei jeweils nur die aktuell online zur Verfügung gestellte Softwareversion nutzen. Veränderungen liegen somit ausschließlich in der Verantwortung des Anbieters. So heterogen derartige Angebote im Web sind, so heterogen gestalten sich auch – wenn überhaupt vorhanden – zugrunde liegende Geschäftsmodelle. Aufgrund dieser Heterogenität wird eine Standardisierung im hier entwickelten Entscheidungsmodell als nicht sinnvoll erachtet. Daher wird diese Art „freier Software“ im Folgenden aus den Betrachtungen ausgeklammert.

Eine zweite Sicht auf den Begriff *freie Software* muss auf den **unentgeltlichen Download und die damit verbundene unentgeltliche Nutzungsberechtigung von Softwareprodukten** gerichtet sein. Der Begriff *freie Software* wird in Veröffentlichungen fast ausschließlich in dieser Hinsicht gebraucht.⁹⁵⁷ Dabei erhält der Kunde das Softwareprodukt in seiner Gesamtheit, kann es unter Beachtung der Lizenzbestimmungen auf eigenen Rechnern installieren und nutzen. Änderungen in Funktionalität, Design oder Ähnlichem werden in der Regel über neuere Versionen und/oder Updates wiederum zum Download angeboten. Die Entscheidung darüber, ob diese Änderungen angenommen werden, liegt beim Nutzer selbst. Technisch gesehen muss hier – wie in Kapitel 5.3.1.2 bereits ausgeführt – im Wesentlichen eine

⁹⁵⁷ Wobei, wie in Kapitel 5.3.1.2 beschrieben, der Begriff „freie Software“ oftmals auch die Freiheit zur Einsicht und Veränderung des Quellcodes umfasst.

Unterscheidung zwischen Offenlegung und Nicht-Offenlegung des Quellcodes getroffen werden. Hinsichtlich der Preisstruktur unterscheiden sich im Wesentlichen die Kategorien „Freeware“ und „Shareware“, wobei bei Freeware die Software zeitlich uneingeschränkt, bei Shareware nur für eine bestimmte Nutzungsdauer kostenlos zur Verfügung gestellt wird.⁹⁵⁸

Shareware in ihrer ursprünglichen Abgrenzung⁹⁵⁹ kann nicht als freie Software im Sinne dieser Arbeit behandelt werden, da eine Bezahlung nach einer gewissen Zeit Teil des Konzepts ist. Nach erfolgter Registrierung wird – wie bei kommerzieller Software auch – eine monetäre Gegenleistung fällig. Daher soll auch diese Art von Software im Folgenden nicht detaillierter analysiert werden.

Die folgenden Ausführungen beziehen sich somit auf kostenlos zum Download angebotene Software, die zeitlich unbegrenzt genutzt werden kann.

10.1.2.1.2 Analyse von Anreizen zur Erstellung freier Software

Für das Entscheidungsmodell dieser Arbeit wird die Prämisse getroffen, dass das projektdurchführende Unternehmen mit dem Projektergebnis – somit dem Softwareprodukt – einen monetären Nutzen erzielen will. Für das Unternehmen wird – wie in Kapitel 8.1 ausführlich erläutert – Gewinnerzielungsabsicht unterstellt. In der in Kapitel 8.3.3.1 als Basis der Modellbildung ausgewählten Kapitalwertmethode wurde die Erreichung einer bestimmten Mindestrendite (Kalkulationszinssatz) durch die Zahlungsströme des Projektes als Entscheidungskriterium für Projektabbruchentscheidungen festgelegt.

Der Erstellung freier Software muss eine reine Ausrichtung auf monetäre Größen abgesprochen werden. In der vorherrschenden wirtschaftlichen Sichtweise erscheint das Phänomen ‚*Freie Software*‘ **paradox**.⁹⁶⁰ Die dahingehenden Veröffentlichungen

⁹⁵⁸ Auf Sonderformen, bspw. Freeware nur für den privaten Gebrauch, wird hier nicht explizit eingegangen.

⁹⁵⁹ Auf davon abweichend Begriffsabgrenzungen, bspw. Crippleware, reine Demoversionen u.Ä. soll hier nicht explizit eingegangen werden.

⁹⁶⁰ Vgl. Luthiger(2004), S.2

stimmen weitgehend darin überein, dass für ‚Freie Software‘ von einer rein wirtschaftlich bestimmten Bewertungsperspektive Abstand genommen werden muss.

Zwar liegt einer Entscheidung für oder gegen die Investition von Arbeit in ein Projekt zur Erstellung freier Software i.d.R. auch eine Kosten-Nutzen-Abwägung zu Grunde.⁹⁶¹ Dieser Nutzen resultiert oftmals jedoch weniger aus monetären Größen als vielmehr aus Spaß, Altruismus, Streben nach Wissensaufbau, Reputation und Lernen zusammen.⁹⁶²

Freie Software entsteht meist „zunächst nicht auf Anweisung eines Vorgesetzten oder Auftraggebers. Sie ist vielmehr eine eigenmotivierte Tätigkeit, angetrieben von dem Wunsch ein auf der Hand liegendes Problem bei der Arbeit oder Forschung zu lösen.“⁹⁶³ Der Anteil intrinsischer Motivation muss somit im Fall der Erstellung freier Software als sehr hoch und weitgehend unabhängig von monetären Größen eingestuft werden.⁹⁶⁴

In einer Auswertung zahlreicher empirischer Studien zu Anreizen für die Entwicklung von freier Software – mit Fokus auf Open-Source-Software – identifizierte LUTHIGER folgende Anreizfaktoren:⁹⁶⁵

- Gebrauch
- Reputation und Signalfunktion
- Identifikation mit der Gruppe
- Lernen
- Spaß

⁹⁶¹ Vgl. Luthiger (2004), S.2

⁹⁶² Vgl. Becker/Winkelmann/Philipp (o.J), S.8 in einer Zusammenfassung von Luthiger (2004) und Luthiger Stoll (2006)

⁹⁶³ Grassmuck (2002), S.236

⁹⁶⁴ Luthiger (2004), S.5 gibt beispielsweise an: Die Programmierer in einem Open-Source-Projekt können üblicherweise nicht über direkte monetäre Anreize zu einem Engagement oder zur Steigerung ihres Engagements bewegt werden.

⁹⁶⁵ Vgl. Luthiger (2004) S.3-5 für die Aufzählung in einer zusammenfassenden Auswertung der dort angegebenen Studien; Eine vollständige Auflistung der Studien mit Angabe der Zielsetzung, Befragungsmethode, Umfang und den wesentlichen Ergebnissen findet sich bei Luthiger im Anhang.

In der Studie von HERTEL⁹⁶⁶ et al. wurde „Spaß“ mit 4,6 Punkten auf einer fünfpunktigen Likertskala am höchsten bewertet. Der Studie von HARS/OU zu Folge sind wurde Selbstbestimmung als Motivationsfaktor hoch bis sehr hoch bewertet, für Studierende und Hobbyprogrammierer wurde der Lerneffekt als überdurchschnittlich wichtig angegeben.⁹⁶⁷ Geld verdienen der Studie von ROBLES et al. zu Folge nur 21% der OS-Entwickler mit ihrer Tätigkeit.⁹⁶⁸

Ausgehend von diesen Ergebnissen wird die Möglichkeit einer Entscheidung über Weiterführung oder Abbruch eines Projektes zur Entwicklung freier Software, basierend auf rein monetären Größen, als nicht sinnvoll erachtet. Daher sollen dahingehende Softwareentwicklungsprojekte für diese Arbeit ausgeklammert werden. Eine Reduzierung auf rein monetäre, direkte oder indirekte Erträge würde hierbei zu kurz greifen; eine Berücksichtigung aller weiteren Anreizfaktoren und deren Wirkungen und ggf. Wechselwirkungen sowie deren Quantifizierung in monetären Größen kann hingegen keine validen Ergebnisse liefern.

Jedoch sollen im Folgenden in Anlehnung an das hier entwickelte Modell Ertragspotenziale und Bewertungsmöglichkeiten für *freie Software* aufgezeigt werden. Eine ausschließliche Bewertung über diese Faktoren greift jedoch – wie bereits ausgeführt – zu kurz und wird daher im Entscheidungsmodell nicht vorgenommen.

10.1.2.2 Ertragspotenziale für freie Software

Nach GEHRING hängt die Profitabilität bei *freier Software* mit „der geschickten Kombination unterschiedlicher Wertschöpfungsaktivitäten im Geschäftsmodell zusammen. Dienstleistungen und integrierte Lösungen statt reiner Softwareprodukte tragen den wesentlichen Anteil zum Geschäft bei.“⁹⁶⁹ Bei der Ermittlung von Ertragspotenzialen müssen zudem Effekte durch Eigennutzung und Möglichkeiten zukünftiger Vorteile Beachtung finden.

⁹⁶⁶ Hertel et al. (2003) zitiert nach Luthiger (2004), S.12

⁹⁶⁷ Hars/Ou (2001) zitiert nach Luthiger (2004), Anhang-1

⁹⁶⁸ Robles et al. (2001) zitiert nach Luthiger (2004), Anhang-1

⁹⁶⁹ Gehring (im Interview: 2009), S.12

Je nach Einsatzgebiet der freien Softwarelösung können verschiedene Ertragspotenziale ausgemacht werden.

10.1.2.2.1 Innerbetriebliche Wirkungen

„Die einfachste Begründung dafür, dass sich ein Softwareentwickler für ein Open-source-Projekt engagiert, ist, dass er die von diesem Projekt erzeugte Software gebrauchen kann.“⁹⁷⁰

Beispielsweise wurde „Pegasus Mail“ entwickelt, um ein fehlendes E-Mailsystem in einem Novell Net-Weaver-Netzwerk zu implementieren.⁹⁷¹ Auch die Entwicklung von Linux entsprang Eigenbedürfnissen:

„Ich wollte ein System haben, das ich selbst auf meiner Maschine nutzen konnte, bis es etwas Besseres gäbe.“⁹⁷²

In diesem Sinne kann die Ertrags-Ermittlung in dieser Hinsicht an die der Kategorie ‚Individuelle Softwarelösungen zur unternehmensinternen Verwendung‘ angelehnt werden. Da durch die eigenständige Neu- oder Weiterentwicklung der freien Software ein Eigenbedarf abgedeckt wird, können damit erzielte Verbesserungen, beispielsweise Effizienzsteigerungen oder Einsparpotenziale, als Nutzen der Eigenentwicklung monetär bewertet und somit dem ‚Freie Software‘-Projekt als Ertrag zugewiesen werden. Detaillierte Ausführungen zur Identifikation und Bewertung innerbetrieblicher Wirkungen finden sich in Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**

10.1.2.2.2 Marktorientierte Wirkungen

10.1.2.2.2.1 Reputation und Signalfunktion

Durch die (Mit-)Entwicklung an Projekten zur Erstellung freier Software werden – wie bereits ausgeführt – mit der Vermarktung der Software i.d.R. keine direkten monetären Verkaufserlöse angestrebt werden. Daher ist der unmittelbare Verdienst der

⁹⁷⁰ Luthiger (2004), S.3; eine entsprechende Begründung findet sich auch bei Grassmuck (2009), S.2

⁹⁷¹ Vgl. Grassmuck (2002), S.236 in einer Zusammenfassung von „History of Pegasus Mail“

⁹⁷² Sommerfeld (1999), Kapitel 7 zitiert nach Grassmuck (2002), S.236

Entwickler freier Software meist sehr gering⁹⁷³, oder sie arbeiten gänzlich umsonst. Der bereits angesprochenen Studie von ROBLES zu Folge, verdienen nur 21% der OS-Entwickler Geld mit dieser Tätigkeit.⁹⁷⁴

Jedoch verbinden viele Entwickler mit ihrem Engagement in Projekte zur Entwicklung freier Software die Hoffnung, durch einen Zugewinn an Reputation zukünftige monetäre Erträge, beispielsweise höhere Preise für ihre Arbeitsleistung oder geringere Kapitalbeschaffungskosten, zu erzielen.⁹⁷⁵ Die bei Luthiger kategorisierten Punkte „Reputation und „Signalfunktion“⁹⁷⁶ spielen somit eine wichtige Rolle. In der Studie von ROBLES wurde wiederum ermittelt, dass zwar 54% der OS-Entwickler von ihrem Engagement im Open Source Bereich beruflich bisher nicht profitiert haben, wobei jedoch 26% hoffen, dass dies in Zukunft eintritt.⁹⁷⁷

Diese Erwartungen bedingen jedoch, dass die Eigenleistungen des Entwicklers in Qualität und Umfang diesem zugeordnet werden können. Hierbei ist zwischen Freeware-Projekten, im Sinne von kostenlos zur Verfügung gestellter proprietärer Software (ohne Offenlegung des Quellcodes), und Open-Source-Software zu unterscheiden. Während es im Bereich der Freeware-Entwicklung dem oder den Programmierern obliegt, ihre Namen in der erstellten Software kenntlich zu machen, gestaltet sich dies bei Open-Source-Projekten schwieriger.

LUTHIGER stützt seine Ausführungen dabei auf eine Studie von LERNER und TIROLE, wenn er ausführt, dass die Offenlegung des Quellcodes in Verbindung mit der Einhaltung der Normen der Softwareentwicklungsgemeinschaft – beispielsweise das Verbot, Namen aus dem Code zu entfernen – mittlerweile dazu führt, „dass die Beiträge der einzelnen Entwickler sehr gut verfolgt werden können.“⁹⁷⁸ Auch GRASSMUCK führt dazu aus, dass gerade „bei den jüngeren Projekten [...] stärker

⁹⁷³ Beispielsweise durch Sponsoring oder Ähnliches

⁹⁷⁴ Robles et al. (2001), S.11

⁹⁷⁵ Vgl. Luthiger (2004), S.3

⁹⁷⁶ Vgl. Luthiger (2004), S.3

⁹⁷⁷ Robles et al. (2001) zitiert nach Luthiger(2004), S.11

⁹⁷⁸ Luthiger (2004), S.3 basierend auf Ergebnisse von Lerner/Tirole (2001)

auf das – im Übrigen urheberpersönlichkeitsrechtlich verbrieft – Recht auf Namensnennung geachtet⁹⁷⁹ wird.

Eine monetäre Bewertung dieser, möglicherweise zukünftig erzielbaren, Erträge aufgrund von Reputationszugewinn lässt sich nur schwer vornehmen. Eine Möglichkeit der investitonstheoretischen Berücksichtigung bietet die Real-Optionen-Theorie, welche in Kapitel 12.2.3 in Hinblick auf eine mögliche Erweiterung zum hier entwickelten Modell überblickhaft dargestellt wird. Jedoch soll dabei nicht en detail auf Bewertungspotenziale für freie Software eingegangen werden.

10.1.2.2.2 Werbeeinnahmen

Neben dieser Ausrichtung auf möglicherweise zukünftig realisierbare Vorteile durch die Teilnahmen an einem Projekt zur Erstellung *freier Software* können mit derartigen Softwareprodukten auch anderweitige Erträge am Markt erzielt werden. Diese Vermarktungsmöglichkeiten bieten sich schwerpunktmäßig für Freeware (mit proprietärem Quellcode). Hierbei gestalten sich die Einnahmemöglichkeiten – vornehmlich über Werbekunden – vielfältig, über Sponsoring, Spenden, Werbung und Ähnliches und sollen hier aufgrund der Heterogenität der möglichen Modelle nicht detailliert aufgelistet werden.

10.1.2.2.3 Ertragsgenerierung über Supportaktivitäten

Bei freier Software – sowohl im Open-Source-Bereich als auch bei Software mit proprietärem Quellcode – können schwerpunktmäßig bei größeren Projekten zudem Erträge über die Bereitstellung von Support-Dienstleistungen für das kostenlose Softwareprodukt generiert werden.⁹⁸⁰ Durch die Anpassung des kostenlosen Softwareproduktes an spezifische Gegebenheiten beim Benutzer im Zuge des Customizing können hierbei zum Teil hohe Erträge erzielt werden.

Auch Updates oder Hilfeleistungen für den Softwarenutzer können entgeltlich angeboten werden. Dem kann entgegengestellt werden, dass hauptsächlich im Bereich der

⁹⁷⁹ Grassmuck (2002), S.238

⁹⁸⁰ Grassmuck (im Interview: 2009), S.5 Ghosh (Im Interview: 2009), S.2; bei Ghosh wird dies bereits als wirtschaftlich motivierte Softwareerstellung gesehen.

Open-Source-Software die erstellende Gemeinschaft – „Community“ – diesen Support für Alle in Internet-Foren bereitstellt. An dieser Stelle wird eine Vielzahl auftretender Probleme diskutiert und gelöst. Jedoch ist eine Nutzung dieser Foren für den Anwender der Software oftmals schwierig. GRASSMUCK verweist dabei auf den rauen Umgangston in diesen Communities bei zu laienhaften Fragen.⁹⁸¹ Somit ist für viele Nutzer ein professionell erbrachter Support hilfreich und notwendig.

Auch kann die kostenlose Verfügbarkeit eines Produktes die Kaufentscheidung für ein damit in Verbindung stehendes, kostenpflichtiges Produkt fördern. Als Beispiel hierfür kann der weit verbreitete Acrobat Reader mit den dazu gehörigen kommerziellen Erweiterungen genannt werden.

10.2 Ertragsprognose für Individualsoftware

	Direkter Ertrag		Indirekter Ertrag	
Standardprodukt-erstellung	Kommerzielle Software		Freie Software	
Individuelle Produkt-gestaltung	Individualsoftware zum Festpreis	Individualsoftware mit aufwandsbezogener Bepreisung	Software als Teil eines Absatzgutes	Individuelle Softwarelösungen zur unternehmens-internen Verwendung

Abbildung 79: Kategorisierung „individuelle Produktgestaltung“⁹⁸²

Wie in Kapitel 5.3.2 beschrieben, richten sich Projekte zur Erstellung von Individualsoftware an den Bedürfnissen eines einzelnen Benutzers oder eines sehr begrenzten Nutzerkreises aus. Dieser begrenzte Nutzerkreis ist in der Regel direkter Auftraggeber des Projektes. In der Studie der GfK/IESE/ISI wird die Grenze für Individualsoftware bei weniger als 100 Installationen gezogen.⁹⁸³ Je nach Vertragsvereinbarung kann hierbei mit dem Auftraggeber die Entwicklung des Softwareproduktes zu einem

⁹⁸¹ Grassmuck(2009), S.2

⁹⁸² Eigene Darstellung

⁹⁸³ Vgl. GfK/IESE/ISI(2000), S.71

vorab festgelegten Festpreis oder zu einem projektaufwandsbezogenem Preis erfolgen. Auch Mischformen sind möglich.⁹⁸⁴

Im Rahmen dieser Arbeit soll nicht auf rechtliche Aspekte und Details bei der Ausgestaltung von Verträgen über IT-Leistungen eingegangen werden. Es sei auf entsprechende Fachliteratur verwiesen.⁹⁸⁵ Das Entscheidungsmodell dieser Arbeit wird rein unter ökonomischen Gesichtspunkten gebildet. Die Arbeit widmet sich somit ausschließlich der Frage, ob ein Softwareentwicklungsprojekt unter Wirtschaftlichkeitsaspekten abgebrochen werden müsste oder weitergeführt werden sollte. Einschränkungen in der Möglichkeit vorzeitiger Abbrüche aufgrund individueller Vertragsgestaltungen – beispielsweise Vertragsstrafen - werden hierbei nicht berücksichtigt.

Es wird folglich davon ausgegangen, dass der zugrunde liegende Projektvertrag einen Projektabbruch zu jedem Zeitpunkt zulässt und ggf. bereits geflossene Zahlungen nicht zurückgezahlt werden müssen. Gestalten sich diese angenommenen Vertragsbedingungen im Anwendungsfall anders, muss das entwickelte Entscheidungsmodell entsprechend angepasst werden.

Muss eine Projektabbruchentscheidung aufgrund der individuellen Vertragsgestaltung als unmöglich angesehen werden – muss somit das begonnene Projekt zwingend zu Ende geführt werden – eignet sich das in dieser Arbeit entwickelte Modell auch für eine Abschätzung der durch die Projektweiterführung entstehenden Verluste. Es kann somit auch in diesem Fall eingesetzt werden, um die Planungssicherheit im projektdurchführenden Unternehmen zu erhöhen.

⁹⁸⁴ Vgl. Kapitel 10.2.3

⁹⁸⁵ Beispielsweise: Zahrnt (2008)

10.2.1 Entwicklung von Individualsoftware zum Festpreis

	Direkter Ertrag		Indirekter Ertrag	
Standardprodukt-erstellung	Kommerzielle Software		Freie Software	
Individuelle Produkt-gestaltung	Individualsoftware zum Festpreis	Individualsoftware mit aufwandsbezogener Bepreisung	Software als Teil eines Absatzgutes	Individuelle Softwarelösungen zur unternehmensinternen Verwendung

Abbildung 80: Kategorie "Individualsoftware zum Festpreis"

Softwareentwicklung zum **Festpreis** ist vor allem für kleinere Projekte weit verbreitet und gilt als das bekannteste Preismodell.⁹⁸⁶ Dabei wird bereits zu oder noch vor Beginn des Projektes in der Angebotsphase ein Preis für die Abwicklung des gesamten Projektes kalkuliert und vertraglich festgelegt.

10.2.1.1 Ertragsprognose bei Festpreisvereinbarungen

Der Festpreis für ein Softwareprodukt wird meist so kalkuliert, das er die Kosten der Entwicklung vollständig abdeckt und aus dem Erlös nach Abzug aller Kosten ein Überschuss erwirtschaftet wird.⁹⁸⁷ „Ist der Aufwand größer, als ursprünglich veranschlagt, zahlt der Auftragnehmer drauf. Kommt der Auftragnehmer mit weniger aus, hat er einen größeren Gewinn, der Auftraggeber zahlt trotzdem den vollen Preis.“⁹⁸⁸ Da das Risiko der Aufwandsüberschreitung somit – zumindest dem Grundgedanken nach – ausschließlich beim projektdurchführenden Unternehmen liegt, muss gerade bei Festpreisprojekten die Frage nach der Wirtschaftlichkeit einer Projektdurch- bzw. weiterführung im Fokus liegen.

Für eine Kalkulation der, durch das Projekt entstehenden, Aufwände bereits vor oder zu Beginn des Projektes fehlen oftmals geeignete Daten über Umfang und Dauer, die

⁹⁸⁶ Vgl. Oestereich (2006), S.1 für den zweiten Teil des Satzes

⁹⁸⁷ Vgl. Waldbauer/Kütz (2003), S.13

⁹⁸⁸ Oestereich (2006), S.1

als Basis einer Aufwandsschätzung herangezogen werden könnten.⁹⁸⁹ Risiken werden zum Teil gänzlich aus der Betrachtung ausgeklammert.⁹⁹⁰ Wie die, in Kapitel 6.2.2.2 ausgewerteten, empirischen Studien zeigen, werden die ursprünglich geschätzten Aufwände, die der Festpreisvereinbarung zu Grunde liegen, oftmals weit überschritten.

Das Festpreismodell wird, vor allem vor dem Hintergrund neuerer Prozessmodelle in der Softwareentwicklung, als problematisch angesehen. Wie in Kapitel 4.3.2 beschrieben, werden beispielsweise auch im, hier schwerpunktmäßig betrachteten, RUP Anforderungen sukzessive erhoben, stehen somit vor oder zu Beginn des Projektes nicht en detail fest.

HÜRTEEN schildert diese Problematik wie folgt:

„Bei Ausschreibungen für die Erstellung von Softwareprodukten werden bis auf wenige Ausnahmen Festpreise verlangt, obgleich nur globale Aufgabenbeschreibungen vorliegen. Bei der Abrechnung wird dann darüber gestritten, ob und welche zusätzlichen Leistungen in Rechnung gestellt werden dürfen.“⁹⁹¹

Auch ROOCK/WOLF kritisieren die Kombination aus Festpreisvereinbarung und noch unklaren Anforderungen vor dem Hintergrund agiler Softwareentwicklung⁹⁹² in ihrem Vortrag „Festpreisvertrag und agil nützt nicht viel!“.⁹⁹³ Zum Teil wird einer Entwicklung zum Festpreis vor dem Hintergrund neuer Softwareengineering-Modelle gänzlich die Berechtigung abgesprochen.⁹⁹⁴ Bei ENGELS/LOHMANN/WAGNER wird dahingehend – mit Bezug zum RUP – vorgeschlagen dass erst am Ende der Elaboration-Phase ein Festpreis vereinbart wird.⁹⁹⁵ „Das über-

⁹⁸⁹ Daubner/Henrich (2003), S.2

⁹⁹⁰ Bspw. ausgeführt bei DeMarco/Lister (2003), S.7

⁹⁹¹ Hürten (2005), S.87

⁹⁹² Die Begriffe agil und iterativ/inkrementell werden in der Literatur häufig synonym gebraucht oder in unmittelbare Verbindung gesetzt; beispielsweise bei Oestereich (2006), S.1

⁹⁹³ Roock/Wolf (o.J.)

⁹⁹⁴ Beispielsweise bei Göbel (2006), S.16 und Oestereich (2006), S.1

⁹⁹⁵ Engels/Lohmann/Wagner (o.J.), S.12

geordnete Ziel dieser Phase ist, die größten Projektrisiken soweit auszuschalten, dass am Ende dieser Phase eine Festpreisentwicklung möglich ist.⁹⁹⁶

Im Rahmen dieser Arbeit soll eine Diskussion über den Sinn von Festpreisentwicklungen in Kombination mit iterativer Anforderungsermittlung im Rahmen neuerer Vorgehensmodelle in der Softwareentwicklung – beispielsweise RUP, Extrem Programming, Rapid Prototyping, Scrum usw. – unterbleiben. Es ist zu bedenken, dass neben zahlreicher Kritik an Festpreisvereinbarungen auch Marketing-Effekte zu berücksichtigen sind, da ein Angebot zum Festpreis dem Kunden ein Gefühl der Sicherheit vermittelt und somit die Kaufentscheidung fördern kann.

„Der vorrangige Grund [für den Wunsch nach einem Festpreisvertrag beim Auftraggeber] liegt in dem Glauben, dass das komplette Kostenrisiko und ein Großteil des Projektmanagements auf den Auftragnehmer übertragen werden könnten. Zusätzlich kommt die mit dem Festpreis vermeintlich verbundene Kalkulationssicherheit den Budgetierungsprozessen der Controlling-Abteilungen entgegen.“⁹⁹⁷ Bei OECHTERING wird dieses Gefühl der Sicherheit jedoch als „*Trügerischer Schutz*“ gesehen, da durch Budgetüberschreitungen, Krisen, Abbrüche und vor allem Mehrdeutigkeiten in der Leistungsbeschreibung Probleme für beide Vertragspartner entstehen können.⁹⁹⁸

Unberührt von obigen Kritikpunkten wird derzeit Software in einer Vielzahl von Projekten nach wie vor zum Festpreis entwickelt. Daher stellt diese Projektkategorie einen wichtigen Teilbereich der Softwareentwicklung dar. Eine Aufnahme in das hier entwickelte Entscheidungsmodell muss somit als sinnvoll erachtet werden. Dabei wird für diese Arbeit angenommen, dass – wie durch Festpreisverträge naturgemäß induziert – der Ertrag des Projektes bereits zum Zeitpunkt des Vertragsabschlusses festgelegt ist, somit auch zum Entscheidungszeitpunkt in seiner Höhe bekannt ist. Die Ertragsseite wird folglich durch den zu Projektbeginn festgesetzten Preis be-

⁹⁹⁶ Engels/Lohmann/Wagner (o.J.), S.12; Diese Ansicht stimmt mit den hier getroffenen Annahmen in Kapitel 9.3.2.3.1 überein, dass die Modellierung eines „schleichenden Funktionszuwachses“ erst gegen Ende oder nach Abschluss der Elaboration-Phase sinnvoll ist.

⁹⁹⁷ Oechtering (2003), S.1

⁹⁹⁸ Vgl. Oechtering (2003), S.1 und S.4

stimmt. Dieser Festpreis realisiert sich in einer Einzahlung zu Projektende oder zu einem definierten Zeitpunkt nach Projektende.⁹⁹⁹

Die Ertragsprognose im Fall der Festpreisentwicklung gestaltet sich somit einfach:

$$E = F$$

Formel 20: Ertragsprognose bei Festpreisprojekten

mit:

E prognostizierter Ertrag

F vereinbarter Festpreis (netto)

Wird die Zahlung des Festpreises vom Auftraggeber erst nach Fertigstellung des kompletten Softwareproduktes geleistet und ist keine Zwischen-Abrechnung möglich, kann obige Formel entsprechend ins Entscheidungsmodell übernommen werden. Dies kann bei Festpreisvereinbarungen v.a. für kleinere Projekte als Regelfall betrachtet werden.

10.2.1.2 Berücksichtigung von Meilensteinfaktura

Nach OECHTERING besteht oftmals die Möglichkeit „Teilzahlungen vertraglich an die Erreichung von Meilensteinterminen zu binden.“¹⁰⁰⁰ Dabei werden dem Auftraggeber vom softwareentwickelnden Unternehmen Zwischenergebnisse zur Teilabnahme vorgelegt und fakturiert.¹⁰⁰¹ Diese Teilfaktorierung zu definierten Meilensteinen wird im betrieblichen Umfeld auch als ‚*Meilensteinfaktura*‘ bezeichnet. Dabei werden erbrachte Leistungen beim Erreichen bestimmter Meilensteine im Projekt fakturiert.¹⁰⁰² Meilensteinfaktura kann dabei analog zu der in Kapitel 10.1.1.4 dargestellten Unterscheidung nach HUBNER in ein- und zweiseitige Projekte gesehen werden.¹⁰⁰³ „Das Problem gerade in der [Individual-]Softwareentwicklung liegt [je-

⁹⁹⁹ Mögliche steuerliche Effekte sollen hierbei wiederum ausgeklammert werden. Auf Effekte durch Abzinsung wird in Kapitel 11 eingegangen.

¹⁰⁰⁰ Oechtering (2003), S.3

¹⁰⁰¹ Vgl. Oechtering (2003), S.3

¹⁰⁰² Vgl. Frick et al. (2007), S.117

¹⁰⁰³ Vgl. Hubner (1996), S.159

doch] in der qualitativen Bewertung von Zwischenergebnissen hinsichtlich ihres Beitrags zum Endprodukt.“¹⁰⁰⁴

Wurden vom Auftraggeber bereits Teile des Softwareproduktes abgenommen und Teilzahlungen geleistet, sind diese bei der Bewertung einer Projektweiterführung zu berücksichtigen. Als wesentlich muss dabei die individuelle Vertragsgestaltung gesehen werden, vor allem in Hinsicht darauf, ob bereits geleistete Teilzahlungen bei einem Projektabbruch rückerstattet werden müssen. Das Entscheidungsmodell ist je nach Vertragsinhalt anzupassen. In der hier in Kapitel 11 entwickelten Grundform des Modells wird Meilensteinfaktura nicht explizit berücksichtigt; bei alternativer Vertragsgestaltung sind entsprechende Anpassungen durchzuführen.

Wird davon ausgegangen, dass bereits Teilzahlungen geleistet wurden und diese im Falle eines Projektabbruchs nicht zurückerstattet werden müssen, erweitert sich Formel 20 wie folgt:

$$E = F - \sum_{i=1}^I Z_i$$

Formel 21: Restertragsprognose bei Festpreisvertrag mit Meilensteinfaktura¹⁰⁰⁵

mit

E prognostizierter (Rest-)Ertrag bei Projektweiterführung

F vereinbarter Festpreis (netto)

Z_i Teilzahlung bei Erreichung von Meilenstein i

I Anzahl der bereits realisierten Faktura-Meileinsteine

Es sei auch hier – wie bereits in Kapitel 10.1.1.4 – darauf hingewiesen, dass im Entscheidungsmodell nur die Möglichkeiten „Projektabbruch zum Entscheidungszeitpunkt“ und „Realisierung des Gesamtprojektes“ bewertet werden. Die Vorteilhaftigkeit von bis zu zukünftigen Meilensteinen möglichen Teilrealisierungen wird hier nicht geprüft.

¹⁰⁰⁴ Oechtering (2003), S.3

¹⁰⁰⁵ Auf die Modellierung von Zinseffekten wurde hier verzichtet. Eine dynamische Betrachtung der einzelnen Softwarekategorien erfolgt erst auf Stufe V der Modellbildung.

10.2.2 Entwicklung individueller Softwarelösungen zu aufwandsbezogenen Preisen

	Direkter Ertrag		Indirekter Ertrag	
Standardprodukt-erstellung	Kommerzielle Software		Freie Software	
Individuelle Produkt-gestaltung	Individualsoftware zum Festpreis	Individualsoftware mit aufwandsbezogener Bepreisung	Software als Teil eines Absatzgutes	Individuelle Softwarelösungen zur unternehmens-internen Verwendung

Abbildung 81: Kategorie "Individualsoftware mit aufwandsbezogener Bepreisung"

Für eine Abrechnung von Projekten gemäß dem entstandenen Aufwand (nach Zeit und/oder Material) verwendet OESTEREICH den Begriff des *Aufwandspreises*.¹⁰⁰⁶ In der wissenschaftlichen Literatur existieren vergleichsweise wenige Ausführungen zu dieser – in der Praxis weit verbreiteten Form – der Bepreisung.

*„Aufwandabhängige Vergütungen sind in IT-Projekten [...] von grosser (sic.) Bedeutung. Für solche Leistungen sollten Tages- oder Stundenansätze, Anforderungsprofile, Reisezeitentschädigungen, Nebenkosten etc. vertraglich möglichst präzise definiert werden. Der Leistungserbringer trägt die Beweislast für Höhe und Notwendigkeit des Aufwands.“*¹⁰⁰⁷

Wird eine projektaufwandsbezogene Bepreisung des Projektes vereinbart, so wird in der Regel bei größeren Projekten nach Tagessätzen abgerechnet. Bei kleineren Projekten kann die Abrechnung auch auf Stundenbasis erfolgen. Der durchschnittliche Stundensatz bei Softwareentwicklern lag dabei 2008 nach Angaben der Zeitschrift Computerwelt bei 62 Euro¹⁰⁰⁸, der Tagessatz pendelt bei der Betrachtung zahlreicher Angebote im Internet derzeit um ca. 500 Euro. Für diese Arbeit sollen lediglich Ta-

¹⁰⁰⁶ Vgl. Oestereich (2006), S.2

¹⁰⁰⁷ Straub (2007), S.117

¹⁰⁰⁸ Holy (2008), S.1

gessätze berücksichtigt werden, Stundensätze werden als zu feingranular erachtet. Weitere Nebenleistungen, wie beispielsweise Reisekosten¹⁰⁰⁹, werden im Modell nicht berücksichtigt, da sie in der Regel eins zu eins auf den Kunden umgelegt werden und somit für eine Entscheidung für oder gegen einen Projektabbruch nicht entscheidungsrelevant sind. Werden hierdurch in Sonderfällen zusätzliche Erträge generiert, kann das Modell entsprechend angepasst werden.

Diese variable Form der Bepreisung, in der Ausgestaltung des Aufwandspreises, verlagert analog zu obigen Ausführungen die Risikosituation weg vom Auftragnehmer hin zum Auftraggeber. Im Fall eines reinen Aufwandspreises sind die Gesamtkosten für den Auftraggeber theoretisch unbegrenzt.¹⁰¹⁰

Der Aussage „Der Auftragnehmer bekommt seinen geleisteten Aufwand in jedem Fall bezahlt“¹⁰¹¹ kann jedoch nur mit Einschränkung zugestimmt werden. Diese Einschränkung bezieht sich darauf, dass beim Kunden i.d.R. nur tatsächlich geleistete Arbeitstage abgerechnet werden können – der Auftragnehmer trägt somit auch weiterhin einzelne Risiken voll. Entsprechend den Ausführungen in Kapitel 6, 7.1. und 9 sind dies v.a.:

- Fehlzeiten wie Urlaub/Krankenstand usw.
- Weiterbildungsaufwand

Zudem behält der Kunde i.d.R. das Recht zum Projektabbruch.

¹⁰⁰⁹ Beispiel entnommen aus Oestereich (2006), S.2

¹⁰¹⁰ Vgl. Oesertereich (2006), S.2; Eine Differenzierung nach Eignung für Wasserfallmodelle oder iterative Entwicklung ist ihm zu Folge bei diesem Preismodell nicht notwendig: „Dieses Preismodell ist sowohl bei einem Wasserfallvorgehen als auch bei einer iterativen Vorgehensweise anwendbar.“, S.2

¹⁰¹¹ Oestereich (2006), S.2

„Bei Verträgen mit Vergütung nach Aufwand liegt die Kostenkontrolle auch innerhalb eines Vertragsverhältnisses beim Kunden. Hier wird der Dienstleister regelmäßig, üblicherweise einmal pro Woche, eine Abrechnung der aufgelaufenen Stunden überreichen. Sie können erwarten, dass nicht nur die Stundenzahlen kommuniziert, sondern dass diese auch heruntergebrochen werden auf Mitarbeiter und erbrachte Leistungen.“¹⁰¹²

Auf die Ermittlung geeigneter Stunden- oder Tagessätze wird hier nicht eingegangen. Für die in dieser Arbeit vorgenommene (Rest-)projektbewertung werden abzurechnende Tagessätze als gegebener Wert angenommen. Jedoch können die Ausführungen in Kapitel 9 zur Aufwandsschätzung unter Berücksichtigung von Kernrisiken als Anhaltspunkt für die Festlegung dienen.

Sofern die, mit dem Kunden vereinbarten, Tages- bzw. Stundensätze risikobedingte Mehraufwände abdecken und ein reiner Aufwandspreis vereinbart wurde – das projektdurchführende Unternehmen seinen Aufwand somit in jedem Fall bezahlt bekommt – ist eine Betrachtung von Projektabbruchentscheidungen aus Wirtschaftlichkeitsaspekten im Einprojektbetrieb weitgehend unerheblich. Da jedoch auch die Abschätzung risikoabdeckender Tagessätze problematisch ist und das Entscheidungsmodell generisch für verschiedene Projektarten konzipiert werden soll, soll auch diese Art der Preissetzung darin abgebildet werden.

Der Einzahlungsstrom gemäß dem Modell berechnet sich dabei, wiederum auf Basis der Nettopreise – wie folgt:¹⁰¹³

$$E = D \cdot s_d$$

Mit

E prognostizierter (Rest-)ertrag bei Projektweiterführung

D Anzahl der bis Projektende **zusätzlich** abzurechnenden Personentage

s_d durchschnittlicher Tagessatz je Projektmitarbeiter

¹⁰¹² Stoyan(2004), S.157

¹⁰¹³ Auf die Modellierung von Zinseffekten wurde hier verzichtet. Eine dynamische Betrachtung der einzelnen Softwarekategorien erfolgt erst auf Stufe V der Modellbildung.

Dabei wird angenommen, dass bis zum Entscheidungszeitpunkt bereits „aufgewendete“ Personentage, unabhängig von der Weiterführung des Projektes in jedem Fall abgerechnet werden können. Analog zu den Ausführungen in Kapitel 10.2.1.2 sei somit eine Faktura zu jedem Zeitpunkt möglich. Bei davon abweichende Vertragsgestaltungen – beispielsweise bei Faktor-Möglichkeiten nur zu bestimmten Meilensteinen – ist das Modell entsprechend anzupassen.

Können somit Teilleistungen in Form von Personentagen unabhängig von einer Projektweiterführung fakturiert werden, dürfen für das Entscheidungsmodell nur die Leistungen berücksichtigt werden, die bei einer Weiterführung zusätzlich erbracht und fakturiert werden können.

Die Anzahl der bei Projektweiterführung abzurechnenden Personentage bestimmt sich im hier entwickelten Modell über den zeitlichen Projektrestaufwand und die Teamgröße. Auf die Bestimmung dieser in Abhängigkeit von der Aufwandsschätzung, wird im Rahmen der Modellbildung in Kapitel 11 eingegangen. Auch Abzinsungseffekte werden dort berücksichtigt.

Die Berechnung basiert dabei vereinfachend auf dem durchschnittlichen Tagessatz eines Projektmitarbeiters über das gesamte Projektteam. Für die explizite Berücksichtigung von Unterschieden zwischen den Abrechnungssätzen einzelner Teammitglieder ist die Berechnung entsprechend zu anzupassen.

Einschränkungen der hier ausgeführten Betrachtungsweise ergeben sich bei der Berücksichtigung von Projektportfolios. Es kann hierbei der Fall auftreten, dass durch außerplanmäßig lange Projektlaufzeiten Ressourcen durch das Projekt gebunden werden und dadurch die Realisierung geplanter Folgeprojekte verzögert oder unmöglich wird. Hieraus können Verluste durch mangelnde Auslastung in der Folgezeit des Projektes oder Vertragsstrafen resultieren. Auch Folgewirkungen beispielsweise durch Kundenzufriedenheit müssten hierbei Berücksichtigung finden. Diese Betrachtungen des Multiprojektmanagements sollen jedoch für dieses Modell ausgeklammert werden. Dahingehende Erweiterungen bieten Raum für weitere Forschung.

10.2.3 Mischformen fester und variabler Projektbepreisung

	Direkter Ertrag	Indirekter Ertrag
Standardprodukt-erstellung	Kommerzielle Software	Freie Software
Individuelle Produkt-gestaltung	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; display: inline-block;"> Mischformen </div>	Software als Teil eines Absatzgutes Individuelle Software-lösungen zur unternehmens-internen Verwendung

Abbildung 82: Mischformen fester und variabler Projektbepreisung

Berücksichtigt man aktuelle Tendenzen bei der Vertragsgestaltung zu Individual-Softwareentwicklungsprojekten, bilden sich derzeit eine Vielzahl von Preismodellen, die weder rein der Festpreisvariante noch der aufwandsbezogenen Abrechnung zugeordnet werden können. Diese **Mischformen** sollen im Folgenden überblickhaft dargestellt werden, wobei auch auf Anpassungsmöglichkeiten des hier entwickelten Modells Bezug genommen wird. Detaillierte Erweiterungen des Modells auf die einzelnen Ausgestaltungen der Preismodelle sollen jedoch aufgrund der Variantenvielfalt (durch Möglichkeiten der individuellen Vertragsgestaltung) unterbleiben.

Die folgenden Ausführungen orientieren sich schwerpunktmäßig an der Kategorisierung nach OESTEREICH.¹⁰¹⁴

10.2.3.1 Aufwandsbezogener Preis mit Obergrenze

Die Vertragspartner vereinbaren in dieser Ausgestaltung einen aufwandsbezogenen Projektpreis, beispielsweise auf Basis von Tagessätzen und einen verbindlichen Maximalpreis für das Projekt.¹⁰¹⁵ Bei STRAUB werden derartige Maximalpreise als „**Kostendächer**“ bezeichnet.¹⁰¹⁶

¹⁰¹⁴ Vgl. Oestereich (2006)

¹⁰¹⁵ Vgl. Oestereich (2006), S.2

¹⁰¹⁶ Vgl. Straub (2007), S.140

„Kostendächer sind Preisobergrenzen für variable Vergütungen. Sie betreffen stets das ganze Preis-Leistungsverhältnis und erfordern somit auch eine präzise Definition der umfassten Leistungen.“¹⁰¹⁷

Aus Auftragnehmersicht – somit aus Sicht des projektdurchführenden Unternehmens – ist diese Art der Vertragsgestaltung nachteilig. „Ist der Aufwand größer, als ursprünglich veranschlagt, zahlt der Auftragnehmer drauf. Kommt der Auftragnehmer mit weniger aus, hat der Auftraggeber Kosten gespart.“¹⁰¹⁸ Somit darf angenommen werden, dass derartige Vertragsvereinbarungen lediglich aus vertriebstechnischen Überlegungen angeboten werden, um Kunden mit einerseits hohem Sicherheitsbedürfnis und andererseits niedriger Zahlungsbereitschaft zu gewinnen. Der Auftragnehmer trägt in dieser Vertragsausgestaltung jedoch „ein erhebliches wirtschaftliches Risiko, ohne dass dem eine angemessene, dieses Risiko rechtfertigende Chance gegenüber steht.“¹⁰¹⁹

Geht man davon aus, dass die abzurechnende variable Vergütung (z.B. Tagessätze) kostendeckend kalkuliert wurde, ist ein Projekt aus wirtschaftlicher Sicht bei dieser Preisgestaltung nur dann abzubrechen, wenn die prognostizierten Aufwände¹⁰²⁰ bis zur Projektfertigstellung die (abgezinsten) vereinbarte Preisobergrenze überschreiten. Im Sinne des hier entwickelten Modells kann somit die Vertragsgestaltung „Aufwandspreis mit Obergrenze“ bei einer Entscheidung für oder gegen einen Projektabbruch analog zur reinen Festpreisvereinbarung behandelt werden.

Je nach individueller Ausgestaltung des Vertrags, sind zahlreiche **Variationen** dieses Preismodells möglich. Einer Klassifikation nach STRAUB folgend, sind „degressive Preismodelle“¹⁰²¹, bei denen „der Leistungserbringer nach Überschreiten eines bestimmten Kostenlimits nur seine Selbstkosten“¹⁰²² verrechnen darf, Kombinationen mit einem „Kostensockel“¹⁰²³, Bonussysteme und eine Aufspaltung der Kostendä-

¹⁰¹⁷ Straub (2007), S.140

¹⁰¹⁸ Oestereich (2006), S.2

¹⁰¹⁹ Oestereich (2006), S.2

¹⁰²⁰ Vgl. Kapitel 9

¹⁰²¹ Straub (2007), S.140

¹⁰²² Straub (2007), S.140f. und Heusler/Mathys (2004), S.106f.

¹⁰²³ Straub (2007), S.140

cher für Projektteile (auch mit Gesamtprojekt-Kostendach) möglich.¹⁰²⁴ Ein Kostensockel kann dabei entweder als Preisuntergrenze bzw. Minimalpreis¹⁰²⁵ oder als Kombination von Festpreisanteil und variabler Abrechnung verstanden werden. Für letztere Vertragsgestaltung wird bei FRICK et al. die Umsetzung der Meilensteinfaktura thematisiert: „Im Festpreisanteil werden die erbrachten Leistungen zu einem vorab festgelegte Preis beim Erreichen von Meilensteinen fakturiert. Im aufwandsbezogenen Anteil werden die erbrachten Leistungen [...] je nach erbrachtem Aufwand fakturiert.“¹⁰²⁶

Im Anwendungsfall des hier entwickelten Entscheidungsmodells sind die individuellen Besonderheiten der jeweiligen Vertragsgestaltung sowohl zur gesamten Preisstruktur als auch in Hinblick auf Möglichkeiten zur Teilabrechnung zu berücksichtigen. Das Modell kann mit Rückgriff auf die in dieser Arbeit analysierten und integrierten ‚Reinformen‘ der Bepreisung entsprechend angepasst werden.

10.2.3.2 Mehrstufiger Festpreis

In der Literatur zu Softwareentwicklungsprojekten findet sich auch das Preiskonstrukt *Mehrstufiger Festpreis*¹⁰²⁷. Jedoch muss dieses für den praktischen Einsatz als nur bedingt geeignet gewertet werden.

Beim mehrstufigen Festpreis wird das betrachtete Softwareentwicklungsprojekt in mehrere Projektphasen bzw. darauf aufbauende Teilleistungen unterteilt. Dabei wird „jeweils nur für eine Phase ein Festpreis vereinbart.“¹⁰²⁸ Jede Projektphase kann vom Auftraggeber neu ausgeschrieben werden.¹⁰²⁹

OESTEREICH sieht hierin die Vorteile einer schrittweisen Budgetsicherheit bei der gleichzeitigen Möglichkeit zu beliebigen Anforderungsänderungen für die Folgestu-

¹⁰²⁴ Vgl. Straub (2004), S.140f.

¹⁰²⁵ Vgl. Straub (2007), S.140f. und Heusler/Mathys(2004), S.106f.

¹⁰²⁶ Frick et al. (2007), S.117

¹⁰²⁷ In verschiedenen inhaltsgleichen Bezeichnungen

¹⁰²⁸ Vgl. Oestereich (2006), S.3

¹⁰²⁹ Vgl. Oestereich (2006), S.3

fen und geringeren Risikoaufschlägen durch mehr Schätzsicherheit als beim einstufigen Festpreis.¹⁰³⁰

Auch STEIMLE ordnet bei einem mehrstufigen Festpreis – bei ihm als „Festpreisvertrag für Teilergebnisse“ bezeichnet – sowohl dem Auftraggeber als auch dem Auftragnehmer ein geringeres Risiko zu, als bei den ‚Reinformen‘ Festpreis und Aufwandspreis.¹⁰³¹ Dies wird in folgender Graphik veranschaulicht:

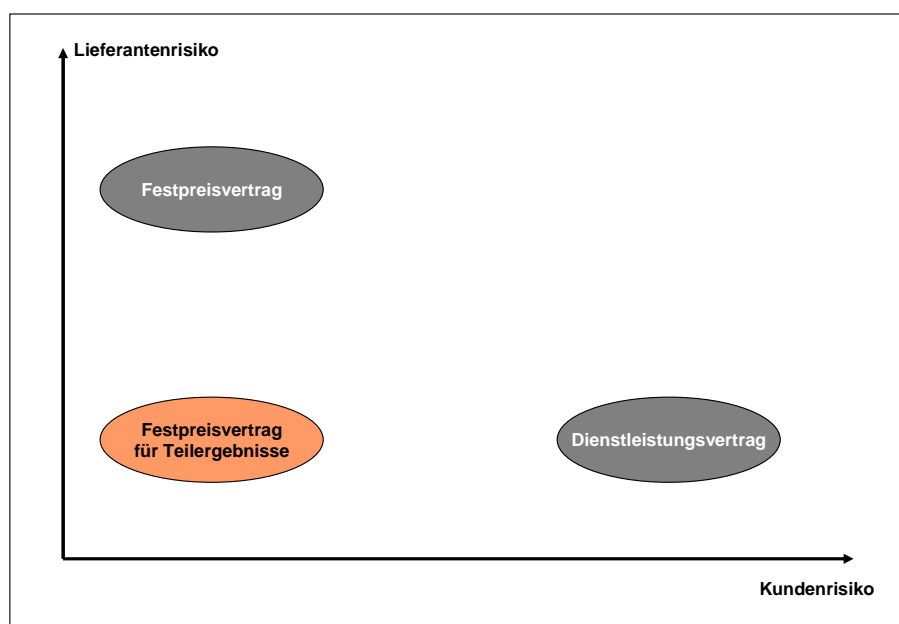


Abbildung 83: Risikosituation bei einem Festpreisvertrag für Teilergebnisse¹⁰³²

Jedoch müssen für den praktischen Einsatz vor allem zwei Aspekte als problematisch erachtet werden:

- (1) Bei der Anwendung bestimmter Softwareentwicklungsprozesse – z.B. dem Wasserfallmodell – stellt sich die Frage, inwiefern verwertbare Teilleistungen erbracht und sowohl quantitativ als auch hinsichtlich ihrer Qualität bewertet werden können.¹⁰³³ Zwar muss den Ausführungen von Oestereich dahingehend zugestimmt werden, dass alle gängigen Vorgehensmodelle – Wasserfallmodell,

¹⁰³⁰ Vgl. Oestereich (2006), S.3

¹⁰³¹ Steimle (2007), S.42

¹⁰³² Vgl. Steimle (2007), S.42; entspricht einer Version von Ebert (2006) mit Anpassungen von Steimle (2007); ‚Dienstleistungsvertrag‘ entspricht dabei einer aufwandsbezogenen Bepreisung

¹⁰³³ Diese Problematik wurde auch bereits in Kapitel 10.2.1.2 angesprochen. Vgl. hierzu auch Oechtering (2003), S.3

RUP, V-Modell, Extreme Programming usw. – sich in Phasen oder andere zeitliche Einheiten unterteilen lassen;¹⁰³⁴ Jedoch ist dabei problematisch, dass im klassischen Wasserfall-Modell die Phasen rein sequentiell ablaufen und i.d.R. nur bedingt verwertbare Teilergebnisse erzielen. Hierbei nach zeitlichen Phasen im Sinne von ‚ausschreibbaren‘ Teilprojekten zu untergliedern ist in der Reinform des Prozesses wenig praktikabel. Eine Anwendung für iterative Vorgehensmodelle hingegen scheint besser möglich.

- (2) Im Falle eines (mehrmaligen) Auftragnehmerwechsels entstehen hohe Transaktionskosten durch mehrmalige Ausschreibungen und Auswahlprozesse. Auch muss zusätzlicher Abstimmungs- und Einarbeitungsaufwand kalkuliert werden. Es ist anzunehmen, dass diese Mehraufwände einen Großteil der Einsparpotenziale durch das Preismodell kompensieren oder sogar überschreiten.

Im Sinne der Modellbildung dieser Arbeit, welche die Problematik aus Sicht des projektausführenden Unternehmens analysiert, kann hierbei die jeweilige Einzelausschreibung auch als Einzelprojekt gesehen werden. Da für dieses betrachtete (Einzel-)Projekt ein Festpreis vereinbart wird, können die Ausführungen in Kapitel 10.2.1 analog angewendet werden.

10.2.3.3 Anforderungseinheitspreis¹⁰³⁵

Im Falle der Vereinbarung eines Anforderungseinheitspreises, wird anders „als beim Aufwandspreis [...] nicht nach dem geleisteten Aufwand abgerechnet, sondern nach einem Festpreis pro Anforderungseinheit.“¹⁰³⁶ Diese Methode der Preisfindung für Softwareentwicklungsprojekte wird schwerpunktmäßig in den USA angewandt, wobei der Preis i.d.R. für die Leistungseinheit „Function Point im Pflichtenheft“ festgelegt wird.¹⁰³⁷ Oestereich sieht – neben Funktionspunkten – weitere mögliche Basis-einheiten für die Anwendung dieser Preisvariante, wie „Essential Use Case Steps“ und

¹⁰³⁴ Oestereich (2006), S.2f.

¹⁰³⁵ Begriff nach Oestereich (2006), S.3

¹⁰³⁶ Oestereich (2006), S.3

¹⁰³⁷ Vgl. Hürten (2005), S.87

„Widget Points“.¹⁰³⁸ Aufgrund der weiten Verbreitung von Function Points als Basis-einheit der Softwaremessung¹⁰³⁹ und der konsequenten Nutzerorientierung bei ihrer Ermittlung, scheint eine Anwendung von Funktionspunkten als Basis eines anforderungsbasierten Preises sinnvoll.

Vorteile bietet dieses Verfahren vor allem dahingehend, dass sowohl Auftraggeber als auch Auftragnehmer sicher sein können, „dass die erbrachte Leistung angemessen entlohnt wird.“¹⁰⁴⁰

Die Ermittlung des Projektertrags basiert somit bei dieser Abrechnungsvariante auf der Anzahl der zu entwickelnden Funktionspunkte. Eine Vereinbarung dahingehend, dass bereits realisierte Funktionalität in jedem Fall abgerechnet werden kann, auch wenn das Projekt nicht fertig gestellt wird, scheint sinnvoll. Die für das hier entwickelte Modell entscheidungsrelevanten zukünftigen Erträge bestimmen sich analog zu den Aufwänden aus den noch zu realisierenden Funktionspunkten.

Der Ertrag des Projektes berechnet sich – unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Aufwandsprognose¹⁰⁴¹ – wie folgt:

$$E = (FP_{Basis} \cdot (1 + m \cdot \frac{RC}{100}) - FP_{bisher}) \cdot P_{FP}$$

mit

E	prognostizierter (Rest-)ertrag bei Projektweiterführung
FP_{Basis}	Gesamtgröße des Projektes in FP
FP_{bisher}	Bisher realisierte Funktionspunkte
RC	Requirements Creep
m	Anzahl der Monate für die RC berücksichtigt werden soll
P_{FP}	Preis je Funktionspunkt ¹⁰⁴²

¹⁰³⁸ Vgl. Oestereich (2006), S.3; auf diese Messgrößen wird in dieser Arbeit aufgrund ihrer geringen Relevanz in Literatur und Fallstudien nicht weiter eingegangen.

¹⁰³⁹ Vgl. die Ausführungen in Kapitel 9.3.1.2

¹⁰⁴⁰ Vgl. Oestereich (2006), S.3

¹⁰⁴¹ Vgl. Kapitel 9.3.2.3.1

¹⁰⁴² „Preis“ entspricht auch hier dem Nettopreis. Steuerliche Effekte werden nicht berücksichtigt.

Demzufolge ist ein Projekt in jedem Fall dann wirtschaftlich, wenn der vereinbarte Preis je Funktionspunkt den Aufwand je Funktionspunkt übersteigt. Das Risiko eines schleichenden und damit meist¹⁰⁴³ unbezahlten Zuwachses bei den Anforderungen verliert demnach in dieser Vertragsgestaltung an Bedeutung, da jede Funktionsausweitung auch in der Berechnung des Projektertrags erfasst wird.

In Abwandlung zur Zielsetzung dieser Arbeit kann das hier entwickelte Modell mit entsprechenden Modifikationen auch zur risikoorientierten Bestimmung eines kostendeckenden Preises je Funktionspunkt herangezogen werden.

10.2.3.4 Agiler Festpreis¹⁰⁴⁴

Der agile Festpreis wird von OESTEREICH synonym zum inhaltsvarianten Festpreis gebraucht. Diese Variante stellt eine Kombination aus Festpreisangebot und Anforderungseinheitspreis¹⁰⁴⁵ dar. „Der Auftraggeber bekommt insgesamt Anforderungen im Wert des Festpreises und kann noch nicht realisierte Anforderungen jederzeit durch andere, gleich teure Anforderungen ersetzen.“¹⁰⁴⁶

Hierbei wird als Vorteil gesehen, dass alle Änderungen nur einvernehmlich möglich sind, jede Partei ihr Sicherheitsbedürfnis somit befriedigt sieht. In dem Fall, dass über mögliche Änderungen keine Einigung herbeizuführen ist, wandelt sich das Angebot des agilen Festpreises zum klassischen Festpreisangebot.¹⁰⁴⁷ Da hierbei Anforderungen nach und nach ermittelt werden müssen, um sie ggf. gegeneinander auszutauschen, kann dieses Preismodell jedoch nur auf iterative Softwareentwicklungsprozesse angewandt werden.¹⁰⁴⁸

Bei OESTEREICH wird für dieses Modell zudem als Vorteil angegeben, dass Auftraggeber ihre Anforderungen priorisieren müssen, und dass dies dem Risiko ausufernder Anforderungen entgegen wirke und eine Konzentration auf das Wesentliche

¹⁰⁴³ Für diese Arbeit als unbezahlt angenommen

¹⁰⁴⁴ Begriff nach Oestereich (2006), S.3

¹⁰⁴⁵ Vgl. Kapitel 10.2.3.3

¹⁰⁴⁶ Oestereich (2006), S.3

¹⁰⁴⁷ Vgl. Oestereich (2006), S.3 für die letzten beiden Sätze

¹⁰⁴⁸ Vgl. Oestereich (2006), S.4; zu iterativen Prozessen vgl. Kapitel 4.2 und 4.3.2

zur Folge habe.¹⁰⁴⁹ Diese Wirkung einer erzwungenen „Konzentration auf das Wesentliche“ muss für die Praxis jedoch in Frage gestellt werden. Die Annahme eines reinen Austauschs von Funktionalität greift in der Regel zu kurz, da – wie in Kapitel 9.3.2.3.1 dargestellt – meist im Projektverlauf mit großenwirksamen Anforderungszunahmen zu rechnen ist. Hierfür müssen bei Anwendung dieses sehr restriktiven Preismodells Möglichkeiten für Vertragsänderungen oder zusätzliche Verträge geschaffen werden. „Der finanzielle Ausgleich bei Abweichungen in der Funktionalität dürfte [jedoch] auf der Basis der Differenz in den Function Points leichter zu finden sein, als ohne diese Kennzahl.“¹⁰⁵⁰ Allerdings muss auch in diesem Fall OESTERREICH dahingehend zugestimmt werden, dass durch diese Vertragsgestaltung das Risiko des schleichenden Funktionszuwachses ohne Berücksichtigung der neuen Funktionalität in der Projektbepreisung, minimiert wird. Somit muss für diesen Sonderfall kein, oder ein nur sehr geringer Requirements Creep in der (Rest-)Aufwandsprognose berücksichtigt werden. Die Ertragsrechnung bestimmt sich – ohne Vertragsänderungen – wie beim klassischen Festpreis.

Auf die Beschreibung weiterer Sonderformen und deren Varianten – bspw. des bei OESTERREICH aufgeführten agilen Phasenfestpreises oder der Lebenszykluspreisgarantie – soll aufgrund der geringen Relevanz verzichtet werden.

¹⁰⁴⁹ Vgl. Oestereich (2006), S.3

¹⁰⁵⁰ Vgl. Hürten (2005), S.87

10.2.4 Ertragsprognose für Software als Teil eines Absatzgutes

	Direkter Ertrag		Indirekter Ertrag	
Standardprodukt-erstellung	Kommerzielle Software		Freie Software	
Individuelle Produkt-gestaltung	Individualsoftware zum Festpreis	Individualsoftware mit aufwandsbezogener Bepreisung	Software als Teil eines Absatzgutes	Individuelle Softwarelösungen zur unternehmensinternen Verwendung

Abbildung 84: Kategorie "Software als Teil eines Absatzgutes"

10.2.4.1 Die Problematik der Ertragszurechnung

Wie in Kapitel 5.3.2.3 ausgeführt, wird für diese Arbeit *Software als Teil eines Absatzgutes* verstanden als *Software, die in andere Produkte eingebettet und über diese vermarktet* wird.¹⁰⁵¹ Die Besonderheit dieser Softwarekategorie stellt sich somit darin dar, dass das Softwareprodukt nur als Komponente in einem Absatzgut integriert ist – somit am Markt weder eigenständig wahrgenommen wird, noch ‚eigene‘ Erlöse erzielt. Da eine Vermarktung über ein ‚übergeordnetes‘ Produkt erfolgt, gestaltet sich eine Ertragszurechnung für diese Softwarekategorie komplex.

Für eine Bewertung des Projektes zur Erstellung von eingebetteter Software¹⁰⁵² stellt sich die Frage, welcher Anteil am Ertrag des vermarkteten Gesamtproduktes der integrierten Software zugeordnet werden kann. Sowohl in der wissenschaftlichen Literatur als auch in empirischen Studien und Praxisberichten finden sich dazu derzeit nahezu keine Ausführungen. Vereinzelt Hinweise zu diesem Problem gehen meist zu wenig ins Detail.

Ziel der folgenden Ausführungen ist es – trotz der Komplexität des Zurechnungsproblems – eine Möglichkeit zur Ertragszurechnung für das hier gebildete Entschei-

¹⁰⁵¹ In Anlehnung an GfK/IESE/ISI (2000), S.7

¹⁰⁵² In der hier gewählten Begriffsabgrenzung

dungsmodell zu identifizieren, um eine Zuordnung monetärer Erträge zum betreffenden Softwareentwicklungsprojekt und damit auch eine Projektbewertung zu ermöglichen. Wie in Kapitel 5.3.2.3 ausgeführt, sollen dabei die beiden Kategorien

1. Software als integrierter Teil in Software
2. Software als integrierter Teil in technischen Produkten

Beachtung finden, wobei der Analyseschwerpunkt auf *embedded Software im engeren Sinne*¹⁰⁵³ gelegt wird.

10.2.4.1.1 Software als integrierter Teil in Software

Wurde bisher für die Entscheidungsfindung über Projektabbruch oder -weiterführung jedes Softwareentwicklungsprojekt bzw. das daraus resultierende Softwareprodukt als Einzelprodukt betrachtet, soll diese Betrachtung an dieser Stelle erweitert werden. Gerade in großen, modular aufgebauten Softwareprodukten, kann die Entwicklung einzelner Module als eigenständiges Projekt betrachtet werden, dessen Projektergebnis in das Gesamtprodukt integrativ eingefügt wird. Absatzgut ist dabei das ‚übergeordnete‘ Softwareprodukt. Das einzelne Teilprodukt – z.B. ein einzelnes Modul – erzielt dabei keine eigenständigen Erlöse am Markt.¹⁰⁵⁴

Bei modularer Produktzusammenstellung werden oftmals einzelne Funktionsbereiche in Modulen gebündelt – beispielsweise das Modul FI in der SAP Business Suite. Somit deckt ein Modul bestimmte, vom Kunden wahrnehmbare Funktionalitäten ab und wirkt folglich auf die wahrgenommenen Eigenschaftsausprägungen des Produktes. Eine Bewertung über die in Kapitel 10.1.1.2.3 dargestellte Conjoint-Analyse scheint daher sinnvoll.

¹⁰⁵³ Vgl. die Definition von v.Wallhoffen (2007), S.6 in Kapitel 5.3.2.3

¹⁰⁵⁴ Mögliche Mischformen, z.B. wenn ein Produkt sowohl integriert als auch eigenständig vermarktet wird, sollen hier nicht betrachtet werden.

10.2.4.1.2 Software als integrierter Teil in technischen Produkten

10.2.4.1.2.1 Die Bewertungsproblematik von Embedded Software

Zunehmend findet sich Software auch integriert in verschiedenen technischen Produkten, beispielsweise Haushaltsgeräten, Autos und medizinischen Geräten. Embedded Systems werden als „Entwicklungstreiber für innovative Lösungen in der Automobil-, Luftfahrt-, Elektro- und Maschinenbauindustrie“¹⁰⁵⁵ gesehen. Das Unternehmen XOX INDUSTRIE IT geht davon aus, dass im Jahr 2010 90% der Innovationen bei Autos durch eingebettete Systeme entstehen.¹⁰⁵⁶

„Das Gesamtmarktvolumen für Embedded Systeme für Deutschland wird auf über 18,7 Mrd. [...] geschätzt. Die Anbieter tragen in 2007 dazu 3,7 Mrd. Euro bei und die Wertschöpfung in den Anwendersektoren umfasst mehr als 15 Mrd. Euro“

„Die Wertschöpfung bei der Neuentwicklung von Produkten verlagert sich [...] immer mehr in Richtung Software.“¹⁰⁵⁷

Durch diese Aussage wird die große Bedeutung von Softwareentwicklung im Bereich *embedded Systems* deutlich; jedoch ist diese Schätzung für die monetäre Bewertung dieser Bedeutung problematisch:

¹⁰⁵⁵ Bitkom et al. (2008), S.12

¹⁰⁵⁶ Vgl. XOX Industries IT (o.J.), S.1

¹⁰⁵⁷ Jazdi (1997-2003), S.13

Zwar kann davon ausgegangen werden, dass das Marktvolumen für die reinen Anbieter-Unternehmen – somit die Unternehmen die embedded Software als externe Dienstleister für Anwenderunternehmen produzieren – mit 3,7 Mrd Euro gut monetär abgebildet werden kann. Projekte dieser Softwareentwicklungs-Dienstleister sollen jedoch im Sinne der hier entwickelten Kategorisierung überwiegend dem Teilbereich „Individuelle Produkterstellung“¹⁰⁵⁸, entweder zum Festpreis oder zur aufwandsbezogenen Bepreisung, zugeordnet werden, da diese direkte Erträge mit embedded Softwarelösungen erzielen. Eine Ertragszurechnung muss hierbei folglich entsprechend der Ausführungen in Kapitel 10.2.1, 10.2.2 und 10.2.3 erfolgen.

Die Bedeutung der Softwareeigenentwicklung in den Anwenderunternehmen – somit den Unternehmen, welche softwareintegrierte Produkte herstellen und vermarkten – wird in obigem Zitat mit ca. 15 Mrd. Euro beziffert ist. Diese 15 Mrd. Euro geben die damit verbundene Wertschöpfung wieder, werden aber in weiteren Ausführungen mit geschätztem Marktpotenzial gleichgesetzt.¹⁰⁵⁹ Es wird jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass „es sich bei diesem Wert im Gegensatz zum statistisch erhobenen Anbietermarkt um eine grobe Schätzung handelt.“¹⁰⁶⁰ Als problematisch muss hierbei der Begriff der „Wertschöpfung“ gesehen werden. Dieser wird sehr ambivalent gebraucht, und ist – je nach Verwendung – für eine Wirtschaftlichkeitsbewertung geeignet oder ungeeignete.

„Bezogen auf Produkte ist die Wertschöpfung der Wert nach der Verarbeitung minus dem Wert vor der Bearbeitung (Entstehungsrechnung oder subtraktive Ermittlung).“¹⁰⁶¹

¹⁰⁵⁸ Embedded Software-Entwicklung durch externe Softwareunternehmen wird überwiegend als Entwicklung von Individualsoftware verstanden. „Die Software in Embedded Systemen ist aufgrund der engen Verbindung der Komponenten häufig passgenau auf die Hardware zugeschnitten. Folglich ist eine Standardisierung nur in begrenztem Maße unterstützt durch Embedded Betriebssysteme möglich.“ Bitkom et al. (2008), S.19; „In der individuellen Entwicklung von Embedded Systemen zeigt sich die Stärke des deutschen Ingenieurwesens. Anders als beispielsweise Dienstleistungen und Produkte im Umfeld der klassischen IT stellen Embedded-Systeme keinen Standardentwicklungen dar. Vielmehr ist jedes System eine individuelle Lösung herstellerepezifischer Anforderungen.“, S.23

¹⁰⁵⁹ Bitkom et al.(2008), S.11

¹⁰⁶⁰ Bitkom et al.(2008), S.30

¹⁰⁶¹ Finkeissen(1999), S.43

Betrachtet man den Entwicklungsprozess eines Produktes, ist dabei problematisch, dass mit dieser Definition Entwicklungsprozesse nicht adäquat bewertet werden können, „weil ihr die Kundenorientierung fehlt“.¹⁰⁶²

*„So lässt sie unberücksichtigt, dass zwar jeder Prozessschritt den kostenrechnerischen Wert des Produkts, aber nicht unbedingt aus Sicht des Kunden erhöht.“*¹⁰⁶³

SCHOLZ/VROHLINGS fordern für das Prozessmanagement, dass der Begriff „Wert“ in Wertschöpfung, nicht bezogen auf den Ressourcenverbrauch und damit auf die Kosten, sondern aus dem geschätzten Nutzen für den internen und externen Kunden definiert werden soll.¹⁰⁶⁴ Diese Forderung soll hier auf die Bewertung von Projekten zur Erstellung von embedded Software – als Teilprozess der Erstellung softwareintegrierter Produkte – übertragen werden.

10.2.4.1.2.2 Die Bedeutung von embedded Software für Produktinnovationen

Die Bedeutung von embedded Software für Produktinnovationen wird insgesamt als sehr hoch eingeschätzt. „Eingebettete Systeme stellen die Grundlage der Wettbewerbsfähigkeit ganzer Branchen dar. Sie werden für eine genau definierte Funktion entwickelt und sind meist unsichtbar in ein technisches Umfeld integriert.“¹⁰⁶⁵

In der, bereits in Kapitel 3.2 angesprochenen, Studie *„Softwareintegrierte Produkte in der Fertigungswirtschaft“* der Universität Passau mit der Unternehmensberatung Accenture wurde festgestellt, dass 65% der befragten Unternehmen einer sehr hohen Bedeutung von Software als Bestandteil ihrer Produkte tendenziell zustimmen.¹⁰⁶⁶ Vor allem werden positive Auswirkungen auf die Produktinnovationsrate und eine bessere Erfüllung der Kundenanforderungen als Vorteile von Software in Produkten gesehen.

¹⁰⁶² Finkeissen (1999), S.44

¹⁰⁶³ Finkeissen (1999), S.44 basierend auf Scholz/Vrohling (1994), S.110

¹⁰⁶⁴ Scholz/Vrohling (1994), S.110 zitiert nach Finkeissen (1999), S.44

¹⁰⁶⁵ Bitkom et al. (2008), S.17

¹⁰⁶⁶ Vgl. Kleinschmidt/Pfeifer (2007), S.23

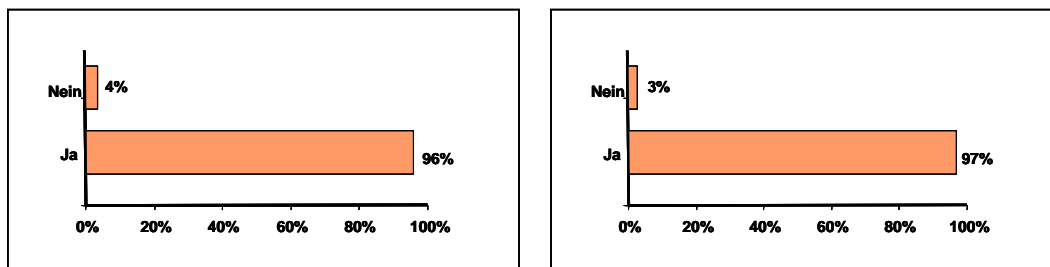


Abbildung 85: Antwortverhalten "Die integrierte Software ermöglicht Produktinnovationen und treibt sie voran." [links] und "Die integrierte Software erlaubt eine bessere Erfüllung der Kundenanforderungen" [rechts]¹⁰⁶⁷

Somit wirkt – entsprechend der rechten Abbildung – *embedded Software* – obwohl i.d.R. vom Kunden nicht unmittelbar wahrgenommen – mittelbar über realisierbare Produkteigenschaften auf die Erfüllung von Kundenanforderungen und somit auch auf die individuelle Nutzenbewertung durch die Käufer. Wie bereits für Software, die wiederum in Software integriert wird¹⁰⁶⁸, ausgeführt, scheint folglich auch hier eine Bewertung mittels Conjoint-Analyse sinnvoll.

Da diese Bewertungs-Methodik somit für beide hier betrachteten Kategorien in Frage kommt, soll sie im Folgenden detaillierter analysiert werden. Der Fokus liegt dabei – wie bereits ausgeführt – auf *embedded Software* im engeren Sinne, da die Problematik einer Abbildbarkeit des Einflusses der integrierten Software auf die Kaufentscheidung hier verschärft angenommen werden muss. Dies ist darin begründet, dass der Kunde aus seiner Betrachtungsperspektive keine Software kauft und zum Teil auch nicht darüber informiert ist, dass das betreffende Produkt Softwarebestandteile enthält. Die Ausführungen zu *embedded Software i.e.S.* lassen sich jedoch vereinfacht analog auf „Software integriert in Software“ anwenden.

¹⁰⁶⁷ Vgl. Kleinschmidt/Pfeifer (2007), S.22

¹⁰⁶⁸ Vgl. Kapitel 10.2.4.1.1

10.2.4.2 Analyse der Eignung der Conjoint-Analyse für eine Ertragszurechnung bei Embedded Software

Nur in wenigen Veröffentlichungen wird auf eine konkrete monetäre Bewertung des Marktpotenzials von embedded Software bzw. embedded Systems eingegangen. Wenn monetäre Bewertungen erfolgen, beziehen sich diese – beispielsweise bei BITKOM et al. – auf empirische Daten für den gesamten Sektor „Embedded-Software-Entwicklung“ oder auf das Marktpotenzial von Innovationen allgemein. Wissenschaftliche Einzelbetrachtungen zu Embedded Software in bestimmten Produkten legen derzeit ihren Fokus fast ausschließlich auf technische Fragestellungen. Ausführungen zur marktorientierten Bewertung von embedded Software in einzelnen Produkten unterbleiben nahezu vollständig.

Da im hier entwickelten entscheidungsunterstützenden Modell jedoch die Vorteilhaftigkeit der Weiterführung konkreter Einzelprojekte zur Entwicklung von Embedded Software bewertet werden soll, greifen existierende gesamtwirtschaftliche Untersuchungen und verallgemeinerte Schätzwerte für die hier verfolgte Zielsetzung zu kurz. Vielmehr soll ein Verfahren identifiziert werden, welches konkrete Anhaltspunkte für eine Ertragszurechnung – ausgehend vom jeweiligen Absatzprodukt – bietet. Die an dieser Stelle durchgeführten Betrachtungen dienen dabei lediglich als Lösungsansatz und erheben nicht den Anspruch der Vollständigkeit, um den Rahmen dieser Arbeit nicht zu sprengen. In Anbetracht der derzeit noch großen Defizite in der Behandlung softwareintegrierter Produkte in der Fertigungswirtschaft¹⁰⁶⁹, bietet sich hier Raum für weiterführende Forschungen.

Wie in Kapitel 10.1.1.2.3 dargestellt, hat sich in den letzten Jahren die Conjoint-Analyse u.a. zur Abschätzung von Marktanteilen für Produktinnovationen weitgehend durchgesetzt. Ihre Eignung wurde in Kapitel 10.2.4.1.1 und 10.2.4.1.2 auch für Produkte, mit integrierter Softwarekomponente angenommen. Diese Annahme soll im Folgenden detaillierter analysiert werden.

Wie bereits in Kapitel 10.1.1.2.3 ausgeführt, basieren mittels Conjoint-Analysen durchgeführte Marktprognosen auf Eigenschaften und Eigenschaftsausprägungen

¹⁰⁶⁹ Vgl. Kleinschmidt/Pfeifer (2007)

des analysierten Produktes. Wesentliche Forderung hierbei ist, dass die zugrunde gelegten Eigenschaften kaufentscheidungsrelevant sein müssen.¹⁰⁷⁰ „Nicht kaufverhaltensrelevante Eigenschaften würden keinen zusätzlichen Beitrag zur Erklärung der Präferenz bringen [...]“.¹⁰⁷¹

Die Erfüllung dieser Anforderung gestaltet sich für Embedded Software bzw. Embedded Systems schwierig, wie auch folgendes Zitat verdeutlicht:

*„Eingebettete Systeme stellen die Grundlage der Wettbewerbsfähigkeit ganzer Branchen dar. Sie werden für eine genau definierte Funktion entwickelt und sind meist unsichtbar in ein technisches Umfeld integriert.“*¹⁰⁷²

Somit wird integrierte Software zwar als wesentlicher Innovationstreiber gesehen; jedoch zeigt Wort „*unsichtbar*“ in obigem Zitat die Problematik für eine kundenorientierte Bewertung der Softwarekomponente. Da die integrierte Software folglich für den potenziellen Käufer i.d.R. nicht unmittelbar erkennbar ist, kann die eingebettete Software auch *nicht direkt* auf die Kaufentscheidung wirken, somit – in einer direkten Betrachtung – als nicht kaufentscheidungsrelevant angenommen werden.

Jedoch wird Embedded Software in Literatur und Praxisberichten übereinstimmend als Innovationstreiber und wesentlicher Bestandteil in Produktneuentwicklungen angegeben. Für Produktneuentwicklungen in Branchen, die schwerpunktmäßig Embedded Software in ihre Produkte integrieren, wurden folgende Umsatzanteile für Neuentwicklungen ermittelt:

¹⁰⁷⁰ Backhaus et al. (1994) S.504 zitiert nach Heinrichsmeier (1997), S.15 Auf weitere Anforderungen an die der Analyse zugrunde gelegten Eigenschaften wird hier nicht detailliert eingegangen. Es sei auf entsprechende Literatur, beispielsweise Heinrichsmeier (1997) und die dort angegebenen Autoren verwiesen.

¹⁰⁷¹ Heinrichsmeier (1997), S.15

¹⁰⁷² Bitkom et al. (2008), S.17

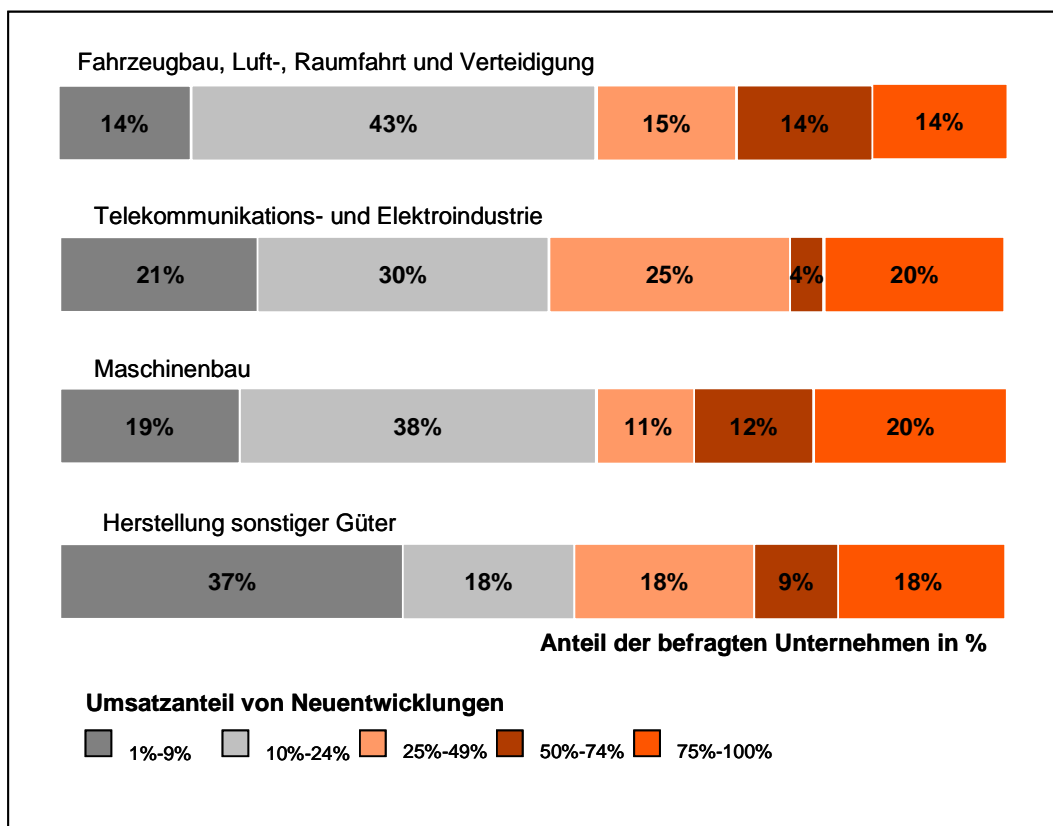


Abbildung 86: Umsatzanteil von Neuentwicklungen mit Embedded Systemen an den Gesamtentwicklungen im Jahr 2007¹⁰⁷³

Embedded Software muss somit – obwohl in der Regel nicht direkt vom Käufer wahrgenommen – dennoch als hochgradig kaufentscheidungsrelevant bewertet werden.

Da die Conjoint-Analyse auf kaufentscheidungsrelevanten Eigenschaften beruht, muss eine Analyse der Wirkungen der Software auf die Ausprägungen dieser Eigenschaften erfolgen.

Veröffentlichungen zu Conjoint-Analysen – beispielsweise aus dem Automotive Sektor – berücksichtigen dabei die Wirkung der eingebetteten Software bisher noch nicht explizit. Als kaufentscheidungsrelevante Eigenschaften, werden für den Automobilbereich u.a. Sicherheit, Zuverlässigkeit, Preis, Design, Fahrkomfort, Umweltorientierung und Wirtschaftlichkeit angegeben.¹⁰⁷⁴ Im PKW-Bereich werden bei-

¹⁰⁷³ Vgl. Bitkom et al. (2008), S.31

¹⁰⁷⁴ Vgl. Conrad(1997), S.79. Die Aufzählung wird dort weiter fortgeführt; Sie basiert auf den Ergebnissen der NCBS (New Car Buyer Survey) von 1994

spielweise von den westeuropäischen Herstellern gemeinsam diese Merkmale einmal pro Jahr erhoben.¹⁰⁷⁵

Die integrierte Software kann dabei verschiedene kaufentscheidungsrelevante Eigenschaften über die jeweiligen Merkmalsausprägungen beeinflussen. Die Wirkung ist für jedes Produkt individuell zu erfassen, kann somit nicht standardisiert erfasst werden.

Für PKWs müssen beispielsweise v.a. Wirkungen im Bereich Sicherheit, Fahrkomfort, Umwelterorientierung und Wirtschaftlichkeit angenommen werden. Folgende Graphik veranschaulicht diesen Sachverhalt:

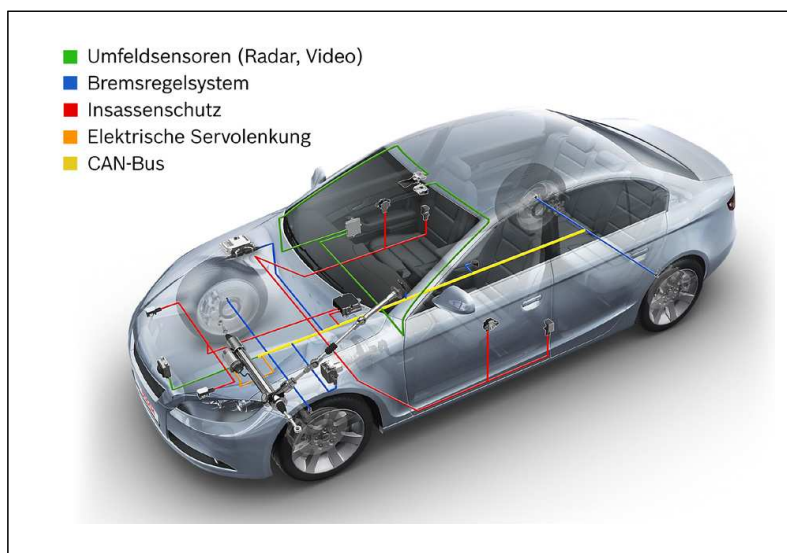


Abbildung 87: Die Wirkung von Embedded Systems in PKWs¹⁰⁷⁶

Um die Wahrnehmung der software-bestimmten Produkteigenschaften bzw. deren Ausprägungen zu fördern und diese damit kaufentscheidungsrelevant zu machen, muss über Marketing-Instrumente ein Bewusstsein hierfür beim Käufer geschaffen werden.

Der Studie von KLEINSCHMIDT/PFEIFER (2007) zu Folge, fokussieren derzeit Fertigungsunternehmen durch Software erzielte Produkteigenschaften im Vergleich zu reinen Softwareunternehmen deutlich weniger. Um die Kaufentscheidungsrele-

¹⁰⁷⁵ Vgl. Conrad(1997), S.78f.

¹⁰⁷⁶ Graphik der Robert Bosch GmbH entnommen aus Bundesministerium für Bildung und Forschung(2009);

vanz dieser Eigenschaften für den Kunden zu erhöhen, sollten hier zusätzliche Marketingmaßnahmen erfolgen.

Für eine praktische Anwendung ist zur Bewertung von embedded Software die Identifikation von softwarebestimmten Produkteigenschaften und deren Ausprägungen notwendig. Dabei dürfen für die Projektbewertung nur die Eigenschaftsausprägungen als bewertungsrelevant erachtet werden, welche durch die Fortführung des betrachteten Projektes erzielt werden.

Folgendes (vereinfachtes) Beispiel veranschauliche dies für eine Digitalkamera:

Es sei angenommen, dass durch die embedded-Software-Entwicklung im betrachteten Projekt – bei Projektfertigstellung – folgende Eigenschaftsausprägungen für eine Digitalkamera A resultieren (fiktive Daten), wobei durch das Softwareentwicklungsprojekt die **Verwendung von SD oder MM Speicherkarten** ermöglicht wird. Zudem existieren am betrachteten Absatzmarkt die Konkurrenzprodukte B und C (fiktive Daten):

	A	B	C
Share	79%	10%	12%
Attributes			
Size	Pocket sized	Hand sized	Key ring size
Quality	6m pixel output	4m pixel output	3m pixel output
Lens	Glass lens, 3x zoom	No zoom	Plastic lens, 3x zoom
Memory format	SD or MM cards	Memory stick	Compact flash
Availability	On-line only	Photography outlets	General stores
Price	\$250 price	\$250 price	\$150 price
LCD	3 inch LCD	2 inch LCD	1 inch LCD

Abbildung 88: Beispiel-Kalkulation mittels Conjoint-Analyse (Annahme: Projektweiterführung)¹⁰⁷⁷

Demnach wird für Produkt A ein Marktanteil von 79% prognostiziert. Bei Gewichtung mit dem Preis von 250\$ pro Einheit, der Berücksichtigung von (fiktiven) variablen Fertigungskosten von 100\$ und einem geschätzten jährlichem Marktvolumen von

¹⁰⁷⁷ Beispiel-Simulator entnommen aus www.dobney.com – research for decisions. Es muss angenommen werden, dass es sich bei den der Kalkulation zugrunde liegenden Daten lediglich um Beispieldaten handelt.

10.000 Einheiten, resultiert daraus eine Umsatzprognose von 1.975.000\$ und eine Ertragsprognose von 1.185.000\$.

Es sei weiter angenommen, dass ohne Fertigstellung des Softwareproduktes – somit bei Projektabbruch – die Daten nur über einen Download von der Kamera archiviert werden können. Alle übrigen Produkteigenschaften von Produkt A sowie den beiden Konkurrenzprodukten werden konstant gehalten. Dies führt zu folgendem Simulationsergebnis:

Share	A	B	C
	50%	23%	27%
Attributes			
Size	Pocket sized	Hand sized	Key ring size
Quality	6m pixel output	4m pixel output	3m pixel output
Lens	Glass lens, 3x zoom	No zoom	Plastic lens, 3x zoom
Memory format	Download from camera	Memory stick	Compact flash
Availability	On-line only	Photography outlets	General stores
Price	\$250 price	\$250 price	\$150 price
LCD	3 inch LCD	2 inch LCD	1 inch LCD
	<input type="button" value="Calc Share"/>		

Abbildung 89 Beispiel-Kalkulation mittels Conjoint-Analyse (Annahme: Projektabbruch)¹⁰⁷⁸

Aufbauend auf diesen Annahmen resultiert für Produkt A ohne die neue integrierte Softwarelösung – somit bei Projektabbruch – lediglich noch ein Marktanteil von 50%. Gewichtet mit oben angenommenen Marktdaten resultiert daraus eine Umsatzprognose von 1.250.000\$ und eine Gewinnprognose von 750.000\$.

Werden somit der Preis und alle anderen Produkteigenschaften konstant gehalten, ergäbe sich durch die Projektweiterführung ein zusätzlicher prognostizierter Gewinn von 435.000\$. Da dieser durch, die von der entwickelten Software ermöglichte, zusätzliche Funktionalität bedingt ist, kann er dem Softwareentwicklungsprojekt vereinfacht als Ertrag zugewiesen werden.

Jedoch kann der **gewinnmaximale Preis** für die unterschiedlichen Produkte A (mit und ohne SD oder MM Speichermöglichkeit) unterschiedlich ausfallen. In obigem Simulations-Beispiel stellt für beide angenommene Varianten 300\$ je Produkteinheit den gewinnmaximalen Preis dar, wobei dieser in anderen Eigenschaftskombinationen

¹⁰⁷⁸ Beispiel-Simulator entnommen aus www.dobney.com – research for decisions.

für die beiden Produktvarianten auch unterschiedlich sein könnte. Für Variante I (bei Projektweiterführung) ergibt sich damit eine Gewinnprognose von 1.440.000\$, für Variante II (bei Projektabbruch) eine Gewinnprognose von 840.000\$. Somit eine Differenz von 600.000\$ welche dem Softwareentwicklungsprojekt als Ertrag zugewiesen werden kann.¹⁰⁷⁹

In einer Verallgemeinerung obiger Ergebnisse wird dem Projekt zur Entwicklung der integrierten Softwarelösung – in einer 1-Jahres-Betrachtung¹⁰⁸⁰ – folgender Ertrag zugewiesen. Es wird dabei davon ausgegangen, dass die beiden Alternativen ‚Verkauf des Produkts mit integrierter Software‘ und ‚Verkauf des Produkts ohne integrierte Software‘ sich ausschließen – somit nicht beide Varianten parallel am Markt angeboten werden. Ist dies davon abweichend der Fall, ist die Prognose entsprechend anzupassen.

$$E_{\text{int}} = \frac{MA_A}{100} \cdot V \cdot (p_A - k_{\text{var}}) - \frac{MA_B}{100} \cdot V \cdot (p_B - k_{\text{var}})$$

Formel 22: Ertragszurechnung für integrierte Software

Mit:

E_{int}	Der integrierten Software zuzurechnender Ertrag (<i>in GE</i>)
MA_A	Marktanteil der Produktvariante A (bei Integration der im Projekt entwickelten Software) (<i>in %</i>)
MA_B	Marktanteil der Produktvariante B (ohne Integration der im Projekt entwickelten Software) (<i>in %</i>)
V	Marktvolumen (<i>in Produkteinheiten</i> ¹⁰⁸¹)
p_A	Gewinnmaximaler Preis der Produktvariante A (<i>in GE pro Produkteinheit</i>)
p_B	Gewinnmaximaler Preis der Produktvariante B (<i>in GE pro Produkteinheit</i>)
k_{var}	Variable Fertigungsstückkosten (für beide Produktvarianten identisch ¹⁰⁸² angenommen) (<i>in GE pro Produkteinheit</i>)

¹⁰⁷⁹ Auf die Ermittlung der optimalen Bepreisung bei gegebenen Produkteigenschaften wird hier nicht weiter eingegangen. Es sei auf entsprechende Literatur verwiesen.

¹⁰⁸⁰ Eine mehrperiodige Betrachtung erfolgt in Kapitel 11.2.5.4

¹⁰⁸¹ Im betrachteten Jahr

¹⁰⁸² Bei unterschiedlichen Fertigungsstückkosten ist das Modell entsprechend anzupassen.

10.2.5 Ertragsprognose für individuelle Softwarelösungen zur unternehmensinternen Verwendung

	Direkter Ertrag		Indirekter Ertrag	
Standardprodukt-erstellung	Kommerzielle Software		Freie Software	
Individuelle Produkt-gestaltung	Individualsoftware zum Festpreis	Individualsoftware mit aufwandsbezogener Bepreisung	Software als Teil eines Absatzgutes	Individuelle Softwarelösungen zur unternehmensinternen Verwendung

Abbildung 90: Kategorie „Individuelle Softwarelösungen zur unternehmensinternen Verwendung“

„Executives today are faced with the difficult challenge of continuously improving the business value of the unit or company they are managing.“¹⁰⁸³ Kostendruck, gestiegene Kundenanforderungen, Schnellebigkeit der Märkte, technologischer Fortschritt und gestiegenes Risikobewusstsein erfordern in vielen Unternehmensbereichen unterstützende Softwarelösungen.¹⁰⁸⁴

„Businesses are increasingly seen as a set of inter-related ‘processes’ that are logically and continuously evolving to satisfy a set of common customer oriented objectives. These business processes are usually embedded in software systems and represent an important component of the value of the intangible asset represented by the software.“¹⁰⁸⁵

¹⁰⁸³ Dutta (2007), S.1

¹⁰⁸⁴ Vgl. Dutta (2007), S.1

¹⁰⁸⁵ Dutta (2007), S.3

In einer Befragung des Institutes INSEAD wurde ermittelt, dass im Durchschnitt nahezu 77% der Befragten CIOs und CFOs ihre „core software assets“¹⁰⁸⁶ als kritisch oder sehr kritisch für ihre Geschäftsstrategie erachten – allen voran Befragte aus den USA mit 86% und Deutschland mit 84%.¹⁰⁸⁷

Dabei werden zahlreiche Individualsoftwareentwicklungsprojekte, die Software zur Unterstützung unternehmensspezifischer Prozesse entwickeln, vom jeweiligen Unternehmen selbst durchgeführt. Unternehmensinterne Softwareentwicklung zur Verbesserung von Strukturen, Kommunikationswegen und Prozessen innerhalb des entwickelnden Unternehmens stellt folglich einen großen Anteil an der Gesamtsoftwareentwicklung dar.

10.2.5.1 Besonderheiten der Projektstruktur

Im Fall von Eigenentwicklung tritt die Besonderheit auf, dass das projektbeauftragende Unternehmen – somit Nutznießer des Projektergebnisses – zugleich auch Auftragnehmer des Projektes ist. Demnach ist das hier entwickelte Modell unternehmensintern direkt – ohne Berücksichtigung eventueller vertraglich bedingter Hindernisse für eine Projektabbruchentscheidung – anwendbar. Auch kann in dieser Konstellation davon ausgegangen werden, dass einseitiges Vorteilsstreben des Auftraggebers oder des Auftragnehmers im Sinne des übergeordneten Gesamtunternehmensziels zurückgestellt wird.

Lediglich Bereichsegoismen oder Cost- und Profit-Center-Strukturen könnten derartige Konflikte möglicherweise bedingen. Je nach Organisationsstruktur „sind [zum Teil] Verrechnungspreise für interne Leistungen, die von der IT-Abteilung anderen Abteilungen bzw. einzelnen Benutzern angeboten oder von diesen nachgefragt werden, festzulegen.“¹⁰⁸⁸ Vorliegende Arbeit betrachtet jedoch ausschließlich Wirkungen im Sinne des Gesamtunternehmensziels. Innerbetriebliche Leistungsverrechnung soll nicht in die Entscheidungsfindung über Projektabbruch oder -weiterführung einbezogen werden.

¹⁰⁸⁶ Der Begriff „core software assets“ wird nach Dutta (2007) gebraucht. In seinem Paper meint „core software assets“ die Gesamtheit existierender und in Gebrauch befindlicher Software Systeme in einem Unternehmen ohne Bezug zur Nutzungsdauer des Softwaresystems. Vgl. Dutta (2007), S.2

¹⁰⁸⁷ Vgl. Dutta (2007), S.3

¹⁰⁸⁸ Heinrich/Lehner (2005), S.448

10.2.5.2 Analyse der Bewertungsproblematik

10.2.5.2.1 Die Wahrnehmungsproblematik von Software als immaterieller Vermögensgegenstand

Zunehmend tritt die Schaffung stabiler Werte in den Fokus unternehmerischer Anstrengungen. In der Befragung von INSEAD wurde von einem befragten Teilnehmer dazu folgendes Statement gegeben.¹⁰⁸⁹

*„It has become an imperative for top management to focus on creating value for the business. Value that is real. Value that is deeply embedded in the capabilities of the firm. Value that will last.“*¹⁰⁹⁰

Obwohl immaterielle Vermögensgegenstände wie beispielsweise Marken und ‚intellectual property‘¹⁰⁹¹ in Literatur und Praxis übereinstimmend als wichtig für den Erfolg eines Unternehmens bewertet werden, ist ihre Auffassung als realer ‚Wert‘ im Unternehmen nach wie vor oftmals problematisch. Während für Marken- oder Patentrechte als wesentlicher Teil des Unternehmenswertes bereits eine gute Akzeptanz erreicht wurde, wird der durch innerbetriebliche Software erzielte Nutzen oftmals ignoriert. Dies führt zu einer Behandlung von Software als reiner Kostenfaktor. DUTTA drückt dies wie folgt aus:

*„While firms have focused on creating value from intangible assets such as patents and the brand, they have, for the most part, managed their core software assets not as an asset for value creation but as an expense item to be minimized.“*¹⁰⁹²

In der Untersuchung von INSEAD gaben ca. 56% der Befragten an, dass der finanzielle Wert ihrer ‚core software assets‘ im Vergleich zu Marken oder ‚intellectual property‘ nicht oder nur mangelhaft bewertet wird.

¹⁰⁸⁹ Die Ergebnisse der Studie sind anonymisiert veröffentlicht. Der Teilnehmer wird nicht namentlich genannt.

¹⁰⁹⁰ Dutta (2007), S.1 im Zitat eines nicht genannten Befragungsteilnehmers

¹⁰⁹¹ Beispiele aus Dutta (2007), S.2 und S.16

¹⁰⁹² Dutta (2007), S.2

Diese Problematik der Wahrnehmung von Software als ‚Wert‘ wird bei DUTTA vor allem für bereits bestehende Unternehmenssoftware gesehen. Bei Neuprojekten ist sie insofern als abgemildert zu erachten, da in der Regel zum Zeitpunkt der Projektinitiierung Überlegungen zum Nutzen der neu zu erstellenden Softwarelösung angestellt werden. Jedoch stellt sich auch hier die Problematik einer monetären Bewertung dieses Nutzens.

Für eine Entscheidung über Abbruch oder Weiterführung des Projektes zur Eigenentwicklung unternehmensintern genutzter Software ist eine Nutzenermittlung und -bewertung über monetär abbildbare Ertragsgrößen unerlässlich. Aus diesem Grund sollen im folgenden Abschnitt verschiedene Bewertungsansätze dargestellt und konkretisiert werden. Im Bereich der Bewertungsansätze stützt die Arbeit sich vornehmlich auf die Ausführungen von DUTTA; zu deren Konkretisierung für die hier verfolgte Zielsetzung wird das Ebenenmodell nach BRANDT eingeführt.

10.2.5.2.2 Bewertungsansätze für immaterielle Güter

Grundsätzlich werden bei DUTTA drei Varianten der Bewertung für immaterielle Güter angegeben. Diese werden bei ihm als ‚*Cost approach*‘, ‚*Market approach*‘ und ‚*Income approach*‘ bezeichnet.¹⁰⁹³

Der **kostenorientierte Ansatz** orientiert sich dabei an den Kosten, die das Unternehmen zur Schaffung und Erhaltung des immateriellen Vermögensgegenstands aufgewendet hat. Diese Kosten umfassen beispielsweise Personalkosten, Materialkosten und Kapitalkosten.¹⁰⁹⁴ DUTTA führt dazu folgende Kritikpunkte an: „The cost approach makes an important assumption (value = cost of investment) that is rarely true in the world.“¹⁰⁹⁵ „Barring exceptional situations where the software has not been designed and/or used properly the value of software is much higher than the

¹⁰⁹³ Vgl. Dutta (2007), S.17; Die bei Dutta darüberhinaus vorgeschlagene Bewertung über eine Conjoint-Analyse wird für eine Bewertung im Rahmen dieser Arbeit abgelehnt. Sie kann zwar zur Ermittlung der relativen Wichtigkeit einzelner Softwareeigenschaften geeignet sein, eine monetäre Gesamtbewertung scheint jedoch vor dem Hintergrund des ‚fehlenden Marktes‘ schwierig. DUTTA verweist darauf, dass „the methodology will be being worked out in the next phase of the research[...]“ Dutta (2007), S.26.

¹⁰⁹⁴ Vgl. Dutta (2007), S.17

¹⁰⁹⁵ Dutta (2007), S.17

cost of producing and maintaining it.¹⁰⁹⁶ Der Ansatz impliziert, dass höhere Kosten eins zu eins in einem höheren Produktwert resultieren. Da dies keine sinnvolle investitionstheoretische Bewertungsgrundlage darstellt, wird – wie auch für die Kategorie ‚Software als Teil eines Absatzgutes‘¹⁰⁹⁷ – für innerbetrieblich genutzte Software eine kostenorientierte Bewertung abgelehnt.

Der **marktorientierte Bewertungsansatz** schätzt den Wert des immateriellen Gutes über vergleichbare Markttransaktionen – im Bereich von Markenrechten beispielsweise über den Verkaufspreis vergleichbarer Marken – ab.¹⁰⁹⁸ Vor dem Hintergrund individueller Softwarelösungen, die die spezifischen Unternehmensprozesse abbilden und unterstützen, muss jedoch eine marktorientierte Bewertung als schwierig erachtet werden.¹⁰⁹⁹ Der Marktwert der entwickelten Software muss dabei – ohne Bezug zu den individuellen Prozessen, auf die sie aufsetzt – wesentlich geringer als der innerbetriebliche Wert angenommen werden. Somit wird für die hier verfolgte Zielsetzung auch dieser Bewertungsansatz abgelehnt.

Die dritte Bewertungskategorie – **der einkommensorientierte Ansatz** – bestimmt den Wert des immateriellen Vermögensgegenstandes über die durch ihn ursächlich bedingten Erträge. Zu diesem Zweck müssen die Einkommensströme, welche durch das Softwareprodukt verändert werden, identifiziert und bewertet werden. Unter Berücksichtigung der laufenden Kosten und eines Diskontierungsfaktors, kann über diese Erträge eine Softwarebewertung erfolgen.¹¹⁰⁰ „Income approaches have the greatest appeal for calculating the business value of core software assets.“¹¹⁰¹ Dieser Auffassung wird auch vor dem Hintergrund der Zielsetzung dieser Arbeit gefolgt. Daher soll eine Bewertung über den einkommensorientierten Ansatz im Folgenden weiter konkretisiert werden.

¹⁰⁹⁶ Dutta (2007), S.19

¹⁰⁹⁷ Vgl. Kapitel 10.2.4

¹⁰⁹⁸ Vgl. Dutta (2007), S.18

¹⁰⁹⁹ Vgl. Dutta (2007), S.19

¹¹⁰⁰ Vgl. Dutta (2007), S.17 für die letzten drei Sätze

¹¹⁰¹ Dutta (2007), S.19

10.2.5.2.3 Konkretisierung der Bewertung von Projekten zur Eigenentwicklung innerbetrieblich genutzter Software

Eine konkrete Ertragszurechnung für einzelne ‚interne‘¹¹⁰² Softwareentwicklungsprojekte bzw. daraus resultierende Softwarelösungen nach dem einkommensorientierten Ansatz gestaltet sich komplex. „Die durch Projekte hervorgerufenen **Wirkungen variieren von Unternehmen zu Unternehmen** stark.“¹¹⁰³ Dies ist zum großen Teil dadurch zu begründen, dass mittlerweile Software zur Verbesserung und/oder Beschleunigung von Prozessen in Unternehmen aller Branchen und Größenordnungen eingesetzt wird. „Daher ist eine für jedes Unternehmen zutreffende Auflistung aller entstehenden Wirkungen nicht möglich.“¹¹⁰⁴ Nach DUTTA hängt die Eignung des einkommensorientierten Ansatzes von der Fähigkeit ab, eine detaillierte Analyse der Geschäftsprozesse, welche durch die Softwarelösung tangiert werden, durchzuführen.¹¹⁰⁵ „The analysis leads to the identification of precise cost savings or revenue enhancements that are enabled by the software asset. These future income flows are then discounted and aggregated back.“¹¹⁰⁶

Bis dato finden sich in der Fachliteratur zur Wirkungserfassung und -bewertung von ‚internen‘ Projekten nur wenige Lösungsansätze. BRANDT bemängelt, dass realitätsferne Anforderungsdefinitionen zur Entwicklung eines allumfassenden Modells zur Bewertung derartiger Projekte an „realitätsfernem Perfektionismus“¹¹⁰⁷ scheitern müssen.¹¹⁰⁸ Diese Anschauung wird auch in dieser Arbeit vertreten, deren Ziel es ist, ein theoretisch umfassend begründetes, in der Praxis jedoch einsetzbares Konzept zur Entscheidungsunterstützung zu entwickeln. Um dieser Problematik Rechnung zu tragen, stützen sich nachfolgende Ausführungen zur Bewertung ‚interner‘ Softwareentwicklungsprojekte schwerpunktmäßig auf das **IDEA-Modell** nach BRANDT.

¹¹⁰² Der Begriff ‚intern‘ ist in diesem Zusammenhang als Projekte zur Erstellung selbstgenutzter Softwarelösungen zu interpretieren und wird im Folgenden in diesem Sinne gebraucht.

¹¹⁰³ Brandt (2004), S.34; Brandt bezieht seine Ausführungen auf interne Projekte im Allgemeinen, nicht auf Softwareentwicklungsprojekte zur Entwicklung intern genutzter Softwarelösungen im Speziellen

¹¹⁰⁴ Brandt (2004), S.34

¹¹⁰⁵ Vgl. Dutta (2007), S.19

¹¹⁰⁶ Dutta (2007), S.19 für die letzten beiden Sätze

¹¹⁰⁷ Brandt (2004), S.34

¹¹⁰⁸ Brandt (2004), S.34 „Eine derart praxisfremde Übertreibung führt zwangsläufig zum Scheitern.“

10.2.5.2.3.1 Wirkungserfassung und Bewertung über das IDEA-Modell

10.2.5.2.3.1.1 Analyse der Eignung des Modells

Das IDEA-Modell¹¹⁰⁹ stellt ein Konzept zur Aufdeckung und Bewertung der durch das Projekt erzielten Wirkungen dar. **IDEA** steht dabei für *Impact Detection & Assessment*; es handelt sich um ein Modell zur Wirkungserfassung und -bewertung auf Prozessebene.¹¹¹⁰ Das IDEA-Konzept ist dabei nicht spezifisch auf Softwareentwicklungsprojekte ausgerichtet, sondern stellt einen projektartübergreifenden Bewertungsprozess dar. Eine Anwendung auf den Bereich von Softwareentwicklungsprojekten zur Entwicklung intern genutzter Softwarelösungen wird für diese Arbeit als sinnvoll erachtet. Diese Meinung wird auch von BRANDT gestützt: „Projekte aus dem IT-Bereich eignen sich besonders gut zur Plausibilisierung von IDEA[...]“¹¹¹¹

Das IDEA-Modell berücksichtigt schwerpunktmäßig folgende **Problemstellungen**:¹¹¹²

- Unterschiedliche Perspektiven
- Wirkungsabhängigkeiten
- Entstehungsort von Wirkungen
- Zeitpunkt von Wirkungen
- Beeinflussung der Wirkungen durch veränderte Bedingungen
- Wirkungsüberschneidungen
- Ergebniswirksamkeit

Der Fokus der Betrachtung liegt dabei auf der Problematik, dass die durch Projekte erzielten Wirkungen in vielen Unternehmen in verschiedenen Prozessen, Unternehmensebenen und Organisationseinheiten auftreten.¹¹¹³ Analog dazu, dass das Softwareentwicklungsprojektes auf verschiedene Organe des betrachteten Unternehmens Auswirkungen haben kann, sind im Umkehrschluss einzelne beobachtete Wirkungen möglicherweise das Ergebnis mehrerer Projekte, anderer Aktivitäten oder externer

¹¹⁰⁹ Begriff nach Brandt (2004)

¹¹¹⁰ Vgl. Brandt (2004), S.67

¹¹¹¹ Brandt (2004), S.103

¹¹¹² Brandt (2004), S.34 für die wörtlich übernommene Aufzählung

¹¹¹³ Vgl. Brandt (2004), S.37

Einflüsse.¹¹¹⁴ Dies führt zu **Wirkungsüberschneidungen**, die in einer Analyse der Wirtschaftlichkeit berücksichtigt werden müssen.¹¹¹⁵

Die Nutzenstruktur lässt sich allgemein in drei wesentliche Teilbereiche kategorisieren:¹¹¹⁶

- **Direkt monetär messbaren Nutzen** (z.B. Technikunterstützung führt zu geringerem Personalbedarf)
- **Indirekt monetär messbarer Nutzen** (z.B. Senkung der Lagerkosten durch Verringerung des Lagerbestands)
- **Nicht monetär messbarer Nutzen** (z.B. Verbesserung der Kommunikation, Erhöhung der Fachkompetenz)

Das IDEA-Modell schlägt vor, diese verschiedenen Nutzendimensionen auf **mehre- ren Ebenen** zu ermitteln und zu bewerten.¹¹¹⁷ Auch BRANDT vertritt die Auffassung, dass monetäre Auswirkungen für eine Projektbewertung im Fokus der Betrachtung stehen müssen:

„Unter Rentabilitätsaspekten spielt die Frage, ob sich die analysierten Wirkungen auch tatsächlich im finanziellen Geschäftsergebnis niederschlagen, die zentrale Rolle.“¹¹¹⁸

Diese bei ihm genannten „finanziellen Geschäftsergebnisse“ sind analog zum Ertragsbegriff dieser Arbeit zu interpretieren. Demnach lässt das IDEA-Konzept nach BRANDT sich gut in das hier gebildete Entscheidungsmodell integrieren.

Ausgehend von obiger Klassifikation der Nutzenkategorien können durch die Realisierung eines internen Softwareentwicklungsprojektes auch Wettbewerbswirkungen resultieren. Diese können beispielsweise auf kürzere Lieferzeiten, bessere Produktqualität, verbesserte Kundenkommunikation und Ähnliches gründen. Eine besondere Schwierigkeit stellt die Bewertung dieser Wettbewerbswirkungen dar, da hierbei nicht interne Abläufe sondern Beziehungen zu externen Partnern im Fokus der Betrachtung

¹¹¹⁴ Vgl. Brandt (2004) S.37

¹¹¹⁵ Vgl. Brandt (2004), S.37

¹¹¹⁶ Vgl. Heinrich/Lehner (2005), S.373 für die Aufzählung

¹¹¹⁷ Vgl. Brandt (2004), S.68

¹¹¹⁸ Brandt (2004), S.37

tungen stehen.¹¹¹⁹ Eine Analyse der Auswirkungen auf die Eigenschaften einzelner vermarkteter Produkte oder der gesamten Produktpalette des softwaregenerierenden Unternehmens – und darauf aufbauend eine Abschätzung der veränderten Wettbewerbswirkungen dieser Produkte auf dem Markt – muss als problematisch erachtet werden. Auch hier kann im individuellen Fall – nach einer Lokalisierung von direkten und indirekten Wirkungen nach der IDEA-Methode – die Conjoint-Analyse als Prognosemöglichkeit gesehen werden, um diese Veränderungen in Marktanteilen zu messen.¹¹²⁰ Auf diese Wirkungsbewertung soll jedoch hier nicht weiter eingegangen werden, da eine zuverlässige Prognose zu einem Zeitpunkt vor Projektfertigstellung in dieser Konstellation als zu vage und somit auch zu subjektiv erachtet wird. Sie soll im Folgenden aus der Betrachtung ausgeklammert werden.

¹¹¹⁹ Vgl. Brandt (2004), S.55

¹¹²⁰ Vgl. Obige Ausführungen zur Conjoint-Analyse; Auch Brandt (2004) S.55 verweist auf die Möglichkeit anhand einzelner Kenngrößen Markteinwirkungen oder das Erschließen neuer Marktanteile zu erfassen; er verzichtet jedoch hierbei auf die Nennung möglicher Modelle; Die Conjoint-Analyse scheint hierzu ein geeignetes Modell darzustellen.

10.2.5.2.3.1.2 Wirkungserfassung- und Bewertung

Das IDEA-Modell ist prozessorientiert aufgebaut mit der Zielsetzung, es branchen- und projektartübergreifend einsetzen zu können. „Kerngedanke des Konzepts ist die Annahme, dass sich die von Projekten und Maßnahmen hervorgerufenen Wirkungen wellenförmig im Unternehmen ausbreiten.“¹¹²¹ Dabei werden die Wirkungsketten Bottom-Up behandelt.¹¹²² Aus der Analyse von Wirkungsketten werden Kennzahlen gewonnen, die daraufhin monetär bewertet werden.¹¹²³

Das Vorgehensmodell gliedert sich somit in zwei unterschiedliche Phasen: „Zuerst erfolgt die Wirkungserfassung (Impact Detection) und dann die Wirkungsbewertung (Impact Assessment).“¹¹²⁴

Wirkungserfassung

In einem **ersten Schritt** des Anwendungsprozesses von IDEA werden diejenigen **Hauptprozesse ausgewählt**, für die vermutet wird, dass sie durch das Projekt betroffen sind.¹¹²⁵ Diese identifizierten Hauptprozesse werden daraufhin weiter in Teilprozesse ggf. bis hin zur Vorgangsebene zerlegt und in Form eines „Prozessmappings“ dargestellt.¹¹²⁶ In **Schritt zwei** werden auf Basis dieser Prozesszerlegungen durch die Maßnahme – im Falle dieser Arbeit der Einsatz der entwickelten Software – zu beobachtende bzw. zu erwartende Veränderungen an diesen Vorgängen betrachtet.¹¹²⁷ Die identifizierten direkten Wirkungen werden auch als **Primärwirkungen** bezeichnet.¹¹²⁸ Ausgehend von diesen Primärwirkungen werden **Wirkungsketten gebildet** um von den Primärwirkungen abhängige Wirkungen – somit **Sekun-**

¹¹²¹ Brandt (2004), S.67

¹¹²² Vgl. Brandt (2004), S.67f.; das Modell kann nach Brandt (2004), S.69 auch in einer Top-Down Abwandlung verwendet werden.

¹¹²³ Vgl. Brandt (2004), S.68f.

¹¹²⁴ Brandt (2004), S.69

¹¹²⁵ Vgl. Brandt (2004), S.70

¹¹²⁶ Vgl. Brandt (2004), S.70

¹¹²⁷ Vgl. Brandt (2004), S.70; Das IDEA-Konzept nach Brandt legt dabei seinen Fokus auf Ex-Post-Betrachtungen zur rückwirkenden Projektbewertung. Jedoch wird auch eine Anwendung für Prognosen anhand zweier Praxisbeispiele thematisiert. S.128-154

¹¹²⁸ Vgl. Brandt (2004), S.70

därwirkungen – zu erfassen.¹¹²⁹ Diese können sowohl in als auch außerhalb der Hauptprozesse angesiedelt sein.¹¹³⁰

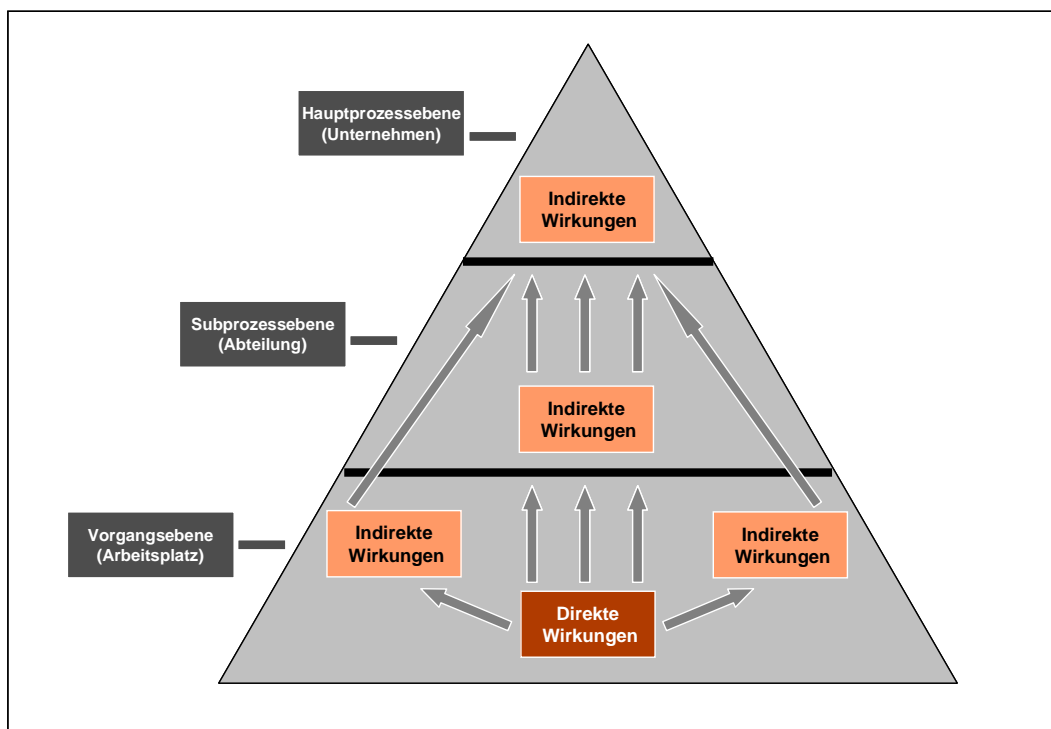


Abbildung 91: Wirkungspyramide¹¹³¹

Ausgehend von den gewonnenen Erkenntnissen, werden die Wirkungen den drei Wirkungsarten Primärwirkung, Sekundärwirkung und Tertiärwirkung zugeordnet.¹¹³² Da in der Praxis für einige Prozesskennzahlen, bspw. die Gesamtdurchlaufzeit, oftmals nicht die Daten für eine klare Abgrenzung der rein durch das betrachtete Projekt erzielten Verbesserungen erhoben werden können, kann vereinfachend eine prozentuale Aufteilung der Wirkungsüberschneidungen abgeschätzt werden.¹¹³³

¹¹²⁹ Vgl. Brandt (2004), S.70

¹¹³⁰ Vgl. Brandt (2004), S.70

¹¹³¹ Vgl. Brandt (2004), S.68

¹¹³² Vgl. Brandt (2004), S.71

¹¹³³ Vgl. Brandt (2004), S.71

Wirkungsbewertung

Aufbauend auf den Ergebnissen der Wirkungserfassung erfolgt eine monetäre Bewertung der identifizierten Wirkungen. Bewertungsgrundlage bilden dabei die ermittelten Prozesskennzahlen entlang der Wirkungsketten.¹¹³⁴ Diese Kennzahlen – beispielsweise die Gesamtdurchlaufzeit - haben in der Regel keinen monetären Charakter. Daher muss eine monetäre Bewertung in einem zweiten Schritt erfolgen.¹¹³⁵ Voraussetzung hierfür ist, dass im Unternehmen entsprechende Daten zur Verfügung stehen.¹¹³⁶

Das Modell von BRANDT ist dabei sowohl für eine Ex-post-Betrachtung als auch für Prognosen geeignet. Bei Ex-post-Betrachtungen gestaltet sich jedoch die Datenauswertung durch die Möglichkeit des Rückgriffs auf vergangenheitsbezogene Daten einfacher. Für die hier angestrebte Verwendung im Sinne einer Ertragsprognose sind die benötigten Daten hingegen aus Erfahrungswerten und Expertenschätzungen zu generieren. Als Experten sollten hierzu die jeweiligen Prozessverantwortlichen (processowner) der Teilprozesse herangezogen werden, da diese mit ihrem Prozess in der Regel am besten vertraut sind.¹¹³⁷ „Die Erfahrung zeigt [...], dass man bei entsprechender Einbindung der Experten und einer tendenziell konservativen Bewertung sehr zuverlässige Ergebnisse erhält.“¹¹³⁸

Das Ergebnis der Modellanwendung „ist eine ganzheitliche Betrachtung und mehrdimensionale Bewertung der analysierten Maßnahmen mit finanziellen Kenngrößen sowie quantitativen und qualitativen Prozesskennzahlen.“¹¹³⁹ Wie bereits ausführlich thematisiert, muss jedoch eine direkte monetäre Bewertung qualitativer Größen, beispielsweise Veränderungen bei der Mitarbeitermotivation, als nicht durchführbar erachtet werden.¹¹⁴⁰ Diese sollen – wie bereits in Kapitel 6.3 dargestellt – lediglich ü-

¹¹³⁴ Vgl. Brandt (2004), S.72

¹¹³⁵ Vgl. Brandt (2004), S.72 für die letzten beiden Sätze

¹¹³⁶ Vgl. Brandt (2004), S.72

¹¹³⁷ Vgl. Brandt (2004), S.72-73

¹¹³⁸ Brandt (2004), S.129

¹¹³⁹ Vgl. Brandt (2004), S.72

¹¹⁴⁰ Auch Brandt thematisiert diese Schwierigkeit: „Da die hierbei erzielten Bewertungen nicht auf eindeutig quantifizierbaren Prozesskennzahlen basieren, sondern auf subjektiven Einschätzungen, welche im Falle der Indices als Endergebnis in einem dimensionslosen Punktwert zusammengefasst werden, ist aus heutiger Sicht eine eindeutige monetäre Bewertung unmöglich.“ S.73

ber andere, quantitativ messbare Kennzahlen, beispielsweise die Produktivität, monetär erfasst werden. Folglich müssen auch im Modell nach BRANDT Kennzahlen den Schwerpunkt monetärer Bewertung bilden.¹¹⁴¹ Diese können sowohl Primärwirkungen – beispielsweise gewährte Rabatte beim Einkauf – wie auch Sekundärwirkungen – beispielsweise verringerte Kapitalbindung aufgrund geringerer Lagerhaltung – beinhalten.¹¹⁴²

Eine Auflistung der relevanten Einzel-Kennzahlen kann für diese Projektkategorie nicht standardisiert erfolgen, da der Kennzahlenbedarf von den jeweils betroffenen unternehmensspezifischen Prozessen abhängt. Eine Identifizierung und Bewertung kann somit zwar nach dem gleichen Vorgehensmodell erfolgen¹¹⁴³; die Kennzahlenauswahl muss jedoch für jede Projektbewertung individuell getroffen werden.

¹¹⁴¹ Vgl. Brandt (2004), S.74

¹¹⁴² Vgl. Brandt (2004), S.74

¹¹⁴³ Brandt (2004), S.79: „Die hier beschriebene Analyse ist für alle Prozesse eines Unternehmens möglich, nicht nur für klassische Kernprozesse wie die Fertigung, sondern auch für Führungsprozesse [...] oder Supportprozesse wie das Umweltmanagement.“ DUTTA (2007) weist jedoch für Softwareentwicklungsprojekte darauf hin, dass eine monetäre Bewertung von ‚internen‘ Softwarelösungen dann schwierig ist, wenn die Wirkungen neben der Technologie wesentlich durch menschliche Faktoren, beispielsweise Führungsentscheidungen, bestimmt sind. „For informational and transformational software assets, business value is generated by a combination of people and technology, not by technology alone. This makes it harder to quantify precisely.“ (Dutta (2007), S.11). Somit kann der Aussage von BRANDT zur generellen Einsetzbarkeit des Modells nicht in vollem Umfang zugestimmt werden.

10.2.5.2.3.1.3 Beispielanwendung des IDEA-Modells für eine Shop-Lösung

Im Folgenden soll ein Beispiel für die Erfassung von Primär- und Sekundärwirkungen und die daraus resultierende Ertragsermittlung nach dem IDEA-Modell dargestellt werden.¹¹⁴⁴

Das Anwendungsbeispiel bezieht sich auf die Implementierung und Nutzung einer integrativen Shop-Lösung zur Vermarktung von Trainingskursen.¹¹⁴⁵ „Diese Kurse werden vom Unternehmen dem Kunden angeboten um Mitarbeiter des Kunden für spezifische Systeme oder Netzkomponenten zu schulen. Eine wesentliche Zielsetzung der Shop-Lösung ist, bei Auftragseingang proaktiv auf den Kunden zugehen zu können, um zur gelieferten Hardware just in time passende Kurse anzubieten.“¹¹⁴⁶ „Der Training Shop wurde als Front-End-Applikation realisiert. Er ermöglicht dem Vertrieb in Echtzeit und 24 Stunden am Tag alle relevanten Trainingskursdaten online abzufragen. Ebenfalls in Echtzeit können die Kurse reserviert und gebucht werden.“¹¹⁴⁷

Die Wirkungen werden dabei über die Prozesse *Service*, *Vertrieb*, *Marketing* und *Trainingsanbieter* ermittelt.¹¹⁴⁸ *Service* stellt die softwaregenerierende Abteilung dar, die mit entsprechendem Entwicklungs/Realisierungsaufwand belastet wird. Der Schulungsaufwand verteilt sich auf die Bereiche *Service* und *Sales*.¹¹⁴⁹ Der Erstentwicklungsaufwand ist für das Entscheidungsmodell dieser Arbeit nicht relevant, da er bereits durch die (Rest-)Aufwandsschätzungen in das Modell integriert wird.

Während der Nutzungsphase der Software auftretende Aufwände für Wartung und Weiterentwicklung sollen jedoch im hier entwickelten Modell berücksichtigt werden. Diese Aufwände werden im nachfolgenden Kapitel 10.2.5.3 analysiert.

¹¹⁴⁴ Beispiel entnommen aus Brandt (2004), S.103-119; Das Beispiel wird bei Brandt mit verfremdeten Daten dargestellt. Es wird im weiteren Verlauf des Beispiels ausführlich darauf hingewiesen dass die Verfremdung der Daten keinen negativen Einfluss auf den Erkenntnisgewinn hat.

¹¹⁴⁵ Vgl. Brandt (2004), S.104

¹¹⁴⁶ Brandt (2004), S.104 für die letzten beiden Sätze

¹¹⁴⁷ Brandt (2004), S.108

¹¹⁴⁸ Vgl. Brandt (2004), S.109

¹¹⁴⁹ Vgl. Brandt (2004), S.109f.

Für die Shop-Lösung wurden bei BRANDT folgende Wirkungen identifiziert:

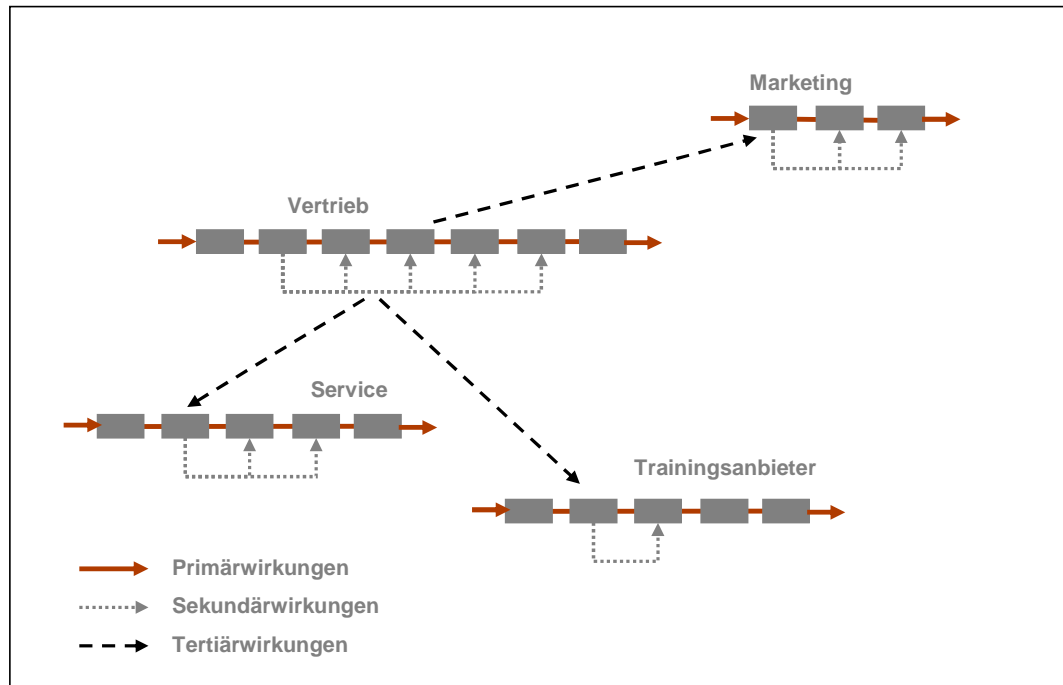
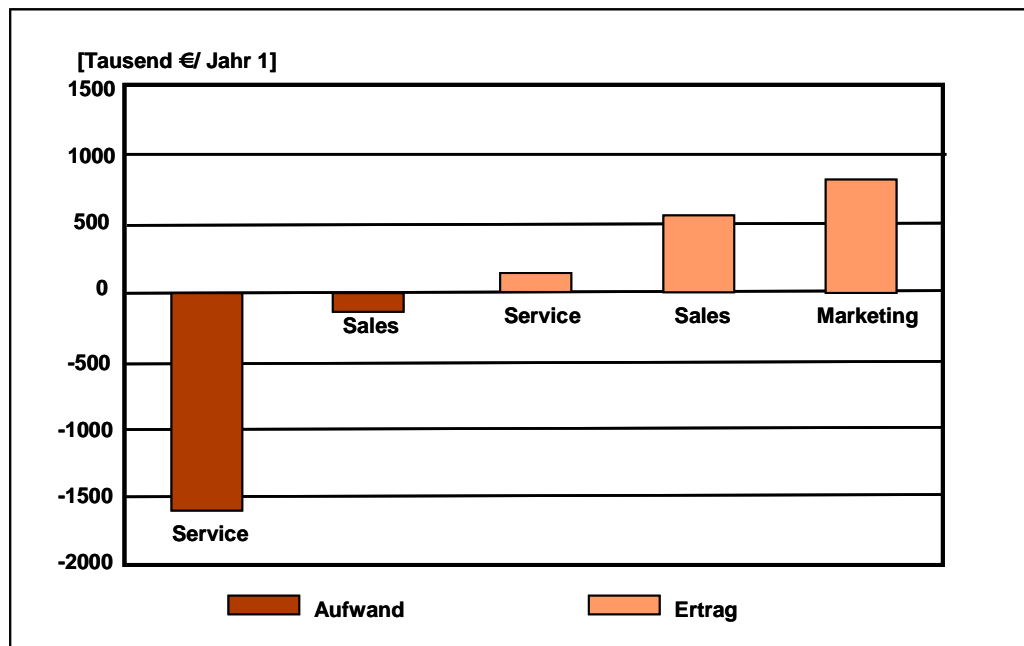


Abbildung 92: Wirkungsmodell der Shop-Lösung¹¹⁵⁰

Die Projektbewertung wurde im Beispiel Ex-Post vorgenommen. Im ersten Nutzungsjahr gestaltete sich die Verteilung der monetär bewerteten Wirkungen (inklusive Erstentwicklungsaufwand) auf die Hauptprozesse wie folgt:

¹¹⁵⁰ Verkürzte Darstellung nach Brandt (2004), S.109; Auf die Benennung aller Einzel-Wirkungen wird in der Graphik hier aus Übersichtlichkeitsgründen verzichtet.

Abbildung 93: Monetäre Verteilung auf Hauptprozesse¹¹⁵¹

10.2.5.3 Die Berücksichtigung des Softwarelebenszyklus

Bei der Bewertung des durch die Software bedingten zusätzlichen Ertrags über die gesamte Nutzungsdauer hinweg muss die Ertragsentwicklung im Softwarelebenszyklus berücksichtigt werden.

Aufbauend auf der Analyse einzelner Wirkungen ist deren monetäre Bewertung nicht zeitpunktbezogen sondern über den gesamten Lebenszyklus der entwickelten Software zu betrachten. Diese Betrachtung der durch die Software erzielten Erträge über einen längeren Zeitraum kann dem *Lebenszyklusmanagement* zugeordnet werden. Dieses kann als ergänzende Theorie zum Projektmanagement gesehen werden, da das Lebenszyklusmanagement im Gegensatz zum Projektmanagement keinen zeitlichen Restriktionen unterliegt.¹¹⁵²

¹¹⁵¹ nach Brandt (2004), S.113

¹¹⁵² Vgl. Heinrich/Lehner (2003), S.236

„Je später [...] [jedoch] ein Nutzenfaktor in der Zukunft wirksam wird, desto unsicherer ist die Aussage, die zum Zeitpunkt der Wirtschaftlichkeitsbewertung über seine tatsächliche Höhe möglich ist.“¹¹⁵³

Prognosen zum Gesamtertrag der entwickelten bzw. zu entwickelnden Software über deren Lebenszyklus hinweg können somit nur als Näherungswerte gesehen werden. Dennoch sollen in dieser Arbeit Möglichkeiten einer derartigen Annäherung im Folgenden analysiert werden.

Schwerpunkt dieser Analyse muss dabei der durch die Software erzielte Nettoertrag im Verlauf der Software-Lebenszeit sein. In der Kategorie *Individuelle Softwarelösungen zur unternehmensinternen Verwendung* muss somit eine Quantifizierung sowohl der Erträge (im Sinne von bewertetem Nutzen) als auch der Aufwände während des gesamten Software-Lebenszyklus erfolgen. Daher sollen in dieser Kategorie – anders als in allen weiteren Kategorien – Wartungsaufwendungen explizit berücksichtigt werden. Die hier zur Softwarewartung gemachten Ausführungen können jedoch auch auf andere Softwarekategorien übertragen werden, wenn für diese Wartungsaufwendungen in die Projektbewertung aufgenommen werden sollen.

Das – oben angesprochene – Lebenszyklusmodell gliedert sich in verschiedene Phasen – beispielsweise Einführung, Wachstum, Sättigung/Reife, Rückgang.¹¹⁵⁴ Eine scharfe Trennung dieser Phasen ist nicht immer möglich.

Es ist zudem nach der Systemnutzung in den einzelnen Phasen und der reinen Laufzeit des Systems über den gesamten Lebenszyklus hinweg zu differenzieren. Unter der Laufzeit einer Software ist die Zeit zu verstehen, in der die Software dem Nutzer zur Verfügung steht. Sie sagt jedoch nichts darüber aus, ob und in welchem Umfang sie genutzt wird.¹¹⁵⁵ Nutzengenerierung durch Software kann jedoch naturgemäß nur durch deren tatsächliche Nutzung erfolgen. Dies ist bei der monetären Nutzenbewertung im Zeitablauf zu berücksichtigen.

¹¹⁵³ Heinrich/Lehner (2005), S.369

¹¹⁵⁴ Vgl. Heinrich/Lehner (2003), S.238

¹¹⁵⁵ Vgl. Hürten (2005), S.104 für die letzten beiden Sätze

Die Aufwände, die während der Software-Lebenszeit für das Softwareprodukt – zusätzlich zum Erstentwicklungsaufwand – anfallen, sind im Wesentlichen durch Weiterentwicklungs-¹¹⁵⁶ und Wartungsaufwendungen bestimmt. Für diese Arbeit soll der Begriff „Weiterentwicklung“ sämtliche Änderungen an der Softwarefunktionalität beinhalten, somit auch Änderungs- und Löschoptionen.

Wartung definiert sich als „die Erhaltung oder Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit von Betriebsmitteln.“¹¹⁵⁷

Die Berücksichtigung von Wartungsaufwendungen scheint der in Kapitel 10.1.1.1 ausgeführten *Nichtabnutzbarkeit* des immateriellen Gutes *Software* entgegenzustehen. Jedoch muss der Begriff *Wartung* an dieser Stelle weiter gefasst werden. Wartungsaufwendungen entstehen in diesem Zusammenhang nicht durch eine physische Abnutzung des Gutes sondern beispielsweise durch das Anpassen des Softwareproduktes an veränderte Hardwareausstattung, Installation für zusätzliche Benutzer, Anpassung an Updates korrespondierender Softwareprodukte usw. Eine Nichtabnutzbarkeit des Gutes Software im engeren, klassischen Sinn bleibt somit von der Berücksichtigung von Wartungsaufwendungen unberührt.

Softwarewartung kann mit Bezug zum Software-Lebenszyklus in drei Kategorien eingeteilt werden:¹¹⁵⁸

- Korrekturwartung (Schwerpunkt: Einführungsphase)
- Anpassungswartung (Schwerpunkt: Wachstumsphase)
- Perfektionswartung (Schwerpunkt: Reifephase)

Eine klare Unterscheidung von Aufwendungen für Software-Wartung und Weiterentwicklung der Softwarelösung ist dabei schwierig. Für diese Arbeit soll jegliche funktionale Veränderung durch Hinzufügen, Ändern oder Löschen eines Funktionspunktes als Weiterentwicklung definiert werden. Aufwände für Wartungsarbeiten ohne funktionale Veränderung – beispielsweise reine Fehlerbeseitigung – sollen hingegen als Wartungsaufwand definiert werden.

¹¹⁵⁶ Vgl. die bei Hürten (2005), S.101 dargestellte Systementwicklung.

¹¹⁵⁷ Heinrich/Lehner (2003), S.235

¹¹⁵⁸ Vgl. Heinrich/Lehner (2003) S.238-239 für die Aufzählung

Die funktionale Veränderung des Softwareproduktes über die Jahre – im Folgenden somit als Weiterentwicklungsaufwand kategorisiert - wird nach Hürten an einem Beispiel folgendermaßen aufgezeigt:

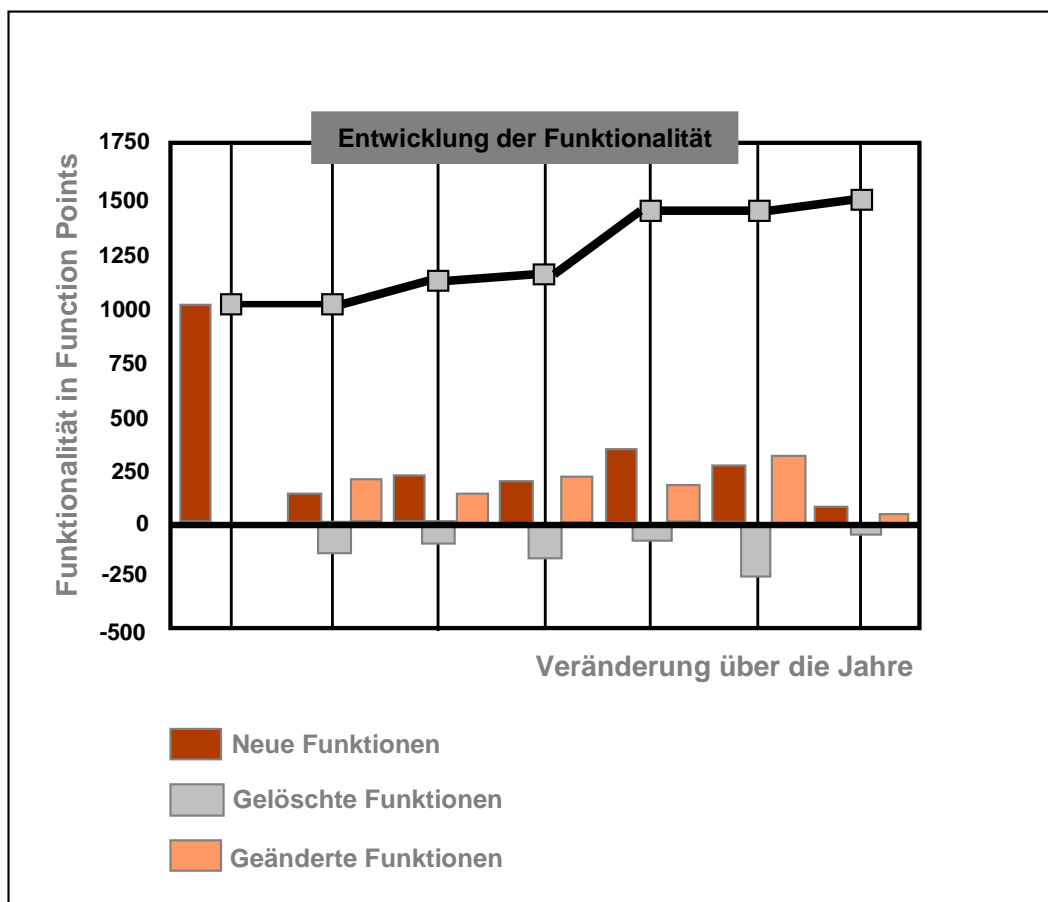


Abbildung 94: Entwicklung der Funktionalität¹¹⁵⁹

Der dabei angegebene Umfang der Weiterentwicklung im Zeitablauf kann jedoch lediglich als Anhaltspunkt dienen. Projektspezifische Anpassungen sind notwendig um den individuellen Gegebenheiten des Einsatzbereiches der Software Rechnung zu tragen. Die Möglichkeit einer Standardisierung muss auch hier als nicht gegeben gesehen werden.

¹¹⁵⁹ Nach Hürten (2005), S.101

Bei HEINRICH/LEHNER wird folgendes Nutzungs-Kosten-Nutzen-Schema für den gesamten Lebenszyklus dargestellt:

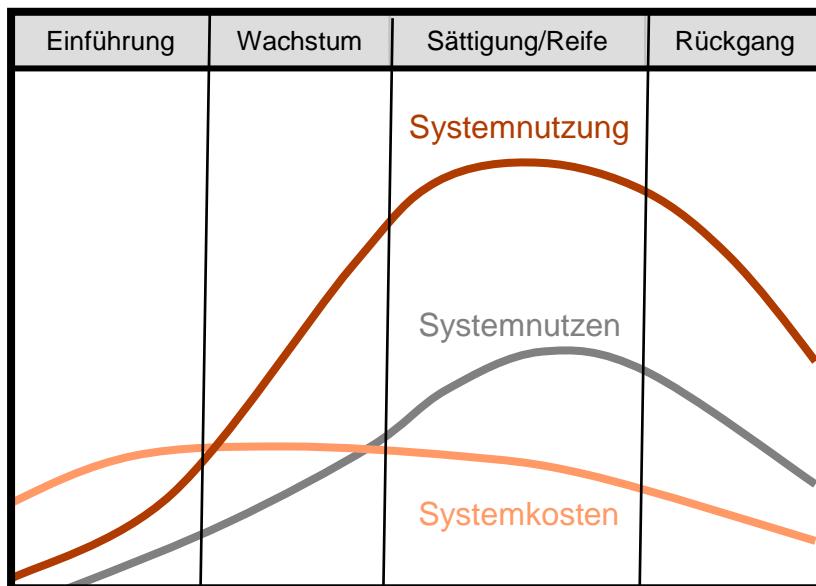


Abbildung 95: Lebenszyklusmodell¹¹⁶⁰

Die Ergebnisse der, bei BRANDT durchgeführten, Case-Study Trainings-Shop stimmen dabei mit der bei HEINRICH/LEHNER dargestellten allgemeingültigen Entwicklung im Lebenszyklus weitgehend überein.

Zwar bleiben die im Betrachtungszeitraum *2-4 Jahre nach Produktivsetzung*¹¹⁶¹ durch die Software erzielten Brutto-Erträge im Vergleich zum *1. Nutzungsjahr*¹¹⁶² gleich, die Nettoerträge steigen jedoch aufgrund des sinkenden Aufwands.¹¹⁶³

¹¹⁶⁰ Nach Heinrich/Lehner (2003), S.238

¹¹⁶¹ Vgl. Abbildung 96

¹¹⁶² Vgl. Abbildung 93

¹¹⁶³ Vgl. Brandt(2004), S.118

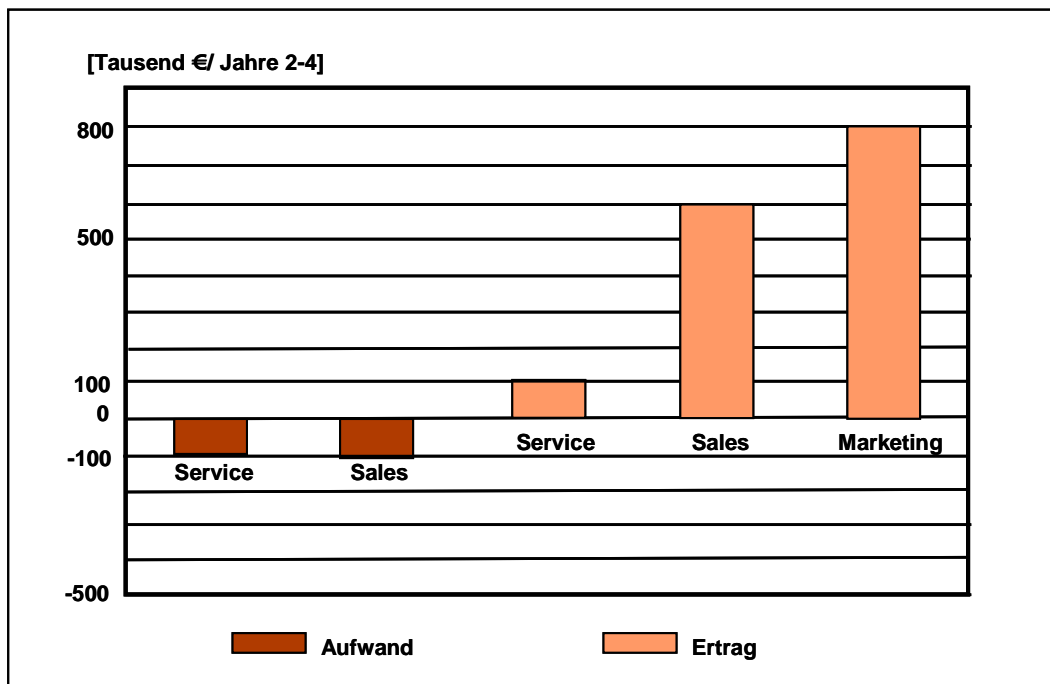


Abbildung 96: Monetäre Verteilung auf die Hauptprozesse: Jahr2-4¹¹⁶⁴

Interessant ist hierbei, dass die Softwarenutzung in einer reinen Betrachtung der Primärwirkungen Aufwand verursacht, über Sekundär und Tertiärwirkungen jedoch Erträge generiert.

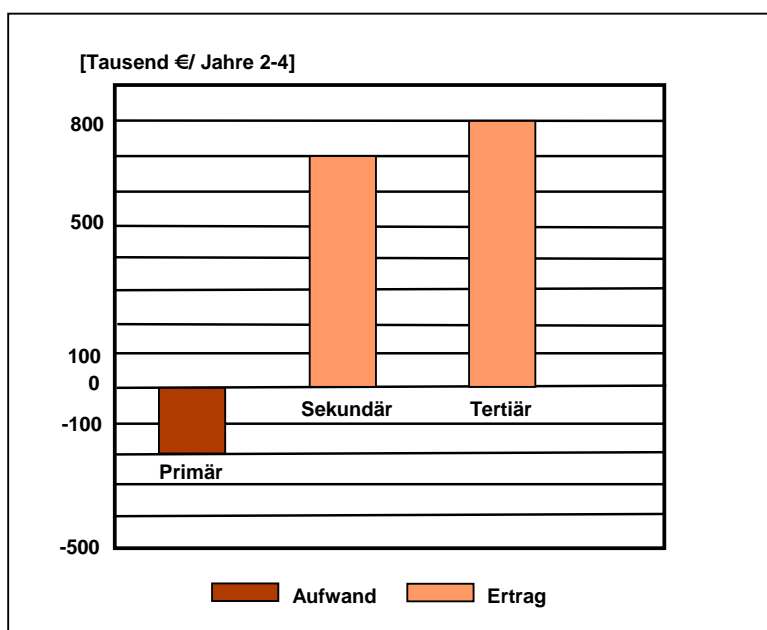


Abbildung 97: Verteilung auf Primär-, Sekundär- und Tertiärprozesse¹¹⁶⁵

¹¹⁶⁴ Nach Brandt (2004) S.116

¹¹⁶⁵ Nach Brandt (2004) S.117

Auch eine 5-Jahres-Betrachtung des Cases bei BRANDT stimmt mit der im Lebenszyklus-Modell bei HEINRICH/LEHNER schematisch angegebenen Nutzenentwicklung überein. In Jahr 5 der Softwarenutzung sinkt der Ertrag gegenüber den Vorjahren deutlich ab.¹¹⁶⁶

Eine Prognose des durch die zu entwickelnde Softwarelösung erzielten Gesamtertrags muss somit neben einer monetären Nutzenbewertung auch Systemerhaltungskosten im Zeitablauf berücksichtigen. Der Nettoertrag bestimmt sich dabei wie folgt:

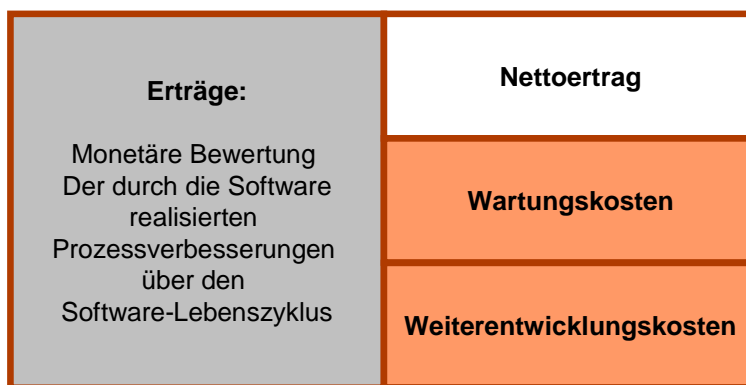


Abbildung 98: Berechnungsmodell Nettoertrag

¹¹⁶⁶ Vgl. Brandt(2004), S.118

Er errechnet sich in einer statischen Betrachtung – ohne Berücksichtigung eines Kalkulationszinssatzes – wie folgt:

$$E_{gesamt} = \sum_{n=1}^N U_n - WA_n - WE_n$$

Formel 23: Ertragsprognose für ‚Individuelle Softwarelösungen zur unternehmensinternen Verwendung‘

Mit

U_n monetär bewerteter Nutzen des Softwareproduktes im Nutzungsjahr n ¹¹⁶⁷

WA_n prognostizierter Wartungsaufwand im Nutzungsjahr n

WE_n prognostizierter Weiterentwicklungsaufwand im Nutzungsjahr n

N Gesamte Nutzungsdauer in Jahren

Der Weiterentwicklungsaufwand WE_n kann wiederum auf Einzelaufwände zum Hinzufügen, Ändern oder Löschen von Funktionalität auf Funktionspunkt-Basis heruntergebrochen werden. Auf eine detaillierte Aufwandsprognose für die Weiterentwicklung und Wartung bestehender Softwarelösungen soll in dieser Arbeit jedoch nicht im Detail eingegangen werden. Es sei auf entsprechende Literatur verwiesen. Bewertungsmöglichkeiten und Standardwerte hierfür finden sich beispielsweise bei BUNDSCHUH/FABRY(2004).

¹¹⁶⁷ Wie in Kapitel 10.2.5.2.3 dargestellt wird eine standardisierte Bewertung über im Modell vorgegebenen Kennzahlen für diese Größe abgelehnt

11 Entwicklung des Entscheidungsmodells

11.1 Entwicklung des mehrstufigen Modelldesigns

Wie einleitend¹¹⁶⁸ ausführlich dargestellt, ist das Ziel dieser Arbeit die Entwicklung eines ‚generischen‘ Modells zur Entscheidungsunterstützung bei Projektabbruchentscheidungen. ‚*Generisch*‘ in diesem Kontext beinhaltet, dass das Modell sowohl auf verschiedene Softwarearten ausgelegt ist als auch flexibel an die unterschiedliche Datenverfügbarkeit und Kennzahlenerhebung in den anwendenden Unternehmen angepasst werden kann.

Der – in Kapitel 7.2.3.3.2 ausführlich dargestellten – Studie nach GEORGE zu Folge, divergiert das Informationsangebot in Form von erhobenen oder auf Basis der bestehenden Datenlage erhebbaren Kennzahlen zwischen den Unternehmen bzw. Projekten stark. Beispielsweise wurde bei GEORGE ermittelt, dass zwar 100% der bei ihm befragten Unternehmen Kennzahlen zur Erfassung der Projektkosten erheben, jedoch lediglich 34% andere Informationen, wie z.B. Krankenstand oder Komplexität des Projektes.¹¹⁶⁹ Auch schwer quantifizierbare Sachverhalten werde nur von 34% der befragten Unternehmen in Kennzahlen abgebildet; die Erhebungsgegenstände divergieren dabei stark.¹¹⁷⁰ Beispielsweise führen nur zwei der befragten Unternehmen eine Risikoanalyse durch; Kennzahlenerhebung zur Kundenzufriedenheitsmessung und Marktanteilsbestimmung wurde nur einmal genannt. Auch die Abbildung von Effizienzaspekten und Projektkomplexität wird mit nur einer Nennung weitgehend vernachlässigt.¹¹⁷¹

Aufgrund dieser Divergenzen greift ein entscheidungsunterstützendes Modell, das auf nur einem speziellen Kennzahlen-Set aufbaut, für die hier behandelte Problemstellung zu kurz. Wesentliche Anforderung an das Modell-Design muss die Möglichkeit zur Berücksichtigung unterschiedlicher Datenverfügbarkeit sein.

¹¹⁶⁸ Vgl. Kapitel 1.2

¹¹⁶⁹ Vgl. George (1999), S.220

¹¹⁷⁰ Vgl. George (1999), S.223

¹¹⁷¹ Vgl. George (1999), S.223f. für die letzten beiden Sätze;

Diese Anforderung wird über ein Mehr-Stufen-Design umgesetzt. Dabei steigen sowohl der Detaillierungsgrad der Projektbewertung als auch der Umfang der erforderlichen Daten von Stufe zu Stufe an. Jede nachgeordnete Stufe erweitert die jeweils vorangehende Stufe.

Ergebnis der Modellanwendung – unabhängig von der Anwendungs-Stufe – ist eine einzelne Spitzenkennzahl. Diese wird auf allen Modellstufen hinsichtlich des verwendeten Bewertungsverfahrens einheitlich gebildet, lediglich die integrierten Projektdaten verändern sich von Stufe zu Stufe. Somit kann trotz des generischen Designs eine einheitliche Entscheidungsregel für die resultierende Spitzenkennzahl definiert werden.

Da in Kapitel 8.5 die Kapitelwertmethode als geeignete Bewertungsmethode ausgewählt wurde, gestaltet sich die Entscheidungsempfehlung für alle Modellstufen analog zur Entscheidungsregel bei der Kapitalwertmethode¹¹⁷²:

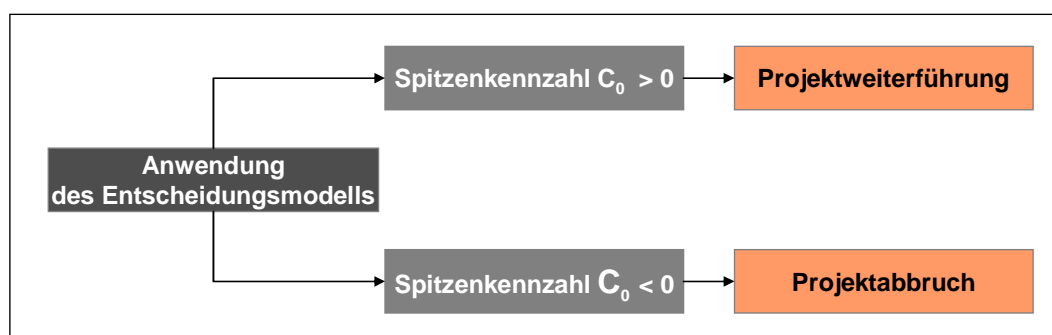


Abbildung 99: Interpretation der Spitzenkennzahl über alle Modellstufen

In der nachfolgenden Abbildung 100 wird das Stufenmodell graphisch dargestellt. Die y-Achse gibt dabei den jeweiligen Detaillierungsgrad in der Projektbewertung an, die x-Achse den dadurch bedingten Informationsbedarf. Mit zunehmender Detailtiefe geht – wie oben beschrieben – ein zunehmender Bedarf an Projekt-Daten einher. Je weiter die Stufe somit vom Ursprung entfernt liegt, desto höher ist auch die Anwendungs-Komplexität zu bewerten. Diese zunehmende Komplexität bietet schrittweise höhere Planungssicherheit durch Dynamisierung, Integration von Risikobetrachtungen und Modellen zur Ertragsschätzung, erfordert jedoch auch zunehmend mehr Erhebungsaufwand.

¹¹⁷² Vgl. Kapitel 8.3.3.1; der Grenzfall ‚Spitzenkennzahl=0‘ wird in der Graphik nicht explizit berücksichtigt; in diesem Fall kann keine klare Entscheidungsrichtlinie gegeben werden.

Die Stufen wurden dabei nach den Erfordernissen der praktischen Anwendung gewählt. **Stufe I** soll einer sehr vereinfachten, statischen Kosten-Nutzen-Abwägung unter Verwendung von Festgrößen Rechnung tragen, da – wie in Kapitel 9.2 beschrieben – vor allem für kleine Projekte häufig auf eine Verwendung von Softwaremetriken für die Aufwandschätzung verzichtet wird. Auf dieser Stufe wird auch eine Hochrechnung über die Prozentsatzmethode angesiedelt. Jedoch muss – von einigen Kleinprojekten abgesehen – die Verwendung von Softwaremetriken aktuell als de-facto-Standard für die Aufwandschätzung gesehen werden. Daher wird auf **Stufe II** die in der Softwareentwicklungspraxis sehr verbreitete Softwaremessung über Function Points integriert. **Stufe III** führt eine dynamische Bewertung unter Berücksichtigung des zeitlichen Anfalls von Aufwänden und Erträgen ein, da – wie der Studie von GEORGE zu entnehmen ist – ein projektbezogener Kapitalwert zumindest bei zwei Drittel der befragten Unternehmen bekannt ist.¹¹⁷³ Erst auf **Stufe IV** der Modellbildung finden die identifizierten Kernrisiken im Modell Berücksichtigung. Hier sind bereits zahlreiche Projektdaten erforderlich, die von einigen Unternehmen nicht mehr en detail erhoben werden. Beispielsweise werden laut GEORGE nur bei 34% der Befragten Informationen über Krankenstand und Ähnliches erhoben.¹¹⁷⁴ Während auf Stufe I bis IV die Ertragsschätzung als Festgröße berücksichtigt wurde, integriert **Stufe V** – für jede Softwarekategorie getrennt – die in Kapitel 10 identifizierten Prognosemodelle. Da diese Prognosen mit z.T. erheblichem Erhebungsaufwand verbunden sind, soll diese sehr detaillierte Bewertung auf letzter Stufe des Modells angesiedelt werden. Dies entspricht ebenfalls den Ergebnissen von GEORGE, bei dem die Verwendung von derartigen Kennzahlen – beispielsweise zur Marktanteilsbestimmung – nur einmal genannt wurden.¹¹⁷⁵

Die einzelnen Modell-Stufen und deren Datenbedarf werden in den folgenden Abschnitten detailliert erläutert. Dabei werden die Ergebnisse aller vorausgehenden Kapitel in der jeweiligen Stufe in das Modell integriert. Diese werden nicht mehr explizit dargestellt. Es wird auf die Ausführungen in den jeweiligen Kapiteln verwiesen.

¹¹⁷³ Vgl. hierzu die Ausführungen in Kapitel 7.2.3.3.2 und George (1999), S.223f.

¹¹⁷⁴ Vgl. hierzu die Ausführungen in Kapitel 7.2.3.3.2 und George (1999), S.223f.

¹¹⁷⁵ Vgl. hierzu die Ausführungen in Kapitel 7.2.3.3.2 und George (1999), S.223f.

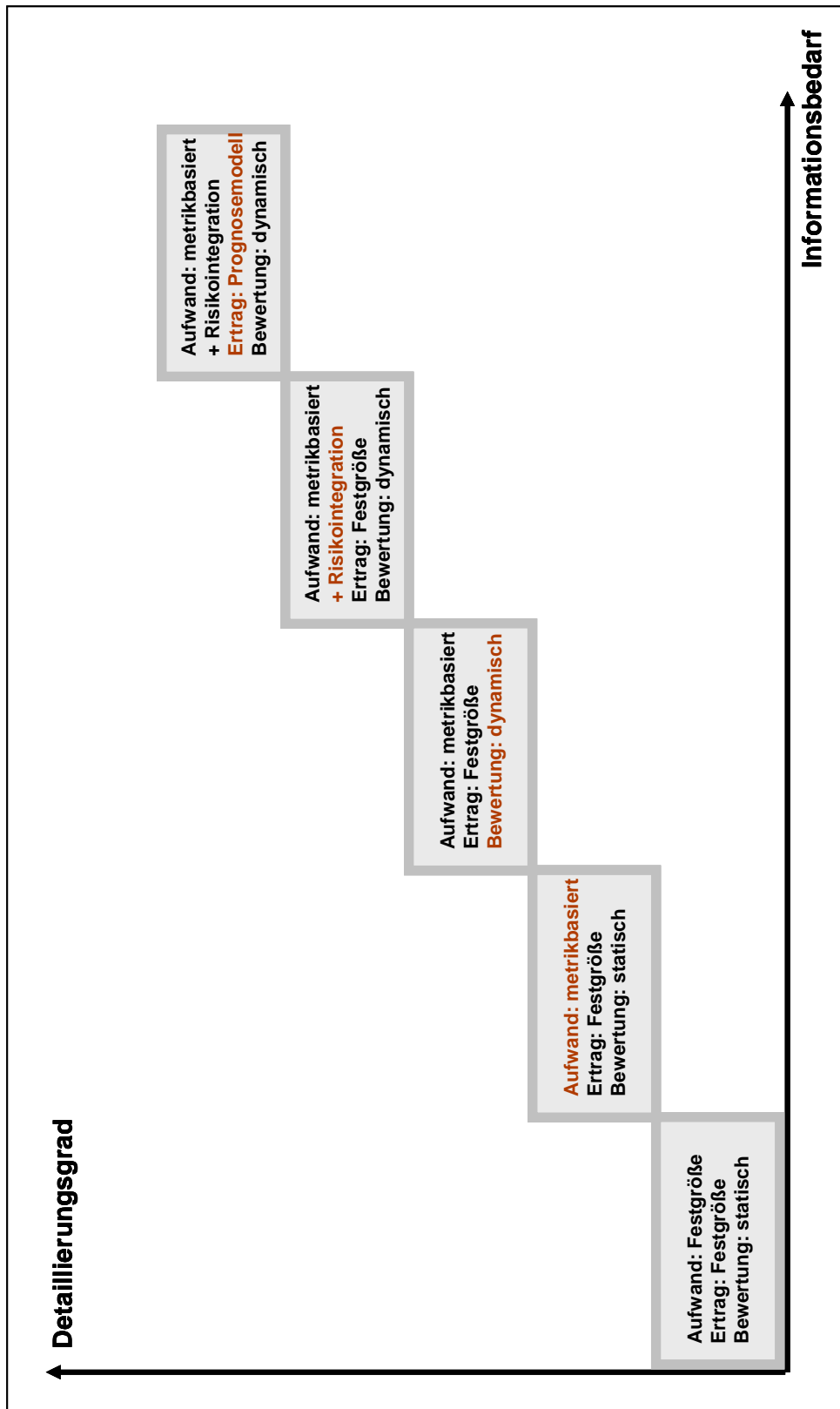


Abbildung 100: Anwendungsstufen des Entscheidungsmodells

11.2 Detailentwicklung der Modellstufen

11.2.1 Stufe I: statische Bewertung unter Verwendung von Festgrößen

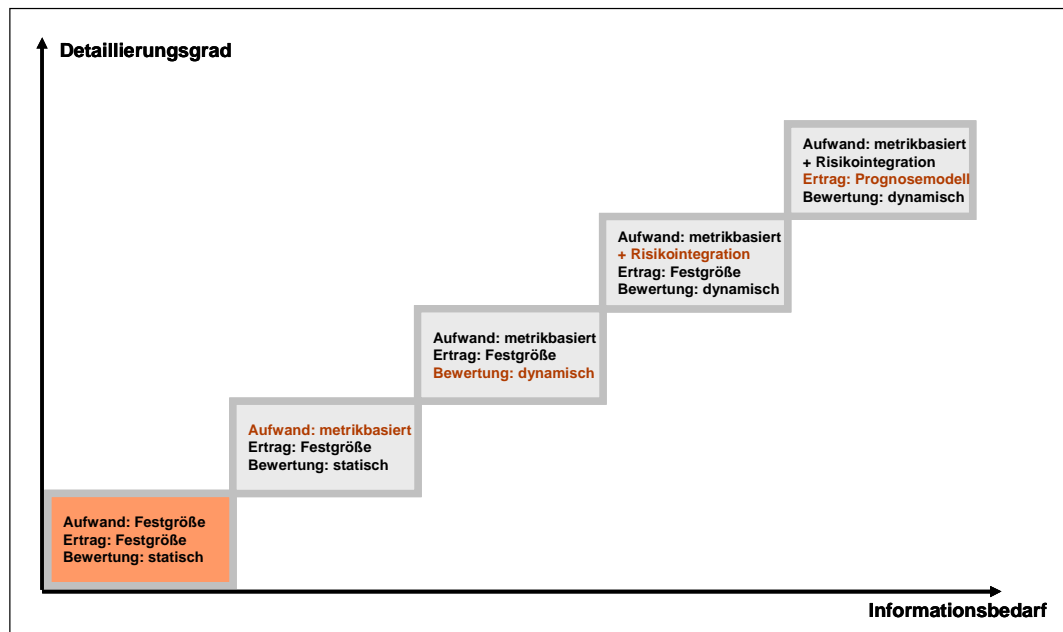


Abbildung 101: Stufe I: Statische Bewertung unter Verwendung von Festgrößen

11.2.1.1 Grundform der Modell-Anwendung auf Stufe I

Die Anwendungsbasis bildet eine sehr vereinfachte Grundstufe I des Modells, bei der lediglich eine statische Gegenüberstellung der Restaufwände und (Rest-)erträge, die durch die Projektweiterführung bedingt werden, erfolgt. Es handelt sich dabei lediglich um eine Gegenüberstellung des durch die Projektweiterführung zusätzlich erzielten, monetär bewerteten Nutzens und der bis zur Projektfertigstellung noch anfallenden Aufwände. Stufe I entspricht somit einer klassischen Kosten-Nutzen-Abwägung.

Auf die Abschätzung dieser Größen wird auf Stufe I nicht weiter eingegangen. Es kann sich hierbei um nicht weiter detaillierte Erfahrungswerte aus vergleichbaren, abgeschlossenen Projekten handeln, um Expertenschätzungen oder auch ‚nur‘ das ‚Bauchgefühl‘ der Projektleiter.

Auf Stufe I wird die Modellbildung zudem auf eine statische Betrachtung reduziert. Der zeitliche Anfall der durch das Projekt bedingten Aufwände und Erträge soll somit auf dieser Stufe nicht berücksichtigt werden. Die naturgemäß dynamisch gestaltete Kapitalwertmethode wird hier in einer statischen Vereinfachung angewendet.

Eine Weiterführung des betrachteten Softwareentwicklungsprojektes wird bei dieser Datenlage – unter den für diese Arbeit getroffenen Prämissen – dann angestrebt, wenn die prognostizierten (Rest-)Erträge die prognostizierten Restaufwendungen überschreiten.

Es ergibt sich auf dieser Stufe des entscheidungsunterstützenden Modells somit folgender, stark vereinfachter Kapitalwert als Spitzenkennzahl:

$$C_0 = E - A_{mon}$$

Formel 24: Kapitalwertberechnung auf Stufe I

mit

C_0 Kapitalwert

E prognostizierter (Rest-)Ertrag bei Projektweiterführung (als Festgröße)

A_{mon} prognostizierter, monetärer Restaufwand bis Projektfertigstellung (als Festgröße)

Entsprechend die Entscheidungsregel:

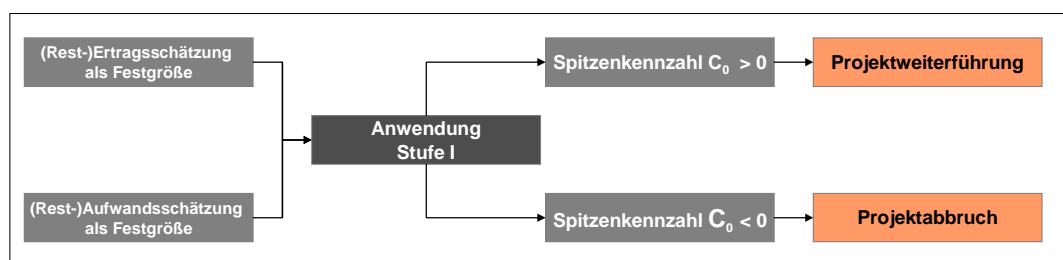


Abbildung 102: Entscheidungsregel auf Stufe I

Augenscheinlich stellt diese Entscheidungsunterstützung auf Stufe I eine starke Vereinfachung des naturgemäß sehr komplexen Problems einer Entscheidung über Projektabbruch oder -weiterführung dar. Auf dieser Grundstufe kann das Modell somit allenfalls als erste Hilfestellung angesehen werden.

Auf die Herkunft der hier als Festgrößen angenommenen Aufwands- und Ertragsprognosen soll – wie oben erwähnt – an dieser Stelle nicht eingegangen werden. In der Praxis lassen sich derartige Festgrößen-Prognosen häufig nur schwer nachvollziehen. Sie resultieren oftmals aus ‚Bauchgefühl‘-Schätzungen durch Experten. Die damit verbundene Problematik wird unter anderem bei DeMARCO (2004) ausführlich diskutiert und soll in dieser Arbeit nicht weiter thematisiert werden. Auch auf verbesserte Modelle zur Expertenschätzung, beispielsweise die Anwendung von Kreativitätstechniken wie der Delphi-Methode, soll hier nicht eingegangen werden. Es sei auf entsprechende Literatur verwiesen, beispielsweise DeMARCO(2004).

11.2.1.2 Erweiterte Anwendung unter Verwendung der Prozentsatzmethode

Wie in Kapitel 9.2 dargestellt, können bereits realisierte Projektaufwendungen unter Verwendung einer typischen Aufwandsverteilung nach Projektphasen auf das Gesamtprojekt und somit auch das Restprojekt hochgerechnet werden. Da auch hier auf die Verwendung zugrunde liegender Softwaremetriken verzichtet wird, soll eine Restaufwandsprognose nach der Prozentsatzmethode als Erweiterung der Stufe I des Entscheidungsmodells zugeordnet werden.

In Kapitel 9.2 wurde folgende mathematische Berechnung des monetären Projektrestaufwands bis zur Projektfertigstellung auf Basis des bereits realisierten monetären Projektaufwands ermittelt:

$$A_{mon} = \frac{A_n}{\sum_{i=1}^n \frac{p_i}{100}} - A_n$$

mit:

- A_{mon} prognostizierter monetärer Restaufwand bis Fertigstellung
- n zum Entscheidungszeitpunkt abgeschlossene Projektphase
- A_n bis Ende der Phase n (Entscheidungszeitpunkt) verbrauchter Aufwand
- p_i Prozentwert der Aufwandszurechnung zu Phase i

Dieser Restaufwandsprognose wird wiederum die Ertragsprognose als Festgröße in einer statischen Betrachtung gegenübergestellt.

Demzufolge ergibt sich folgende erweiterte Berechnung der Spitzenkennzahl

$$C_0 = E - A_{mon} \quad \text{mit} \quad A_{mon} = \frac{A_n}{\sum_{i=1}^n \frac{p_i}{100}} - A_n$$

Formel 25: erweiterte Kapitalwertberechnung auf Stufe I

Die Entscheidungsregel bleibt analog erhalten:

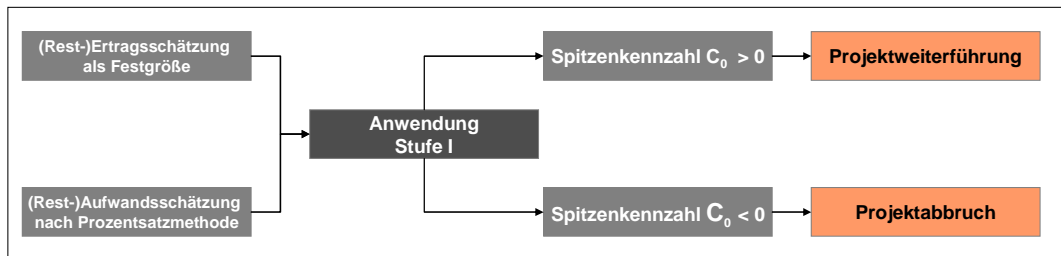


Abbildung 103: Entscheidungsregel auf Stufe I bei Anwendung der Prozentsatzmethode

11.2.1.3 Beispiel-Anwendung Stufe I

Aufgrund der starken Vereinfachung der einfließenden Daten soll für die Grundform der Modellanwendung auf Stufe I kein Beispiel-Case dargestellt werden. Im Folgenden soll daher eine Beispielberechnung zur erweiterten Stufe I unter Anwendung der Prozentsatzmethode erfolgen.

Diese und auch alle weiteren Beispiel-Rechnungen stellen dabei fiktive Cases dar, welche aus empirisch ermittelten Standardwerten frei konstruiert wurden. Es wird an der jeweiligen Stelle auf die empirische Datengrundlage verwiesen.

Für die Beispielrechnung auf Stufe I wird von den bei BUNDSCHUH/FABRY angegebenen empirisch ermittelten Phasenanteilen ausgegangen¹¹⁷⁶

	Planung	Spezifikation	Programmierung	Test	Installation
Alle Projekte	4%	23%	41%	22%	10%
Neuentwicklung	6%	20%	48%	17%	9%
Redevelopment	7%	9%	29%	14%	41%
Weiterentwicklung	3%	27%	37%	26%	7%

Tabelle 35: Phasenbezogene Aufwandsverteilung nach Projektart¹¹⁷⁷

Darüber hinaus werden für das Projekt folgende Daten angenommen:

Beispielberechnung:¹¹⁷⁸

Projektart:	Neuentwicklungsprojekt		
Entscheidungszeitpunkt:	Ende der Spezifikationsphase folglich $n=2$;		
Ertragsprognose (Festgröße) E:	30000[GE] Prämisse: Einzahlungen werden nur bei Fertigstellung des Projektes realisiert.		
Bisher angefallener Aufwand A_n:	8500[GE]		
Phasenverteilung der Aufwände: ¹¹⁷⁹	Planung	p_1	6%
	Spezifikation	p_2	20%
	Programmierung	p_3	48%
	Test	p_4	17%
	Installation	p_5	9%

Tabelle 36: Beispielrechnung Stufe I

¹¹⁷⁶ Vgl. Bundschuh/Fabry (2004), S.406. Die Daten stützen sich auf die ISBSG-Datenbank. Die ISBSG-Datenbank ist eine Datenbank in der mehr als 4000 reale Projektdaten zu Softwareentwicklungsprojekten hinterlegt sind. Weitere Informationen zur ISBSG-Datenbank finden sich unter www.dasma.org

¹¹⁷⁷ Vgl. Bundschuh/Fabry (2004), S.406

¹¹⁷⁸ Unter der Verwendung der Tabelle in Bundschuh/Fabry (2004), S.406;

¹¹⁷⁹ Aus Bundschuh/Fabry (2004), S.406; Neuentwicklungen basierend auf der ISBSG-Datenbank

Für obige Beispieldaten liefert die Funktion somit folgende Berechnung. Auf die Darstellung der Einheiten wird aus Übersichtlichkeitsgründen verzichtet.

$$C_0 = 30000 - 24192 = 5808 \text{ mit } A_{mon} = \frac{8500}{\sum_{i=1}^2 \frac{P_i}{100}} - 8500 \approx 24192$$

Nach

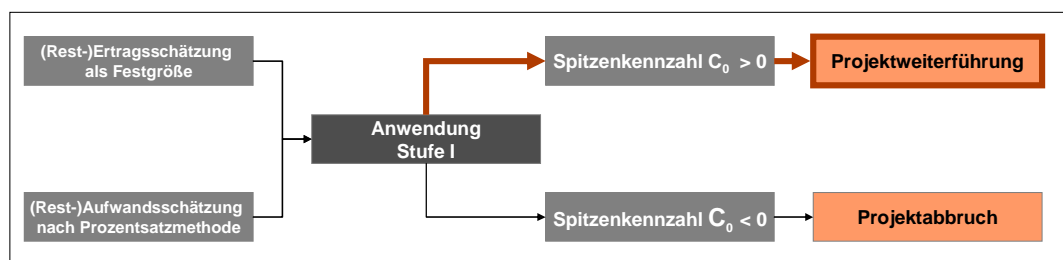


Abbildung 104: Anwendung der Entscheidungsregel auf Stufe I

wird somit die Projektweiterführung empfohlen.

Bei den bisherigen Auszahlungen von 8500 GE bis zum Ende der Spezifikationsphase sollte das Projekt somit bei Anwendung der Prozentsatzmethode nicht abgebrochen werden. Das Restprojekt würde nach dieser Berechnung einen Einzahlungsüberschuss von ca. 5808 GE erwirtschaften. Für das Gesamtprojekt muss jedoch ein Verlust von ca. 2692 GE kalkuliert werden.¹¹⁸⁰ Bei einem Projektabbruch zum Entscheidungszeitpunkt – unter dem hier angenommenen Ertragskonstrukt ‚nur zum Ende des Projektes bei dessen Fertigstellung‘ – würden jedoch im Abbruchfall Verluste in Höhe der bereits investierten 8500GE anfallen. Das Restprojekt erwirtschaftet somit einen Beitrag zur Minderung des Gesamtverlustes.

Gestaltet man die Funktion in Abhängigkeit vom bisher angefallenen Aufwand ergibt sich folgender Kapitalwert-Verlauf für das Restprojekt. Das linke Schaubild verdeutlicht diesen Funktionsverlauf zum Ende der Spezifikationsphase, das Rechte zum Ende der Programmierungsphase:

¹¹⁸⁰ Zinseffekte werden auf Stufe I noch nicht berücksichtigt.

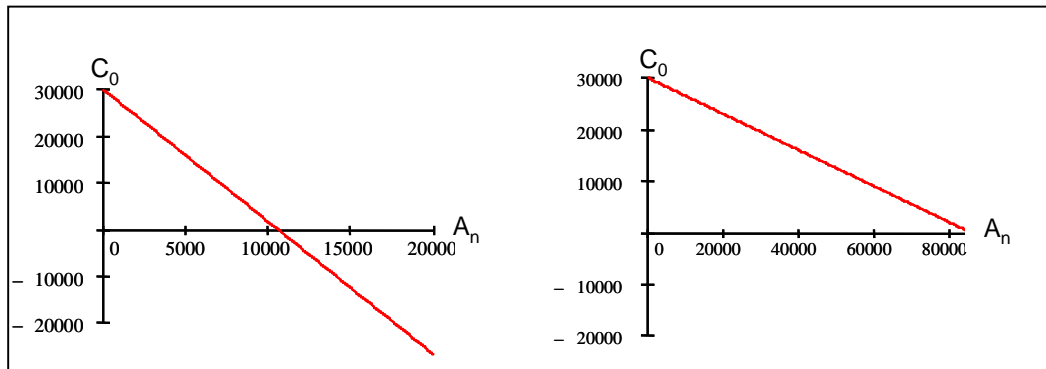


Abbildung 105: Entscheidungszeitpunkt "Ende Spezifikation" (links) vs. „Ende Programmierung“ (rechts)

Vor allem die rechte Graphik macht dabei deutlich, dass zum Ende der Phase „Programmierung“ eine Weiterführung des Projektes auch dann noch wirtschaftlich sinnvoll ist, wenn die bisher angefallenen Kosten die prognostizierten Erträge bei Projektfertigstellung bei weitem überschreiten, das Restprojekt jedoch dennoch einen positiven Beitrag zur Minderung des Gesamtverlustes erwirtschaftet.

11.2.2 Stufe II: statische Bewertung mit metrikbasierter Restaufwandschätzung

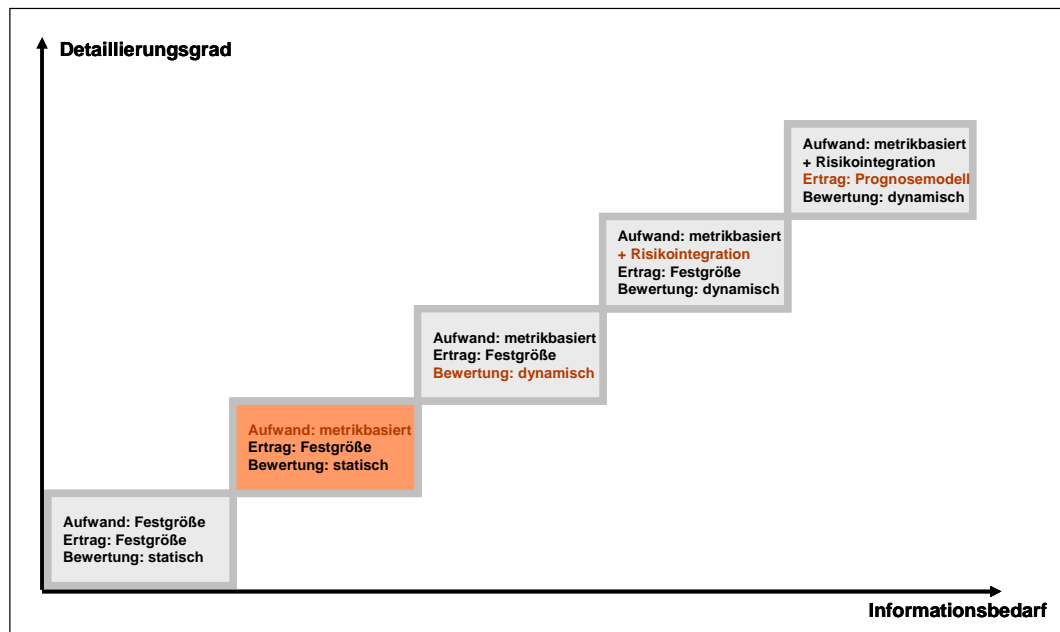


Abbildung 106: Stufe II: Statische Bewertung mit metrikbasierter Restaufwandsprognose

Auf Stufe II wird die Einschränkung, Aufwände lediglich als Festgröße zu prognostizieren, aufgehoben. Vielmehr soll auf dieser Stufe eine Aufwandsschätzung auf Basis einer Softwaremetrik erfolgen. In Kapitel 9.3.1 wurden unjustierte Funktionspunkte als geeignetes Softwaremaß vorgeschlagen. Eine Modellanwendung kann jedoch – mit entsprechenden Anpassungen – auch für andere Maßeinheiten sinnvoll sein. Die in Kapitel 9.3.2.3 ausführlich dargestellten Risikobetrachtungen werden in Stufe II noch ausgeklammert; sie sollen erst auf Stufe IV in das Entscheidungsmodell integriert werden.

Wie zu der, im vorangehenden Kapitel 11.2.1 dargestellten, Stufe I ausgeführt, wird auch auf Stufe II lediglich eine statische Bewertung des Restprojektes vorgenommen. Der zeitliche Anfall der Aufwände und Erträge wird somit auch hier als irrelevant erachtet.

Die Ertragsprognose wird – wie bereits auf Stufe I – weiterhin als Festgröße behandelt. Die in Kapitel 10 analysierten Prognosemodelle werden erst auf Stufe V in das Modell integriert.

11.2.2.1 Entwicklung der Entscheidungsregel auf Stufe II

In Formel 8 wurde – ohne Integration der identifizierten Kernrisiken – der zeitliche Restaufwand für das Softwareentwicklungsprojekt folgendermaßen berechnet:

$$A_t = (FP_{Basis} - FP_{bisher}) \cdot PDR$$

Formel 26: Integration von Formel 8

Da auf Stufe II noch keine Risikobetrachtungen erfolgen sollen, wird hier die durchschnittliche monatliche Arbeitszeit als pauschale Größe t_{mon} integriert. Die Größe des Projektteams wird als konstant angenommen; die Ausführungen zur Fluktuation aus Kapitel 9.3.2.3.3 werden hier noch ausgeklammert. Auch wird davon ausgegangen, dass jedes Teammitglied dem Projekt mit t_{mon} zur Verfügung steht.

Somit ergibt sich folgende vereinfachte Berechnung der Projektrestlaufzeit in Monaten:

$$M = \frac{A_t}{t_{mon} \cdot team}$$

Formel 27: Vereinfachte Ermittlung der monatlichen Arbeitszeit ohne Risikobetrachtungen

Mit:

t_{mon} durchschnittliche monatliche Arbeitszeit je Mitarbeiter
[Stunden pro Mitarbeiter und Monat]

$team$ Anzahl der Teammitglieder

Entsprechend Formel 15 wird der monetäre Restaufwand nach

$$A_{mon} = M \cdot team \cdot g$$

Formel 28: Integration von Formel 15

Mit:

g Durchschnittliches Gehalt eines Projektteammitglieds [GE pro Monat
und Mitarbeiter]¹¹⁸¹

berechnet. Schulungsaufwendungen werden hier als Risikogröße noch ausgeklammert.

¹¹⁸¹ Hier und im Weiteren jeweils inklusive Lohnnebenkosten

Es ergibt sich somit folgende Berechnung der Spitzenkennzahl auf Stufe II:

$$C_0 = E - A_{mon}$$

$$\text{mit } A_{mon} = M \cdot team \cdot g$$

$$\text{mit } M = \frac{A_t}{t_{mon} \cdot team}$$

$$\text{mit } A_t = (FP_{Basis} - FP_{bisher}) \cdot PDR;$$

Zusammengefasst:

$$C_0 = E - \frac{(FP_{Basis} - FP_{bisher}) \cdot PDR \cdot g}{t_{mon}}$$

Formel 29: Kapitalwertberechnung auf Stufe II

Die Entscheidungsregel gestaltet sich analog zu Stufe I, jedoch mit metrikbasierter Aufwandsschätzung:

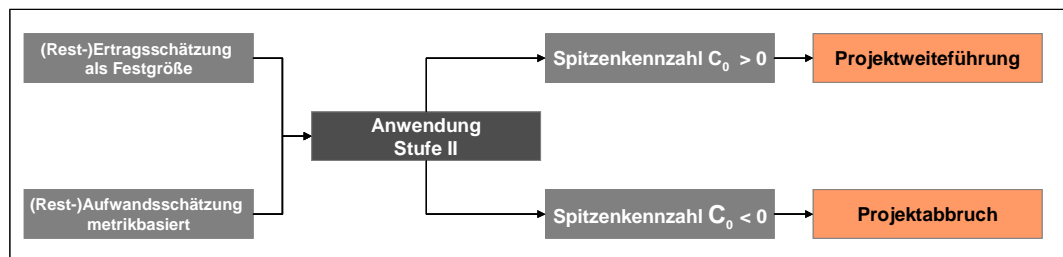


Abbildung 107: Entscheidungsregel auf Stufe II

11.2.2.2 Beispiel-Anwendung Stufe II

Wie bereits mehrfach ausgeführt, wird der Modellbildung die Annahme zu Grunde gelegt, dass für die Entscheidung über Projektabbruch oder Weiterführung bereits auf Daten aus dem konkreten Projekt zurückgegriffen werden kann – beispielsweise auf die PDR des Projektteams, gemessen in Personenstunden je Funktionspunkt.

Im Folgenden soll der Einfluss der PDR auf die Kapitalwertermittlung anhand eines Beispiel-Cases dargestellt werden. Diese Größe ist – wie nachfolgende Rechnung zeigt – wesentlicher Einflussfaktor auf eine Korrektur der ursprünglichen Projektauswahlentscheidung in Richtung eines Projektabbruchs.

Projektgröße FP_{Basis} :	1500 FP
Entscheidungszeitpunkt FP_{bisher} :	Nach Fertigstellung von 800 FP
Prognostizierte Ertrag E :	80000 GE Prämisse: Einzahlungen werden nur bei Fertigstellung des Projektes realisiert.
t_{mon}	160 h pro MA und Monat
g	3000 GE pro MA und Monat

Tabelle 37: Beispielrechnung Stufe II

mit

$$C_0 = E - \frac{(FP_{Basis} - FP_{bisher}) \cdot PDR \cdot g}{t_{mon}}$$

Ergibt sich:

$$C_0(PDR) = 80000 - \frac{(1500 - 800) \cdot PDR \cdot 3000}{160} = 80000 - 13125 \cdot PDR;$$

Für die Daten aus obigem Anwendungsfall liefert die Funktion in Abhängigkeit von der jeweiligen *PDR* folgenden Funktionsverlauf:

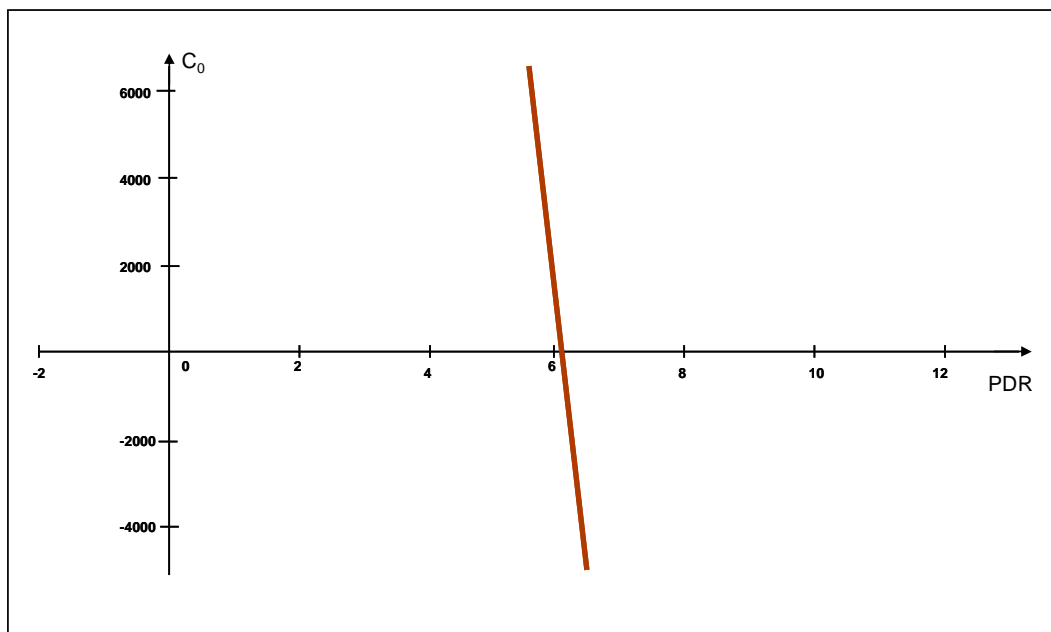


Abbildung 108: Funktionsverlauf in Abhängigkeit der *PDR*

Wie Abbildung 108 zeigt, würde bei Anwendung des Entscheidungsmodells auf Stufe II für das Projekt – bei dieser Datenlage – ein Projektabbruch empfohlen, wenn dessen durchschnittliche *PDR* bei mehr als $\approx 6,1 \frac{h_p}{FP}$ liegt.

Bei BUNDSCHUH/FABRY werden dabei für die *PDR* empirisch Werte zwischen $5,8 \frac{h_p}{FP}$ und $13,7 \frac{h_p}{FP}$ als verbreitet angegeben.¹¹⁸² Somit müsste für das betrachtete Projekt eine sehr gute *PDR* vorliegen, damit eine Projektweiterführung empfohlen werden kann.

¹¹⁸² Vgl. Bundschuh/Fabry (2004), S.217 basierend auf die ISBSG-Datenbank

11.2.3 Stufe III: Dynamische Bewertung unter Verwendung eines Kalkulationszinssatzes

Wurde auf Stufe I und II das Modell lediglich in einer statischen Variante gebildet, soll auf Stufe III eine Dynamisierung der Bewertung erfolgen. Somit soll im Folgenden nicht nur die Höhe, sondern auch der Zeitpunkt der prognostizierten Aufwände und Erträge berücksichtigt werden.

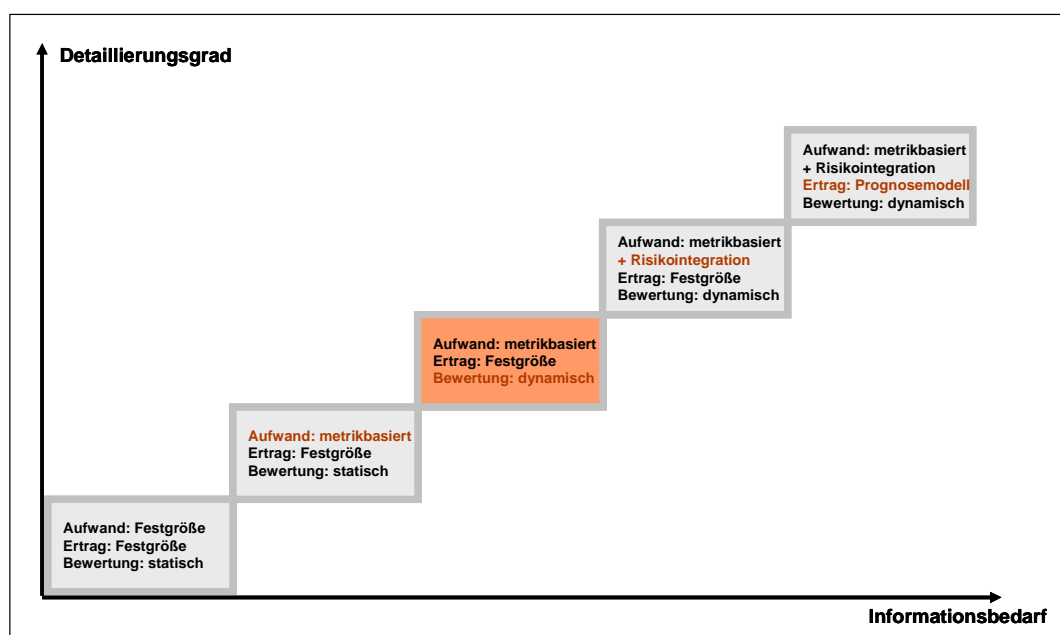


Abbildung 109: Stufe III: Dynamische Bewertung mit metrikbasierter Restaufwandsprognose

Der Analyse in Kapitel 8.3 folgend, wird für die hier entwickelte Entscheidungsregel die Kapitalwertmethode – als Verfahren der eindimensionalen, dynamischen Wirtschaftlichkeitsbewertung – der Modellbildung zugrunde gelegt. In Zusammenfassung der Ausführungen in Kapitel 8.3.3.1 basiert dieses Verfahren auf dem Grundgedanken, dass einer Geldeinheit in der Gegenwart ein höherer Wert beigemessen werden muss, als einer Geldeinheit in der Zukunft. Der Entstehungszeitpunkt durch das Projekt bedingter Aufwände und Erträge muss demzufolge in deren Bewertung einfließen.

Ausgehend von diesen Betrachtungen, muss entsprechend der Kapitalwertmethode ein Kalkulationszinssatz zur Abzinsung der anfallenden Aufwände und Erträge des Restprojektes in das Modell integriert werden.

Dabei sollen vereinfachend Erträge – für die jeweilige Periode kumuliert – jeweils zum Periodenende, Aufwände – wiederum für die jeweilige Periode kumuliert – jeweils zum Periodenbeginn angesetzt werden. Erträge können – je nach Ausgestaltung des Projektes – bereits während des restlichen Projektverlaufs als auch erst nach dessen Fertigstellung anfallen. Nachfolgende Graphik verdeutlicht diese Annahme:

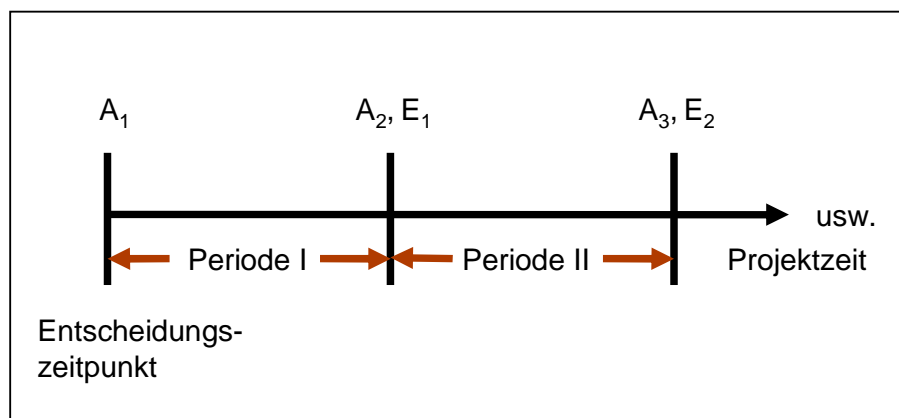


Abbildung 110: Ein- und Auszahlungszeitpunkte im Verlauf des Restprojektes

Eine Periode soll dabei jeweils ein Jahr umfassen.

Wie in Kapitel 8.3.3.1 erläutert, ist die Wahl eines geeigneten Kalkulationszinssatzes wesentliche Voraussetzung für eine zielführende Projektbewertung durch die Kapitalwertmethode. Die damit verbundene Problematik soll hier nicht weiter dargestellt werden; es sei auf die Ausführungen in Kapitel 8.3.3.1 verwiesen.

Für den hier beispielhaft angegebenen Anwendungsfall soll auf die festgelegten Kalkulationszinssätze des Bundesministeriums für Finanzen von 2009 zurückgegriffen werden, welches für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen Zinssätze von 2,2% p.a. real und 3,3% p.a. nominal vorschreibt.¹¹⁸³

Bei Anwendung einer dynamischen Wirtschaftlichkeitsbewertung mittels Kapitalwertmethode erweitert sich die Entscheidungsregel aus Stufe II um den festgelegten Kalkulationszinssatz; es wird weiterhin davon ausgegangen, dass Erträge als Festgrößen – somit ohne Bezug zu einzelnen Prognosemodellen – prognostiziert werden:

¹¹⁸³ Bundesfinanzministerium (2009), S.2

11.2.3.1 Entwicklung der Entscheidungsregel auf Stufe III bei Projektfertigstellung binnen Jahresfrist

Vereinfachend wird dabei in einem **ersten Schritt** angenommen, dass sämtliche Aufwände für das Restprojekt *in einer* Periode anfallen und sämtliche durch das Projekt bedingten Erträge zum Ende dieser Periode – das Projekt somit binnen Jahresfrist fertig gestellt wird. Diese Vereinfachung kann als sinnvoll erachtet werden, da Softwareentwicklungsprojekte oftmals kurze Laufzeiten aufweisen.

Entsprechend obiger Ausführungen werden alle für das Projekt anfallenden Restaufwände zum Periodenanfang – bei dieser einperiodigen Betrachtung somit zum Entscheidungszeitpunkt – angesetzt; alle durch das Projekt bedingten, prognostizierten Erträge zum Periodenende. Für eine Dynamisierung der Bewertung müssen somit in dieser vereinfachten Variante lediglich die zum Periodenende angesetzten Projekterträge auf den Entscheidungszeitpunkt abgezinst werden.

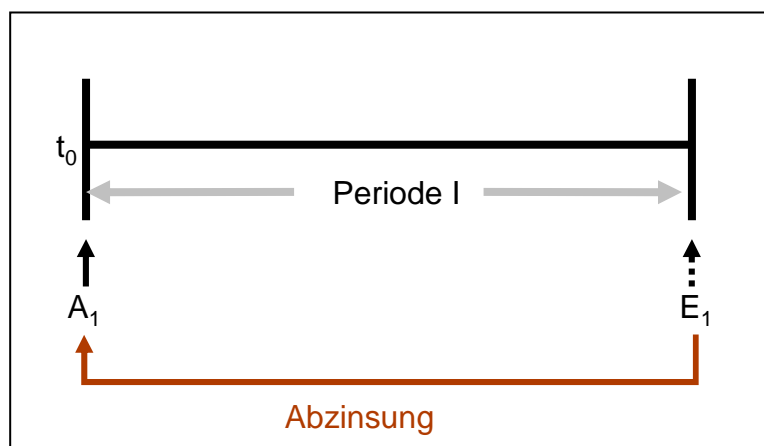


Abbildung 111: Schematische Darstellung der Dynamisierung

Es ergibt sich somit – aufbauend auf den Ausführungen zu Stufe II folgende (vereinfachte) Berechnung der Spitzenkennzahl auf Stufe III. Es ergibt sich somit – aufbauend auf den Ausführungen zu Stufe II folgende (vereinfachte) Berechnung der Spitzenkennzahl auf Stufe III. Der Kalkulationszinssatz r wird in der Regel als Prozentwert angegeben. Er soll jedoch **in das hier entwickelten Modell bereits als Prozentwert/100 integriert werden**, um die Berechnungen übersichtlicher zu halten.

$$C_0 = -A_{mon} + \frac{E}{1+r}$$

Mit

$$A_{mon} = \frac{(FP_{Basis} - FP_{bisher}) \cdot PDR \cdot g}{t_{mon}}$$

Zusammengefasst:

$$C_0 = -\frac{(FP_{Basis} - FP_{bisher}) \cdot PDR \cdot g}{t_{mon}} + \frac{E}{1+r}$$

Verwendete Kennzahlen:

FP_{Basis}	Gesamtgröße des Projektes (geschätzte Anzahl der <i>Funktionspunkte</i>)
FP_{bisher}	Anzahl der bisher realisierten <i>Funktionspunkte</i>
PDR	Project Delivery Rate [<i>Personenstunden pro Funktionspunkt</i>]
t_{mon}	durchschnittliche monatliche Arbeitszeit je Mitarbeiter [<i>Personenstunden pro Mitarbeiter und Monat</i>]
g	Durchschnittliches Gehalt eines Projektteammitglieds [<i>GE/Monat</i>]
E	Prognostizierter Ertrag [<i>GE</i>]
r	Kalkulationszinssatz

Die Entscheidungsregel

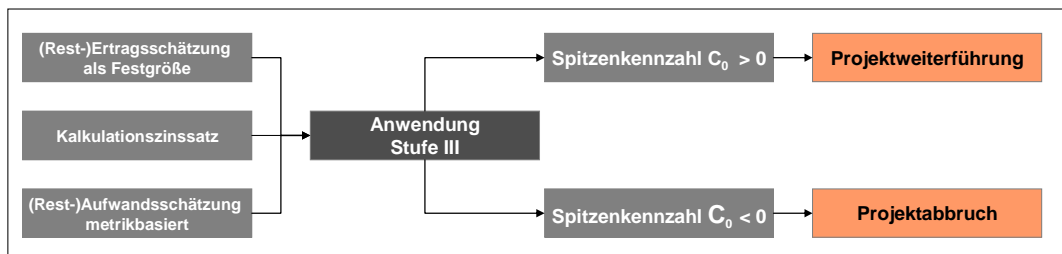


Abbildung 112: Entscheidungsregel auf Stufe III

bleibt – unter Einbeziehung eines Kalkulationszinssatzes – analog erhalten.

11.2.3.2 Verallgemeinerung der Entscheidungsregel auf Stufe III

In einem zweiten Schritt wird die Einschränkung auf einperiodige Restprojekte aufgehoben; die Entscheidungsregel wird somit in Hinblick auf mehrere Perioden bis zur Projektfertigstellung erweitert. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit bisher als eine Größe prognostizierte Aufwände nach ihrem zeitlichen Anfall auf mehrere Perioden zu verteilen. Dabei werden Aufwände, die nicht in Periode I anfallen – entsprechend dem Grundgedanken der Kapitalwertmethode – mit dem festgelegten Kalkulationszinssatz abgezinst.

Problematisch ist dabei die Aufteilung des bisher als eine Größe geschätzten Restaufwands auf die einzelnen Perioden. Hierfür wird die bereits in Kapitel 11.2.2.1 eingeführte Größe M verwendet. M gibt die voraussichtliche Projektrestdauer in Monaten an.

In Kapitel 11.2.2.1 wurde M – ohne Risikoaspekte – folgendermaßen ermittelt:

$$M = \frac{(FP_{Basis} - FP_{bisher}) \cdot PDR}{t_{monat} \cdot team}$$

Formel 30: Vereinfachte Berechnung der Projektrestdauer in Monaten

Die Definition von Projektvoraussetzung 2 in Kapitel 7.1

„Die produktiv nutzbare Projektarbeitszeit des Projektteams für das Restprojekt ist unter Berücksichtigung aller Fehlzeiten > 0 .“

stellt sicher, dass der Nenner in Formel 30 nicht 0 werden kann

Ausgehend von M soll die Periodenaufteilung über eine ‚künstliche‘ Hilfskennzahl I realisiert werden. I wird dabei berechnet als:

$$I = \left\lfloor \frac{M}{12} \right\rfloor$$

Formel 31: Berechnung der Kennzahl I

I ist zu interpretieren als Anzahl der Perioden, die durch die Laufzeit des Restprojektes noch vollständig abgedeckt werden. Resultiert für I nach Formel 30 ein nicht-ganzzahliger Wert, wird I auf einen ganzzahligen Wert abgerundet.

Resultiert aus obiger Berechnung ein Wert von $I = 0$, heißt dies somit, dass sämtliche noch zu erstellende Funktionalität innerhalb der ersten Periode nach dem Entscheidungszeitpunkt realisiert werden kann, diese jedoch nicht voll ausgeschöpft wird – die prognostizierte Projektrestdauer beträgt somit weniger als ein Jahr. $I = 1$ bedeutet, dass die Projektrestlaufzeit Periode 1 (unmittelbar nach dem Entscheidungszeitpunkt) vollständig umfasst; möglicherweise fallen jedoch auch in Periode 2 noch Aufwände an. Das Restprojekt erstreckt sich jedoch bei $I = 1$ nicht mehr über die gesamte Periode 2. $I = 2$ bedeutet analog, dass auch Periode 2 prognosegemäß vollständig in die Projektlaufzeit fällt und ggf. noch Aufwände in Periode 3 anfallen, diese jedoch nicht mehr vollständig umspannt wird, usw.

Wird beispielsweise ein Projekt mit einer Restgröße von 480 FP, einer durchschnittlichen PDR von 8 Personenstunden je Funktionspunkt, einer Teamgröße von 2 Mitarbeitern bei einer durchschnittlichen monatlichen Arbeitszeit von 160 Stunden bewertet, resultiert

$$M = \frac{480 \cdot 8}{160 \cdot 2} = 12$$

Die prognostizierte Projektrestlaufzeit beträgt folglich exakt 1 Jahr. Daraus folgt mit

$$I = \left\lfloor \frac{M}{12} \right\rfloor = 1$$

Wird ein Projekt mit einer Restgröße von 600 FP und ansonsten identischen Projektdaten angenommen, resultiert daraus

$$M = \frac{600 \cdot 8}{160 \cdot 2} = 15$$

und wiederum

$$I = \left\lfloor \frac{M}{12} \right\rfloor = 1,$$

da I lediglich darüber Auskunft gibt, wie viele Perioden komplett vom Restprojekt ausgeschöpft werden.

Wird ein Projekt mit einer Restgröße von 1000 FP und ansonsten identischen Projektdaten angenommen, resultiert daraus

$$M = \frac{1000 \cdot 8}{160 \cdot 2} = 25$$

und

$$I = \left\lfloor \frac{M}{12} \right\rfloor = 2$$

Es werden somit 2 Jahres-Perioden vollständig durch das Restprojekt abgedeckt.

Unter Beachtung der durch I realisierten Periodenaufteilung ergibt sich folgende Bewertung, des durch das Projekt entstehenden Restaufwands ohne Risikoberücksichtigung:

$$A_{mon} = 12 \cdot g \cdot team \cdot \left(\sum_{i=0}^I \frac{i}{\max\{1, i\}} \cdot \frac{1}{(1+r)^{i-1}} + \frac{\left(\frac{M - 12 \cdot I}{12} \right)}{(1+r)^I} \right)$$

Formel 32: Berechnung des Projektrestaufwands auf Stufe III

Der Ausdruck $-12 \cdot g \cdot team$ stelle dabei den monetären Gesamtaufwand für das Projektteam für eine volle Periode (entspricht einem vollen Jahr) dar. Bei unterperiodiger Fertigstellung darf der letzten Periode nur noch ein entsprechender Bruchteil von $-12 \cdot g \cdot team$ als Aufwand zugerechnet werden.

Je nach zeitlichem Anfall der durch das Projekt bedingten Erträge, sind auch diese abzuzinsen.

Im Folgenden wird der Fall angenommen, dass alle Erträge unmittelbar nach Fertigstellung des Projektes realisiert werden. Sie werden – dem Modelldesign entsprechend – am Ende der letzten Realisierungsperiode angesetzt. Zur Umsetzung der Dynamisierung wird dabei eine Abwandlung der Kennzahl I – als T bezeichnet – eingeführt, welche wie folgt berechnet wird:

$$T = \left\lceil \frac{M}{12} \right\rceil$$

T gibt dabei den Exponenten der Abzinsung des durch das Projekt bedingten, kumulativen Ertrags an. Da Erträge im hier entwickelten Modell jeweils zum Periodenende angesetzt werden, wird $\left\lceil \frac{M}{12} \right\rceil$ bei der Berechnung von T – im Gegensatz zu I – ganzzahlig aufgerundet.

In Zusammenfassung dieser Berechnungen ergibt sich für Stufe III folgende, dynamisierte Berechnung der Spitzenkennzahl:

$$C_0 = -12 \cdot g \cdot team \cdot \left(\sum_{i=0}^I \frac{i}{\max\{1, i\}} \cdot \frac{1}{(1+r)^{i-1}} + \frac{\left(\frac{M-12 \cdot I}{12} \right)}{(1+r)^I} \right) + \frac{E}{(1+r)^T}$$

mit

$$I = \left\lfloor \frac{M}{12} \right\rfloor \text{ und } T = \left\lceil \frac{M}{12} \right\rceil$$

mit

$$M = \frac{(FP_{Basis} - FP_{bisher}) \cdot PDR}{t_{monat} \cdot team}$$

Verwendete Kennzahlen:

FP_{Basis}	Gesamtgröße des Projektes (geschätzte Anzahl der <i>Funktionspunkte</i>)
FP_{bisher}	Anzahl der bisher realisierten <i>Funktionspunkte</i>
PDR	Project Delivery Rate [<i>Personenstunden pro Funktionspunkt</i>]
t_{monat}	durchschnittliche monatliche Arbeitszeit je Mitarbeiter [<i>Personenstunden pro Mitarbeiter und Monat</i>]
g	Durchschnittliches Gehalt eines Projektteammitglieds [<i>GE pro Mitarbeiter und Monat</i>]
E	Prognostizierter Ertrag [<i>GE</i>]
r	Kalkulationszinssatz
$team$	Anzahl der Projektteammitglieder

Die Entscheidungsregel bleibt erhalten:

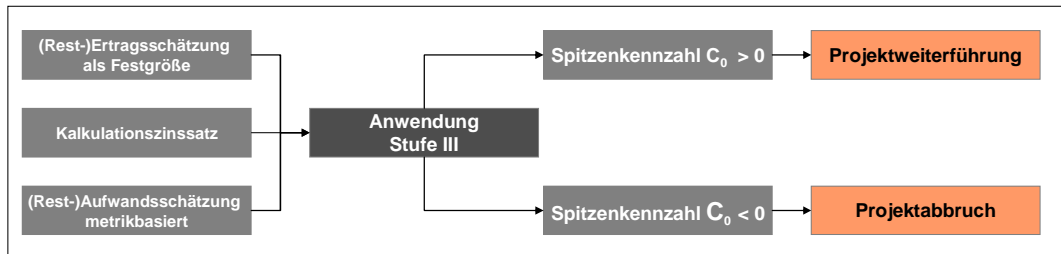


Abbildung 113: Entscheidungsregel auf Stufe III

11.2.3.3 Beispiel-Anwendungen Stufe III

Zur Veranschaulichung der Ausführungen in Kapitel 11.2.3.2 werden im Folgenden drei Beispiel-Cases mit unterschiedlichen Projektkonstellationen berechnet. Die PDR wurde dabei jeweils im Bereich der BUNDSCHUH/FABRY angegebenen empirischen Werte gewählt. Der Zinssatz entspricht der Empfehlung des Bundesfinanzministeriums.¹¹⁸⁴

11.2.3.3.1 Case 1: Projektrestlaufzeit unter einer Periode

Projektgröße FP_{Basis} :	1500 FP
Entscheidungszeitpunkt FP_{bisher} :	Nach Fertigstellung von 1100 FP
Prognostizierter Ertrag E :	30000 GE Prämisse: Einzahlungen werden nur bei Fertigstellung des Projektes am Projektende realisiert.
<i>team</i>	2
<i>t_{mon}</i>	160 h pro MA und Monat
<i>PDR</i>	$8 \frac{h_p}{FP}$
<i>g</i>	3000 GE pro MA und Monat
<i>r</i>	0,022

Tabelle 38: Beispielrechnung Stufe III.1

Gemäß den Ausführungen in Kapitel 11.2.3.2 ist in einem ersten Schritt M zu ermitteln nach:

$$M = \frac{(FP_{Basis} - FP_{bisher}) \cdot PDR}{t_{monat} \cdot team}$$

Mit den Daten des Beispiel-Cases ergibt sich:

$$M = 10 \text{ [Monate]}$$

¹¹⁸⁴ Bundesfinanzministerium(2009), S.2

In einem zweiten Schritt werden I und T ermittelt nach:

$$I = \left\lfloor \frac{M}{12} \right\rfloor \text{ und } T = \left\lceil \frac{M}{12} \right\rceil$$

Daraus ergibt sich für den Beispielfall:

$$I = 0 \text{ und } T = 1$$

Folglich umfasst die prognostizierte Projektrestdauer keine volle Periode. Es ergibt sich folgende Situation für die Bildung der Entscheidungsregel:

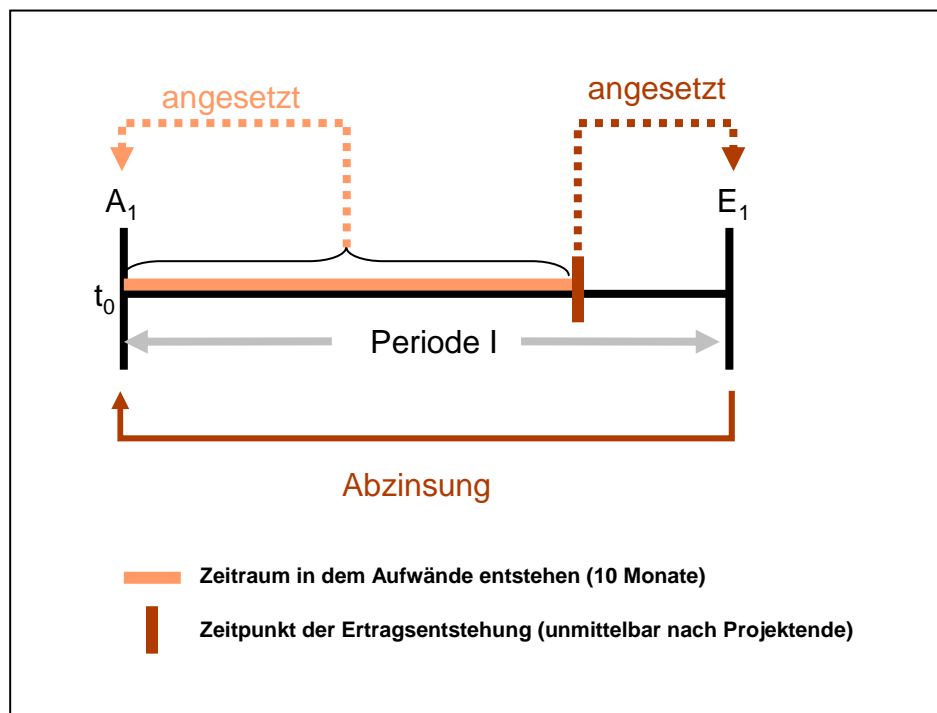


Abbildung 114: Stufe III, Case 1, Schematische Darstellung

Nach:

$$C_0 = -12 \cdot g \cdot team \cdot \left(\sum_{i=0}^I \frac{i}{\max\{1, i\}} \cdot \frac{1}{(1+r)^{i-1}} + \frac{\left(\frac{M-12 \cdot I}{12}\right)}{(1+r)^I} \right) + \frac{E}{(1+r)^T}$$

ergibt sich für C_0 ein Wert von ≈ -30646 GE.

Nach

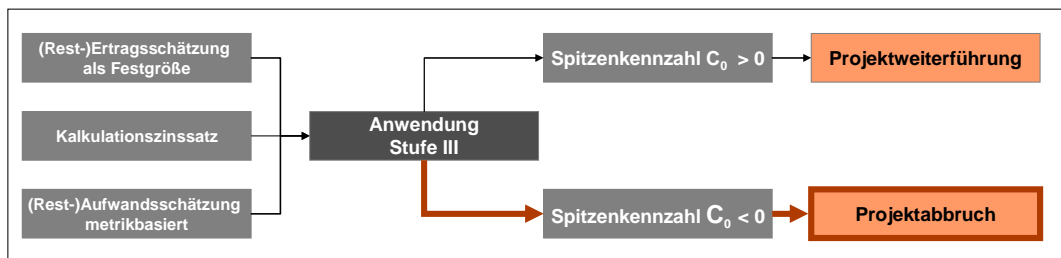


Abbildung 115: Anwendung der Entscheidungsregel auf Stufe III.1

wird für das Projekt somit ein Projektabbruch empfohlen.

11.2.3.3.2 Case 2: Projektrestlaufzeit mehr als eine Periode

Projektgröße FP_{Basis} :	1500 FP
Entscheidungszeitpunkt FP_{bisher} :	Nach Fertigstellung von 800 FP
Prognostizierter Ertrag E :	80000 GE Prämisse: Einzahlungen werden nur bei Fertigstellung des Projektes am Projektende realisiert.
$team$	2
t_{mon}	160 h pro MA und Monat
PDR	$8 \frac{h_p}{FP}$
g	3000 GE pro MA und Monat
r	0,022

Tabelle 39: Beispielrechnung Stufe III.2

Schritt 1: M zu ermitteln nach:

$$M = \frac{(FP_{Basis} - FP_{bisher}) \cdot PDR}{t_{monat} \cdot team}$$

Mit den Daten des Beispiel-Cases ergibt sich:

$$M = 17,5 \text{ [Monate]}$$

Schritt 2: I und T ermitteln:

$$I = \left\lceil \frac{M}{12} \right\rceil \text{ und } T = \left\lceil \frac{M}{12} \right\rceil$$

Daraus ergibt sich für den Beispielfall:

$$I = 1 \text{ und } T = 2$$

Folglich umfasst die prognostizierte Projektrestdauer mindestens eine volle Periode, jedoch keine zweite volle Periode. Es ergibt sich folgende Situation für die Bildung der Entscheidungsregel:

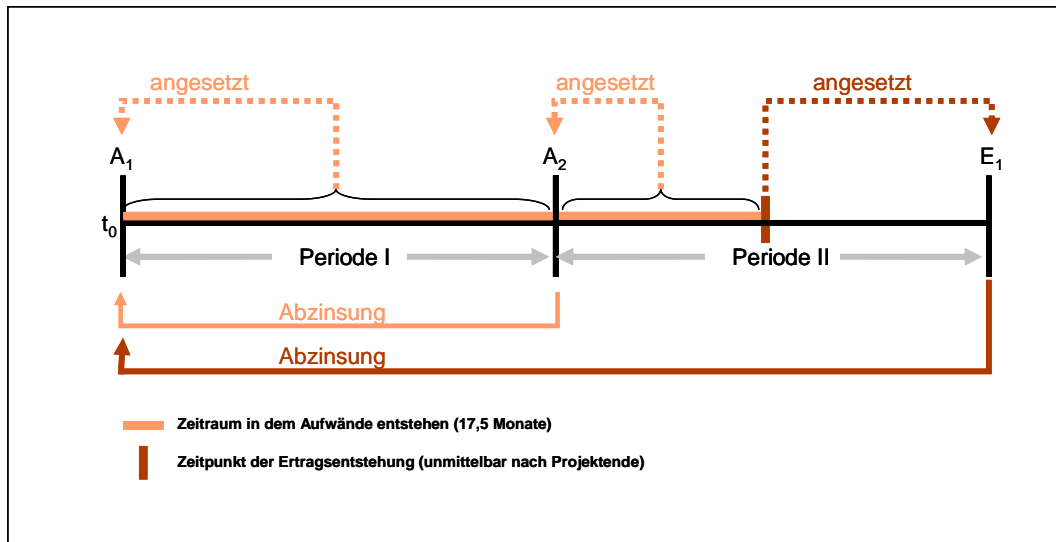


Abbildung 116: Stufe III, Case 2, Schematische Darstellung

Nach:

$$C_0 = -12 \cdot g \cdot team \cdot \left(\sum_{i=0}^I \frac{i}{\max\{1, i\}} \cdot \frac{1}{(1+r)^{i-1}} + \frac{\left(\frac{M-12 \cdot I}{12}\right)}{(1+r)^I} \right) + \frac{E}{(1+r)^T}$$

ergibt sich für C_0 ein Wert von ≈ -27697 GE.

Nach

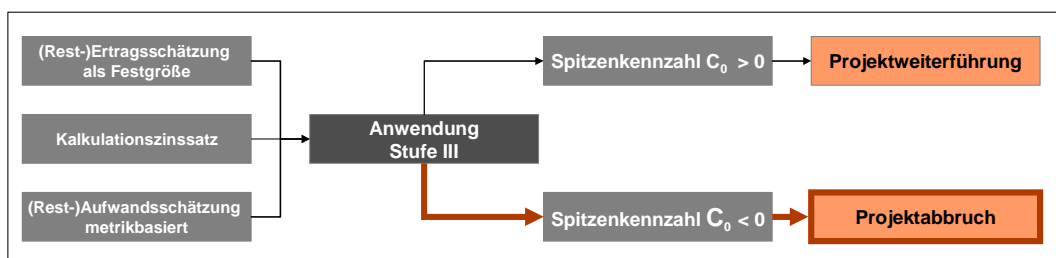


Abbildung 117: Anwendung der Entscheidungsregel auf Stufe III.2

wird für das Projekt somit ein Projektabbruch empfohlen.

11.2.3.3.3 Case 3: Projektrestlaufzeit von genau einer Periode

Projektgröße FP_{Basis} :	1500 FP
Entscheidungszeitpunkt FP_{bisher} :	Nach Fertigstellung von 1020 FP
Prognostizierter Ertrag E :	80000 GE Prämisse: Einzahlungen werden nur bei Fertigstellung des Projektes am Projektende realisiert.
$team$	2
t_{mon}	160 h pro MA und Monat
PDR	$8 \frac{h_p}{FP}$
g	3000 GE pro MA und Monat
r	0,022

Tabelle 40: Beispielrechnung Stufe III.3

Schritt 1: M zu ermitteln nach:

$$M = \frac{(FP_{Basis} - FP_{bisher}) \cdot PDR}{t_{monat} \cdot team}$$

Mit den Daten des Beispiel-Cases ergibt sich:

$$M = 12 \text{ [Monate]}$$

Schritt 2: I und T ermitteln:

$$I = \left\lfloor \frac{M}{12} \right\rfloor \text{ und } T = \left\lceil \frac{M}{12} \right\rceil$$

Daraus ergibt sich für den Beispielcase:

$$I = 1 \text{ und } T = 1$$

Es ergibt sich folgende Situation für die Bildung der Entscheidungsregel:

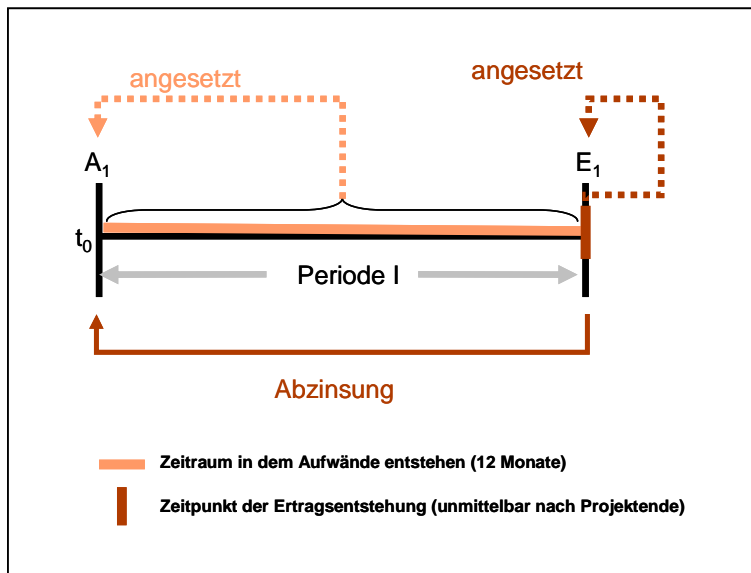


Abbildung 118: Stufe III, Case 3, Schematische Darstellung

Nach:

$$C_0 = -12 \cdot g \cdot team \cdot \left(\sum_{i=0}^I \frac{i}{\max\{1, i\}} \cdot \frac{1}{(1+r)^{i-1}} + \frac{\left(\frac{M-12 \cdot I}{12}\right)}{(1+r)^I} \right) + \frac{E}{(1+r)^T}$$

ergibt sich für C_0 ein Wert von ≈ 6278 GE.

Nach

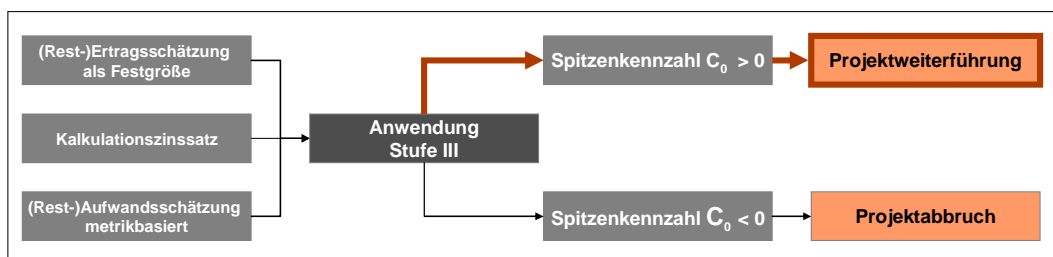


Abbildung 119: Anwendung der Entscheidungsregel auf Stufe III.3

wird empfohlen, das Projekt weiterzuführen.

11.2.4 Stufe IV: Risikoorientierte dynamische Bewertung

11.2.4.1 Entwicklung der Entscheidungsregel auf Stufe IV

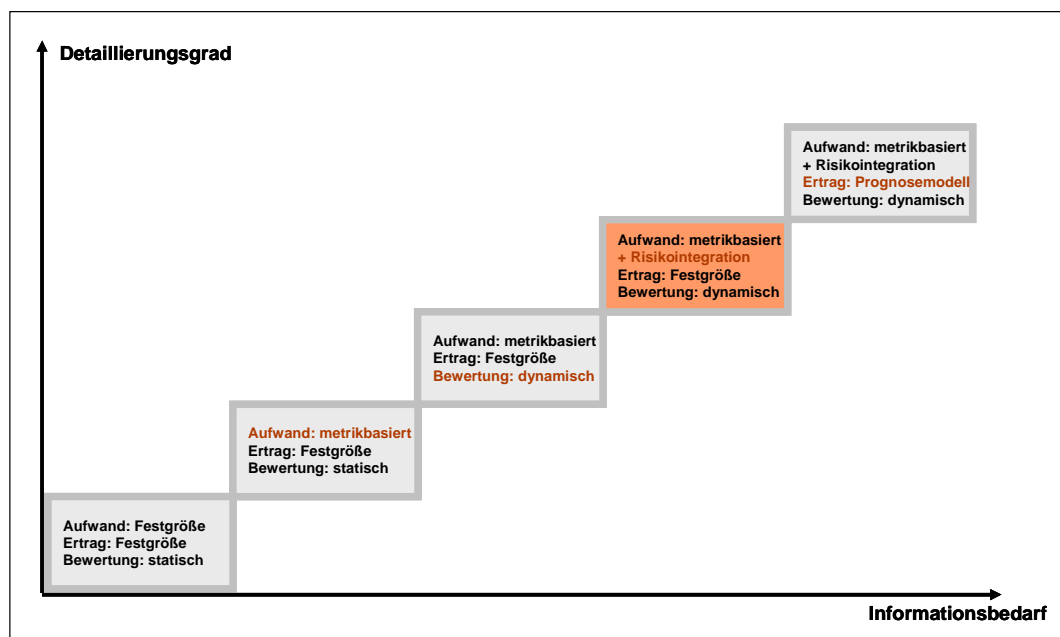


Abbildung 120: Stufe IV: Dynamische Bewertung mit risikoorientierter, metrikbasierter Restaufwandsprognose

Aufbauend auf den Ausführungen zu Stufe III, sollen im Folgenden die

- in Kapitel 6.2 identifizierte,
- in Kapitel 6.3 analysierte,
- in Kapitel 7.1 konkretisierte
- und in Kapitel 9 in die Aufwandsprognose integrierte

Kernrisiken in das Entscheidungsmodell eingefügt werden. Dabei kann an dieser Stelle auf die umfassenden Ausführungen zu Abbildungs- und Integrationsmöglichkeiten von Risikoaspekten in den genannten Kapiteln zurückgegriffen werden. Erträge werden weiterhin als Festgröße zum Projektende angesetzt. Die Integration von Ertragsprognosemodellen erfolgt – wie bereits mehrfach erwähnt – erst auf nachfolgender Stufe V der Modellbildung.

In Kapitel 9.3.2.3.3 wurde Formel 14 zur Ermittlung der prognostizierten Projektrestdauer in Monaten M – unter Berücksichtigung aller als relevant ermittelten aufwandsorientierten Risikoaspekte – gebildet. Diese gestaltete sich folgendermaßen:

$M =$

$$\frac{(FP_{Basis} \cdot (1 + m \cdot \frac{RC}{100}) - FP_{bisher}) \cdot PDR \cdot (1 + \frac{p_1}{100} + \frac{p_2}{100})}{t_{soll} \cdot (1 - (\frac{a_{non}}{100} + \frac{a_{other}}{100} + \frac{a_{Schulung}}{100})) \cdot team \cdot (1 - \frac{FQ}{100}) + (t_{soll} \cdot (1 - (\frac{a_{non}}{100} + \frac{a_{other}}{100} + \frac{a_{Schulung}}{100})) - t_{neu}) \cdot \frac{FQ}{100} \cdot team}$$

Verwendete Kennzahlen:

FP_{Basis}	Gesamtgröße des Projektes (Anzahl der <i>Funktionspunkte</i> geschätzt zum Basiszeitpunkt)
FP_{bisher}	Anzahl der bisher realisierten <i>Funktionspunkte</i>
RC	Requirements Creep [<i>in % pro Monat</i>]
m	Anzahl der Monate, für die RC berücksichtigt werden soll
PDR	Project Delivery Rate [<i>Personenstunden pro Funktionspunkt</i>]
p_1	Prozentualer Zuschlag zur PDR [<i>in %</i>] Grund: Anforderungszunahme
p_2	Prozentualer Zuschlag zur PDR [<i>in %</i>] Grund: Kompetenzveränderungen
t_{soll}	durchschnittliche monatliche Sollarbeitszeit je Mitarbeiter [<i>Stunden pro Mitarbeiter und Monat</i>]
a_{non}	Durchschnittlich auf ‚nonlabor‘ entfallender Anteil der Sollarbeitszeit [<i>in %</i>]
a_{other}	Durchschnittlich auf ‚other_labor‘ entfallender Anteil der Sollarbeitszeit [<i>in %</i>]
$a_{Schulung}$	Durchschnittlich auf Weiterbildungsmaßnahmen entfallender Anteil der Sollarbeitszeit [<i>in %</i>]
g	Durchschnittliches Gehalt eines Projektteammitglieds [<i>GE pro Mitarbeiter und Monat</i>]
FQ	Durchschnittliche monatliche Fluktuationsquote [<i>% pro Monat</i>]
t_{neu}	Durchschnittliche Einarbeitungszeit eines neuen Teammitglieds [<i>Personenstunden pro (neuem) Mitarbeiter</i>]
E	Prognostizierter Ertrag [<i>GE</i>]
r	Kalkulationszinssatz
$team$	Anzahl der Projektteammitglieder

Diese risikoorientierte Prognose ersetzt im Folgenden die vereinfachte Berechnung der Projektrestdauer auf Stufe III. Die dynamische Aufteilung des prognostizierten Projektrestaufwands auf Perioden erfolgt jedoch analog zu Stufe III über die unterstützenden ‚künstlich‘ erzeugten Kennzahlen I und T .

Neben Personalaufwendungen in Form von Gehaltszahlungen sollen nun auch monetäre Weiterbildungsaufwände – bspw. für Fachliteratur, Trainer etc. – integriert werden. Diese werden als durchschnittliche monatliche Aufwendungen je Projektteammitglied modelliert und über die Kennzahl $A_{Schulung}$ erfasst. Die Gesamtaufwendungen für ein komplettes Jahr (über alle Mitarbeiter) erweitern sich somit von

$12 \cdot g \cdot team$ in Stufe III

auf

$12 \cdot (g + A_{Schulung}) \cdot team$ in Stufe IV.

In Erweiterung der Kapitalwertberechnung auf Stufe III ergibt sich unter Einbeziehung aller bisherigen Analyseergebnisse folgende Berechnung der Spitzenkennzahl auf Stufe IV:

$$C_0 = -12 \cdot (g + A_{Schulung}) \cdot team \cdot \left(\sum_{i=0}^I \frac{i}{\max\{1, i\}} \cdot \frac{1}{(1+r)^{i-1}} + \frac{\left(\frac{M-12 \cdot I}{12}\right)}{(1+r)^I} \right) + \frac{E}{(1+r)^T}$$

mit

$$I = \left\lfloor \frac{M}{12} \right\rfloor \text{ und } T = \left\lceil \frac{M}{12} \right\rceil$$

mit

$M =$

$$\frac{(FP_{Basis} \cdot (1 + m \cdot \frac{RC}{100}) - FP_{bisher}) \cdot PDR \cdot (1 + \frac{p_1}{100} + \frac{p_2}{100})}{t_{soll} \cdot (1 - (\frac{a_{non}}{100} + \frac{a_{other}}{100} + \frac{a_{Schulung}}{100})) \cdot team \cdot (1 - \frac{FQ}{100}) + (t_{soll} \cdot (1 - (\frac{a_{non}}{100} + \frac{a_{other}}{100} + \frac{a_{Schulung}}{100})) - t_{neu}) \cdot \frac{FQ}{100} \cdot team}$$

Formel 33: Ermittlung der Spitzenkennzahl auf Stufe IV

Die Entscheidungsregel bleibt erhalten; sie wird lediglich um die Risikoorientierung bei der Ermittlung von Restaufwänden ergänzt:

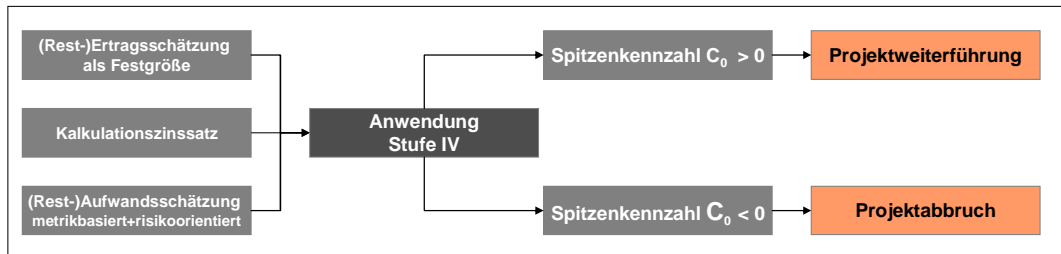


Abbildung 121: Entscheidungsregel auf Stufe IV

11.2.4.2 Beispiel-Anwendung Stufe IV

Zur Veranschaulichung der Entscheidungsregel auf Stufe IV wird im Folgenden wiederum eine fiktive Beispiel-Case-Studie durchgeführt. Das Anwendungsbeispiel baut dabei auf das bereits in Kapitel 9.3 eingeführte Anwendungsbeispiel zur Aufwandsprognose auf.

Projektgröße FP_{Basis} :	10000 FP Geschätzt zu einem Basiszeitpunkt
Entscheidungszeitpunkt FP_{bisher} :	Nach Fertigstellung von 4000 FP
Requirements-Creep RC :	2% pro Monat
Anzahl der Monate, für die (ab Basiszeitpunkt) Anforderungszuwächse erwartet werden m :	5 Monate
Prognostizierte Ertrag E :	1500000 GE Prämisse: Einzahlungen werden nur bei Fertigstellung des Projektes am Projektende realisiert.
$team$	20
FQ	5% pro Monat
PDR	$6 \frac{h_p}{FP}$
Prozentualer Zuschlag zur PDR p_1 : Grund: Anforderungszunahme	1%
Prozentualer Zuschlag zur PDR p_2 : Grund: Kompetenzveränderungen	-8,3%
Sollarbeitszeit je Mitarbeiter t_{soll}	160 h pro MA und Monat
a_{non}	15,5%
a_{other}	33,7%
$a_{Schulung}$	2%
t_{neu}	$30 h_p$
g	3000 GE pro MA und Monat
$A_{Schulung}$	150 GE pro MA und Monat
r	0,022

Tabelle 41: Beispielrechnung Stufe IV

Schritt 1: M zu ermitteln nach:

$$M = \frac{(FP_{Basis} \cdot (1 + m \cdot \frac{RC}{100}) - FP_{bisher}) \cdot PDR \cdot (1 + \frac{P_1}{100} + \frac{P_2}{100})}{t_{soll} \cdot (1 - (\frac{a_{non}}{100} + \frac{a_{other}}{100} + \frac{a_{Schulung}}{100})) \cdot team \cdot (1 - \frac{FQ}{100}) + (t_{soll} \cdot (1 - (\frac{a_{non}}{100} + \frac{a_{other}}{100} + \frac{a_{Schulung}}{100})) - t_{neu}) \cdot \frac{FQ}{100} \cdot team}$$

Mit den Daten des Beispiel-Cases ergibt sich:

$$M \approx 25,4 \text{ [Monate]}$$

Schritt 2: I und T ermitteln:

$$I = \left\lceil \frac{M}{12} \right\rceil \text{ und } T = \left\lfloor \frac{M}{12} \right\rfloor$$

Daraus ergibt sich für den Beispielcase:

$$I = 2 \text{ und } T = 3$$

Folglich umfasst die prognostizierte Projektrestdauer mindestens zwei volle Perioden, jedoch keine dritte volle Periode. Es ergibt sich folgende Situation für die Bildung der Entscheidungsregel:

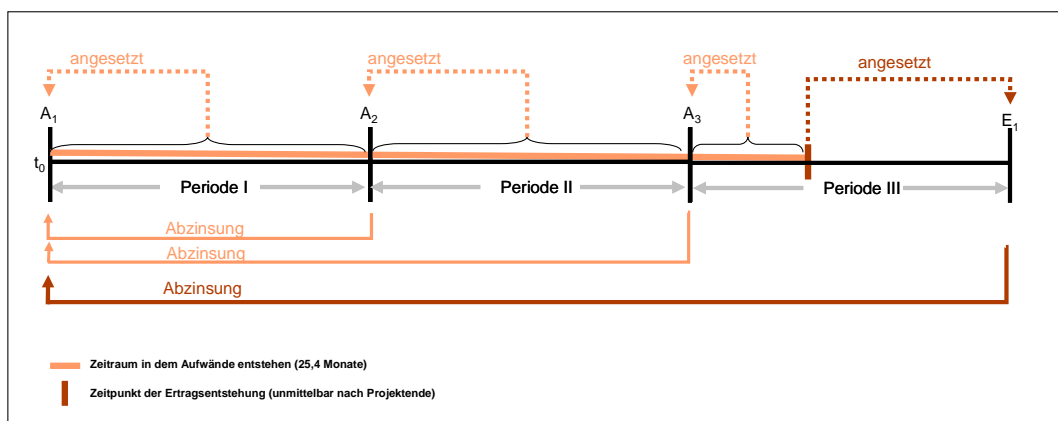


Abbildung 122: Stufe IV, Case, Schematische Darstellung

Nach:

$$C_0 = -12 \cdot (g + A_{\text{Schulung}}) \cdot \text{team} \cdot \left(\sum_{i=0}^I \frac{i}{\max\{1, i\}} \cdot \frac{1}{(1+r)^{i-1}} + \frac{\left(\frac{M-12 \cdot I}{12}\right)}{(1+r)^I} \right) + \frac{E}{(1+r)^T}$$

ergibt sich für C_0 ein Wert von ≈ -175000 GE.

Nach

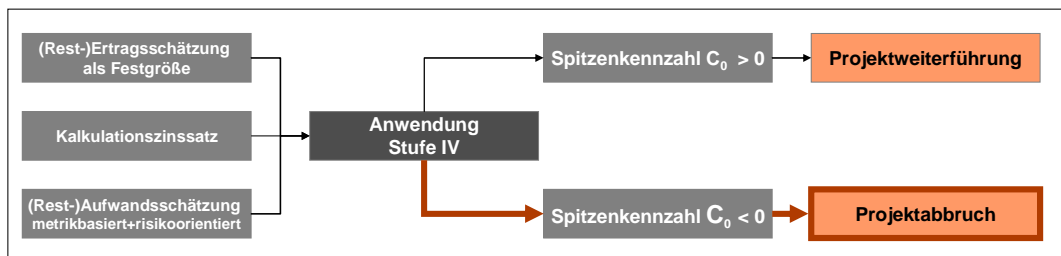


Abbildung 123: Anwendung der Entscheidungsregel auf Stufe IV

wird für das Projekt somit ein Projektabbruch empfohlen.

11.2.5 Stufe V: Integration von Ertragsprognosemodelle in die risikoorientierte, dynamische Bewertung

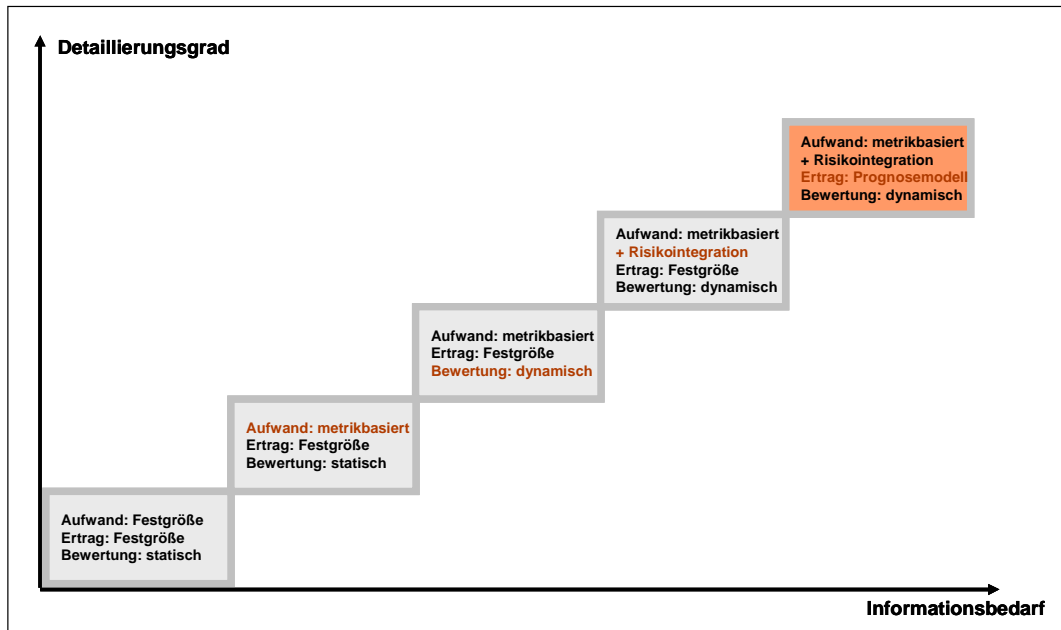


Abbildung 124: Stufe V: Integration von Ertragsprognosemodellen in die risikoorientierte dynamische Bewertung

Stufe V überführt die vorausgehenden Betrachtungen der Stufen I bis IV in eine Gesamtbewertung des Projektes, bei der sowohl (Rest-)Aufwände als auch (Rest-)Erträge über die in Kapitel 9 und 10 identifizierten Prognoseverfahren abgeschätzt werden.

Auf Stufe V der Modellbildung soll schwerpunktmäßig auf die Analyseergebnisse zu Prognoseverfahren für Softwareentwicklungsprojekte aus Kapitel 10 zurückgegriffen werden. Differenziert wird dabei wiederum nach den in Kapitel 5.3 definierten Softwarekategorien.

Die in Kapitel 10.1.2 analysierte Kategorie „Freie Software“ wird dabei nicht weiter berücksichtigt, da ihr – wie in Kapitel 10.1.2.1 ausgeführt – keine hinreichende Ausrichtung auf wirtschaftlich messbare Größen im Sinne dieser Arbeit zugesprochen werden kann.

Die (Rest-)aufwandsprognose wird im Folgenden für jede Softwarekategorie analog zur vorhergehenden Stufe IV vorgenommen – soll somit auf Stufe V nicht mehr detailliert erläutert werden.

11.2.5.1 Integration der Conjoint-Analyse als Prognoseverfahren für kommerzielle Software

Der Reihenfolge in Kapitel 10 folgend wird als erste Kategorie „*Kommerzielle Software*“ betrachtet. Wie in Kapitel 5.3.1.1 und 10.1.1 bereits detailliert beschrieben, stellt das Projektergebnis dabei ein marktfähiges Produkt dar, das über Lizenzen auf dem Absatzmarkt an eine Vielzahl von ‚Standard-Kunden‘ verkauft werden soll.

	Direkter Ertrag		Indirekter Ertrag	
Standardprodukt-erstellung	Kommerzielle Software		Freie Software	
Individuelle Produkt-gestaltung	Individualsoftware zum Festpreis	Individualsoftware mit aufwandsbezogener Bepreisung	Software als Teil eines Absatzgutes	Individuelle Softwarelösungen zur unternehmens-internen Verwendung

Abbildung 125: Integration der Kategorie ‚Kommerzielle Software‘ in das Entscheidungsmodell

11.2.5.1.1 Integration des Ertragsprognose-Modells in die Modellbildung

In Kapitel 10.1.1.2.3 wurde für diese Softwarekategorie die Conjoint-Analyse als geeignetes Prognoseverfahren ausgewählt. Formel 19 bildete eine einperiodige Ertragsprognose mittels Conjoint-Analyse ab. Auf eine mehrperiodige Modellierung und Abzinsung der Erträge nach ihrem zeitlichen Anfall wurde dabei noch verzichtet. In Kapitel 10.1.1.2.3 wurde folgende Formel zur Prognose des Projektertrags ermittelt:

$$E = \frac{MA}{100} \cdot V \cdot P$$

Formel 34: Ertragsprognose auf Basis der CA-MA

mit:

E	prognostizierter Ertrag des betrachteten Softwareproduktes (<i>in GE</i>)
MA	prognostizierter Marktanteil für das betrachtete Softwareprodukt (<i>in %¹¹⁸⁵</i>)
V	Marktvolumen (<i>in Produkteinheiten¹¹⁸⁶</i>)
P	Preis je Softwarelizenz des betrachteten Produktes (<i>in GE je Produkteinheit</i>)

Da auf Stufe V eine dynamische Bewertung über den gesamten Vermarktungszeitraum erfolgen soll, muss Formel 19 bei Integration in das Modell hinsichtlich einer mehrjährigen Prognose und einer geeigneten Abzinsungsregel erweitert werden.

In der nachfolgenden (Rest-)Projektbewertung sollen Erträge weiterhin jeweils kumuliert zum jeweiligen Periodenende angesetzt werden, Aufwände hingegen kumuliert zum jeweiligen Periodenanfang.

Zur Realisierung der Dynamisierung soll auf die bereits auf Stufe III eingeführten Hilfskennzahlen I und T zurückgegriffen werden.

¹¹⁸⁵ Da der Kennzahlenwert des Marktanteils hier als Prozentwert angegeben wird, wird in der Formel eine Division durch 100 vorgenommen.

¹¹⁸⁶ Im betrachteten Jahr

Es wird praxiskonform angenommen, dass Ertragsprognosen jeweils für komplette Perioden (entspricht ganzen Jahren) erstellt werden. Erstellungzeitpunkt der Prognose sei der Entscheidungszeitpunkt über Projektabbruch oder Weiterführung. Zudem wird davon ausgegangen, dass das erstellte Softwareprodukt unmittelbar nach dessen Fertigstellung vermarktet wird – somit unmittelbar nach Projektende die Phase der Ertragsgenerierung beginnt.

Der Marktanteil wird in der Regel als Prozentwert angegeben. Er soll jedoch – wie auch bereits der Kalkulationszinssatz – **im Folgenden in das hier entwickelte Modell bereits als Prozentwert/100 integriert werden**, um die Berechnungen übersichtlicher zu halten.

Dabei sind folgende zwei Fälle bei der Modellierung zu unterscheiden:

Fall 1: $I = T$,

somit prognostizierte Projektfertigstellung zu einem Periodenende und prognostizierter Beginn der Ertragsgenerierung zu einem Periodenbeginn.

Folgende Graphik veranschaulicht Fall 1 für eine prognostizierte Projektrestdauer von genau einem Jahr (ab Entscheidungszeitpunkt) und eine anschließende Phase der Ertragsgenerierung von zwei Jahren.

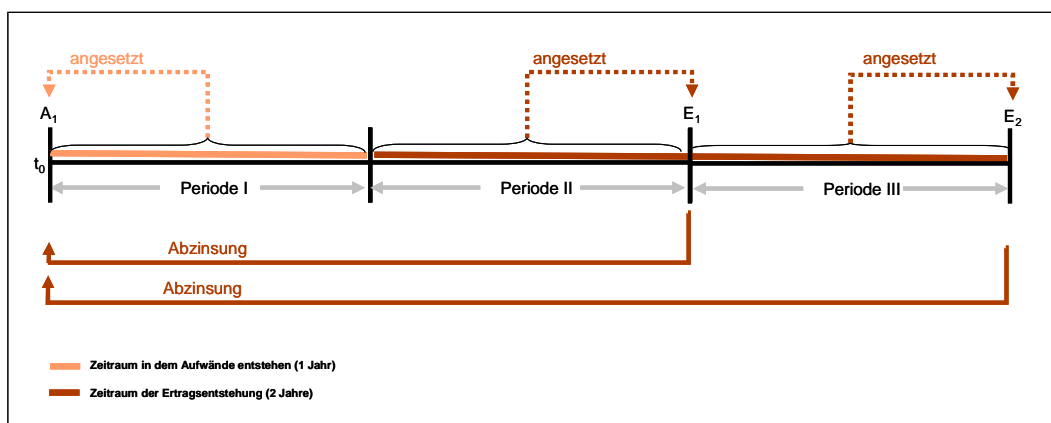


Abbildung 126: Dynamisierung der Ertragsprognose (Fall 1)

Bei $I=T$ ergibt sich somit folgende dynamische Ertragsbewertung:

$$E = \sum_{t=T+1}^{T+N} \frac{MA_t \cdot V_t \cdot P_t}{(1+r)^t}$$

Angewandt auf obiges Beispiel mit Projektrestdauer von genau einem Jahr und anschließender Ertragsgenerierung über zwei Jahre ergibt sich:

$$I = T = 1$$

$$N = 2$$

$$E_j = \sum_{t=2}^3 \frac{MA_t \cdot V_t \cdot P_t}{(1+r)^t}$$

Somit werden – entsprechend Abbildung 126 – die Erträge in Periode II mit $(1+r)^2$, die Erträge in Periode III mit $(1+r)^3$ abgezinst.

Fall 2: $I \neq T$,

somit prognostizierte Projektfertigstellung im Verlauf einer Periode; folglich auch prognostizierter Beginn der Ertragsgenerierung während einer Periode.

Folgende Graphik veranschaulicht Fall 2 für eine prognostizierte Projektrestdauer von 9 Monaten (ab Entscheidungszeitpunkt) und (wiederum) eine anschließende Phase der Ertragsgenerierung von zwei Jahren.

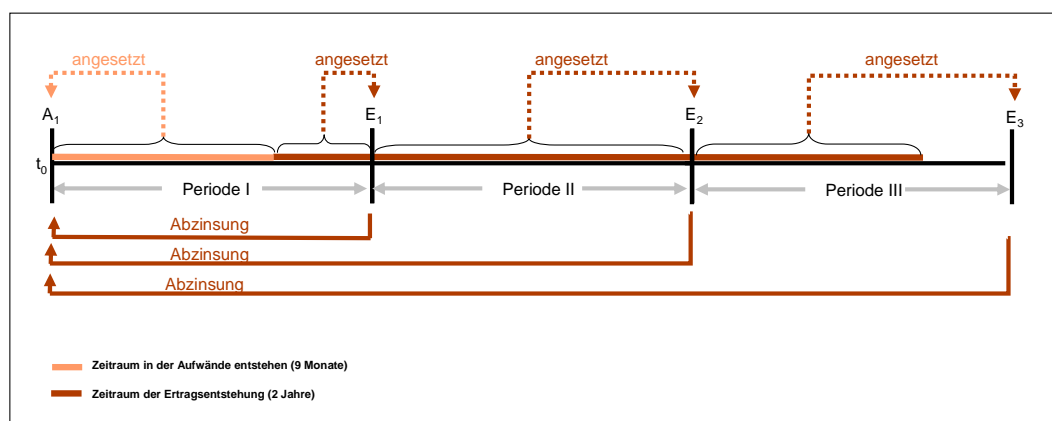


Abbildung 127: Dynamisierung der Ertragsprognose (Fall 2)

Annahmegemäß werden Ertragsprognosen ab Entscheidungszeitpunkt für die einzelnen Perioden – somit jeweils komplette Jahre – erstellt. Diese Prognosen sind unabhängig vom tatsächlichen Fertigstellungszeitpunkt. Wird für Periode I ein bestimmter erzielbarer Ertrag prognostiziert, kann diese Prognose nicht in vollem Umfang realisiert werden, da das Projekt zu Beginn von Periode I noch nicht fertiggestellt ist. Da Periode I somit – entsprechend obigem Beispiel - nur zum Teil als Vermarktungszeitraum genutzt wird, dürfen für Periode I folglich nur ein Teil der theoretisch in dieser Periode erzielbaren Erträge angesetzt werden. Gleiches gilt für Periode III, welche wiederum nur zum Teil in den angestrebten Vermarktungszeitraum fällt.

Da diese Monats-Aufteilung vom unterperiodigen Fertigstellungszeitpunkt des Projektes abhängt, müssen zusätzlich die Kennzahlen I und M in die dynamische Bewertung integriert werden. Es wird zudem davon ausgegangen, dass der Vermarktungszeitraum N immer mindestens eine Periode umfasst.

Bei $I \neq T$ ergibt sich somit folgende dynamische Ertragsbewertung:

$E_j =$ $\frac{MA_T \cdot V_T \cdot P_T}{(1+r)^T} \cdot \left(1 - \frac{M - 12 \cdot I}{12}\right) +$ $\sum_{i=0}^{N-1} \frac{i}{\max\{1, i\}} \cdot \frac{MA_{(T+i)} \cdot V_{(T+i)} \cdot P_{(T+i)}}{(1+r)^{(T+i)}} +$ $\frac{MA_{(T+N)} \cdot V_{(T+N)} \cdot P_{(T+N)}}{(1+r)^{T+N}} \cdot \left(\frac{M - 12 \cdot I}{12}\right)$	<p>→ anteiliger Periodenertrag der ersten Periode</p> <p>→ Erträge für volle Perioden</p> <p>→ anteiliger Periodenertrag der letzten Periode</p>
--	--

Angewandt auf obiges Beispiel mit Projektrestdauer von 9 Monaten und anschließender Ertragsgenerierung über zwei Jahre ergibt sich:

$$I = 0$$

$$T = 1$$

$$N = 2$$

$$E_j = \frac{MA_1 \cdot V_1 \cdot P_1}{(1+r)^1} \cdot \left(1 - \frac{9}{12}\right) + \frac{MA_2 \cdot V_2 \cdot P_2}{(1+r)^2} + \frac{MA_3 \cdot V_3 \cdot P_3}{(1+r)^3} \cdot \left(\frac{9}{12}\right)$$

Somit werden – entsprechend Abbildung 127 – die in Periode I (theoretisch¹¹⁸⁷) erzielbaren Erträge (anteilig 25%) mit $(1+r)$, die in Periode II erzielbaren Erträge (komplett) mit $(1+r)^2$ und die in Periode III erzielbaren Erträge (anteilig 75%) mit $(1+r)^3$ abgezinst.

¹¹⁸⁷ wenn das Softwareprodukt zu Beginn von Periode I bereits fertig gestellt wäre

Integration von Fall 1 und Fall 2:

Werden beide Fälle zusammengefasst ergibt sich folgende komplexe Dynamisierung für die Ertragsseite:

$E =$ $(T - I) \frac{MA_T \cdot V_T \cdot P_T}{(1 + r)^T} \cdot \left(1 - \frac{M - 12 \cdot I}{12}\right) +$ $\sum_{i=0}^{N-(T-I)} \frac{i}{\max\{1, i\}} \cdot \frac{MA_{(T+i)} \cdot V_{(T+i)} \cdot P_{(T+i)}}{(1 + r)^{(T+i)}} +$ $\frac{MA_{(T+N)} \cdot V_{(T+N)} \cdot P_{(T+N)}}{(1 + r)^{T+N}} \cdot \left(\frac{M - 12 \cdot I}{12}\right)$	<p>→ ggf. anteiliger Periodenertrag der ersten Periode</p> <p>→ Erträge für volle Perioden</p> <p>→ ggf. anteiliger Periodenertrag der letzten Periode</p>
--	--

Für die Aufwandsseite wird die dynamische Regel unter Berücksichtigung der identifizierten Kernrisiken aus Stufe IV beibehalten:

$$-12 \cdot (g + A_{Schulung}) \cdot team \cdot \left(\sum_{i=0}^I \frac{i}{\max\{1, i\}} \cdot \frac{1}{(1 + r)^{i-1}} + \frac{\left(\frac{M - 12 \cdot I}{12}\right)}{(1 + r)^I} \right)$$

Die Spitzenkennzahl berechnet sich somit nach:

$$\begin{aligned}
 C_0 = & \\
 & -12 \cdot (g + A_{Schulung}) \cdot team \cdot \left(\sum_{i=0}^I \frac{i}{\max\{1, i\}} \cdot \frac{1}{(1+r)^{i-1}} + \frac{\left(\frac{M-12 \cdot I}{12}\right)}{(1+r)^I} \right) + \\
 & (T-I) \frac{MA_T \cdot V_T \cdot P_T}{(1+r)^T} \cdot \left(1 - \frac{M-12 \cdot I}{12}\right) + \\
 & \sum_{i=0}^{N-(T-I)} \frac{i}{\max\{1, i\}} \cdot \frac{MA_{(T+i)} \cdot V_{(T+i)} \cdot P_{(T+i)}}{(1+r)^{(T+i)}} + \\
 & \frac{MA_{(T+N)} \cdot V_{(T+N)} \cdot P_{(T+N)}}{(1+r)^{T+N}} \cdot \left(\frac{M-12 \cdot I}{12}\right)
 \end{aligned}$$

mit

$$I = \left\lfloor \frac{M}{12} \right\rfloor \text{ und } T = \left\lceil \frac{M}{12} \right\rceil$$

mit

$$\begin{aligned}
 M = & \\
 & \frac{(FP_{Basis} \cdot (1 + m \cdot \frac{RC}{100}) - FP_{bisher}) \cdot PDR \cdot (1 + \frac{p_1}{100} + \frac{p_2}{100})}{t_{soll} \cdot (1 - (\frac{a_{non}}{100} + \frac{a_{other}}{100} + \frac{a_{Schulung}}{100})) \cdot team \cdot (1 - \frac{FQ}{100}) + (t_{soll} \cdot (1 - (\frac{a_{non}}{100} + \frac{a_{other}}{100} + \frac{a_{Schulung}}{100})) - t_{neu}) \cdot \frac{FQ}{100} \cdot team}
 \end{aligned}$$

11.2.5.1.2 Beispiel-Anwendung Stufe V – kommerzielle Software

Die nachfolgende Beispiel-Fallstudie baut auf der in Kapitel 11.2.4.2 bereits ausgeführte Fallstudie auf Stufe IV auf. Die aufwandsbezogenen Daten werden im Folgenden entsprechend übernommen:

Projektgröße FP_{Basis} :	10000 FP Geschätzt zu einem Basiszeitpunkt
Entscheidungszeitpunkt FP_{bisher} :	Nach Fertigstellung von 4000 FP
Requirements-Creep RC :	2% pro Monat
Anzahl der Monate, für die (ab Basiszeitpunkt) Anforderungszuwächse erwartet werden m :	5 Monate
$team$	20
FQ	5% pro Monat
PDR	$6 \frac{h_p}{FP}$
Prozentualer Zuschlag zur PDR p_1 : Grund: Anforderungszunahme	1%
Prozentualer Zuschlag zur PDR p_2 : Grund: Kompetenzveränderungen	-8,3%
Sollarbeitszeit je Mitarbeiter t_{soll}	160 h pro MA und Monat
a_{non}	15,5%
a_{other}	33,7%
$a_{Schulung}$	2%
t_{neu}	$30 h_p$
g	3000 GE pro MA und Monat
$A_{Schulung}$	150 GE pro MA und Monat
r	0,022

Tabelle 42: Beispielrechnung Stufe V.1 (Teil 1)

Auf Stufe IV wurde ausgehend von obigen Daten eine Projektrestdauer von 25,4 Monaten prognostiziert. Daraus ergibt sich $I = 2$ und $T = 3$.

Für die Ertragsprognose wird angenommen, dass es sich bei der entwickelten Software um am Markt zu veräußernde Standardsoftware handelt – diese somit in die hier betrachtete Kategorie ‚Kommerzielle Software‘ fällt.

Es werden folgende marktbezogene Daten angenommen; die Nummerierung ist jeweils ab Entscheidungszeitpunkt zu verstehen:

Marktvolumen für Periode 1 bis 5 konstant: $V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = V_5$	30000 [PE]
Marktanteil für Periode 1 bis 4 konstant: $MA_1 = MA_2 = MA_3 = MA_4$ Für Periode 5 ein geringerer prognostizierter Marktanteil: MA_5	$MA_1 = MA_2 = MA_3 = MA_4 = 23\% = 0,23$ $MA_5 = 15\% = 0,15$
Preis je Softwarelizenz (einheitlich für alle Perioden) $P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = P_5$	120 [GE / PE]
Vermarktungszeitraum N	2 Jahre

Tabelle 43: Beispielrechnung StufeV.1 (Teil 2)

Folgende schematische Darstellung verdeutliche die zeitliche Struktur der Aufwands- und Ertragsgenerierung:

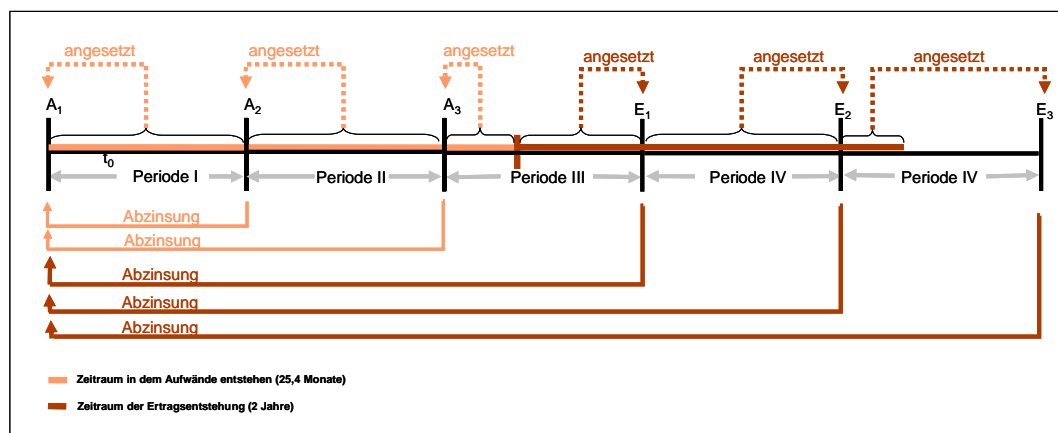


Abbildung 128: Stufe V, Case I, Schematische Darstellung

Aus den bereits auf Stufe IV eingeführten aufwandsbezogenen Daten ergibt sich nach

$$A_{mon} = 12 \cdot (g + A_{Schulung}) \cdot team \cdot \left(\sum_{i=0}^I \frac{i}{\max\{1, i\}} \cdot \frac{1}{(1+r)^{i-1}} + \frac{\left(\frac{M - 12 \cdot I}{12} \right)}{(1+r)^I} \right)$$

ein prognostizierter Projektrestaufwand von

$$A_{mon} \approx 1580170$$

Da Erträge erst ab Fertigstellung des Softwareproduktes generiert werden können, fließen erst die Marktdaten ab Periode III in die Berechnung ein. Die auf den Entscheidungszeitpunkt abgezinste Ertragsprognose errechnet sich nach.

$$E = (T - I) \frac{MA_T \cdot V_T \cdot P_T}{(1+r)^T} \cdot \left(1 - \frac{M - 12 \cdot I}{12}\right) + \sum_{i=0}^{N-(T-I)} \frac{i}{\max\{1, i\}} \cdot \frac{MA_{(T+i)} \cdot V_{(T+i)} \cdot P_{(T+i)}}{(1+r)^{(T+i)}} + \frac{MA_{(T+N)} \cdot V_{(T+N)} \cdot P_{(T+N)}}{(1+r)^{T+N}} \cdot \left(\frac{M - 12 \cdot I}{12}\right)$$

Es ergibt sich ein abgezinster Ertrag von

$$E \approx 1500655,$$

somit ein negativer Kapitalwert von

$$C_0 \approx -79515.$$

Nach

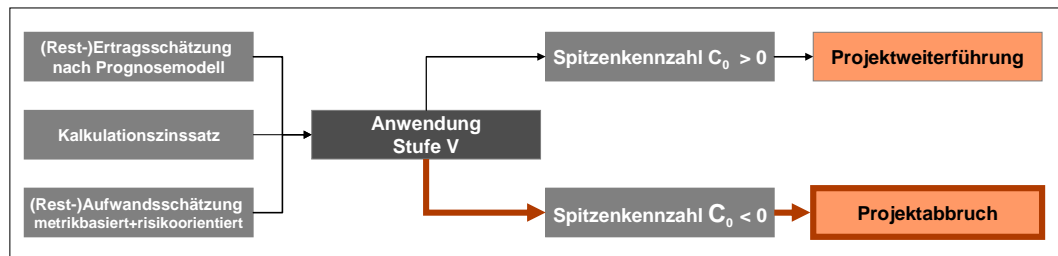


Abbildung 129: Anwendung der Entscheidungsregel auf StufeV(1)

wird für das Projekt somit ein Projektabbruch empfohlen.

11.2.5.2 Individualsoftware zum Festpreis:

	Direkter Ertrag	Indirekter Ertrag		
Standardprodukt-erstellung	Kommerzielle Software	Freie Software		
Individuelle Produkt-gestaltung	Individualsoftware zum Festpreis	Individualsoftware mit aufwandsbezogener Bepreisung	Software als Teil eines Absatzgutes	Individuelle Softwarelösungen zur unternehmens-internen Verwendung

Abbildung 130: Kategorie „Individualsoftware zum Festpreis“

Wie in Kapitel 5.3.2.1 und Kapitel 10.2.1 detailliert ausgeführt, wird unter *Individualsoftware zum Festpreis* diejenige Software subsumiert, die für einen einzelnen Kunden oder sehr kleinen Kundenkreis zu einem vorab vereinbarten Festpreis entwickelt wird. Da in dieser Kategorie der Festpreis per definitionem nicht nachträglich an veränderte Projektbedingungen und/oder nicht zutreffende Prognosen angepasst werden kann, stellt diese Kategorie den restriktivsten Fall in der Ertragsermittlung dar.

Es wird im Folgenden davon ausgegangen, dass der Festpreis der Höhe nach unveränderlich ist und unmittelbar nach Fertigstellung des Projektergebnisses fällig wird. Somit entscheidet der zeitliche Aufwand für das Restprojekt über die Höhe der Ab-

zinsung des festgelegten Preises. Teilzahlungen, die bereits während des Projektverlaufs, beispielsweise zu bestimmten Meilensteinen, geleistet werden¹¹⁸⁸, sollen hier nicht in die Modellbildung integriert werden. Bei einer derartigen Ertragsgestaltung ist das Modell entsprechend anzupassen.

Die Ermittlung der Ertragsseite im Falle der Festpreisvereinbarung mit obigen Annahmen gestaltet sich vergleichsweise einfach, da hierbei keine Prognosemodelle angewendet werden müssen. Das Entscheidungsmodell entspricht daher bei Festpreisvereinbarungen, zahlbar bei Projektfertigstellung, in einer dynamischen Betrachtung dem bereits auf Stufe IV gebildeten Entscheidungsmodell. Dieses kann somit für diese Kategorie direkt auf Stufe V übertragen werden.

Es ergibt sich somit analog zu Stufe IV folgende Berechnung der Spitzenkennzahl für Projekte mit Festpreisvereinbarungen auf Stufe V.

$$C_0 = -12 \cdot (g + A_{Schulung}) \cdot team \cdot \left(\sum_{i=0}^I \frac{i}{\max\{1, i\}} \cdot \frac{1}{(1+r)^{i-1}} + \frac{\left(\frac{M-12 \cdot I}{12}\right)}{(1+r)^I} \right) + \frac{F}{(1+r)^T}$$

mit

$$I = \left\lfloor \frac{M}{12} \right\rfloor \text{ und } T = \left\lceil \frac{M}{12} \right\rceil$$

mit

$M =$

$$\frac{(FP_{Basis} \cdot (1 + m \cdot \frac{RC}{100}) - FP_{bisher}) \cdot PDR \cdot (1 + \frac{P_1}{100} + \frac{P_2}{100})}{t_{soll} \cdot (1 - (\frac{a_{non}}{100} + \frac{a_{other}}{100} + \frac{a_{Schulung}}{100})) \cdot team \cdot (1 - \frac{FQ}{100}) + (t_{soll} \cdot (1 - (\frac{a_{non}}{100} + \frac{a_{other}}{100} + \frac{a_{Schulung}}{100})) - t_{neu}) \cdot \frac{FQ}{100} \cdot team}$$

Formel 35: Ermittlung der Spitzenkennzahl auf Stufe IV

Der vereinbarte Festpreis wird in der Kennzahl F abgebildet. Die Verwendung aller weiteren Kennzahlen entspricht der Verwendung auf Stufe IV und soll an dieser Stelle nicht mehr detailliert ausgeführt werden.

¹¹⁸⁸ Vgl. Kapitel 10.2.1.2

Da durch die Beispielrechnung auf Stufe IV die Modellbildung für eine Festpreiszahlung zum Projektende bereits veranschaulicht wurde, soll an dieser Stelle kein weiteres Fallbeispiel dargestellt werden.

11.2.5.3 Individualsoftware zu aufwandsbezogenen Preisen

	Direkter Ertrag		Indirekter Ertrag	
Standardprodukt-erstellung	Kommerzielle Software		Freie Software	
Individuelle Produkt-gestaltung	Individualsoftware zum Festpreis	Individualsoftware mit aufwandsbezogener Bepreisung	Software als Teil eines Absatzgutes	Individuelle Softwarelösungen zur unternehmens-internen Verwendung

Abbildung 131: Kategorie "Individualsoftware mit aufwandsbezogener Bepreisung"

11.2.5.3.1 Integration des Ertragsprognose-Modells in die Modellbildung

Wird im Rahmen individueller Produktgestaltung ein Softwareentwicklungsprojekt nach aufwandsbezogenen Preisen abgerechnet, sind die Projektresterträge abhängig von der Projektrestlaufzeit sowie den vereinbarten Tagessätzen, bzw. dem durchschnittlichen Tagessatz des Projektteams.

Es wird dabei im Folgenden davon ausgegangen, dass bereits erbrachte Leistungen mit dem Kunden in jedem Fall – unabhängig von einer Entscheidung für oder gegen einen Projektabbruch – abgerechnet werden können. Somit bestimmt sich der Restertrag des Projektes bei Fortführung ausschließlich durch die Restlaufzeit und die Tagessatz-Höhe.

Wie bereits in Kapitel 10.2.2 ausgeführt, können nur produktiv für den Kunden aufgewandte Zeiten mit diesem abgerechnet werden. Die Risiken *Krankheit*, *Urlaub*, *Einarbeitungs- oder Weiterbildungszeiten* usw. verbleiben beim Auftragnehmer, während das Risiko für *produktive Mehrzeiten* auf den Auftraggeber übergeht.

Wie in Kapitel 10.2.2 angekündigt, sollen im Folgenden die abzurechnenden Tage und daraus resultierende Erträge auf Basis des ermittelten zeitlichen Projektrestauf-

wands bestimmt werden. Es wird bei der Modellbildung davon ausgegangen, dass die Abrechnung des Projektrestaufwands mit dem Kunden kumuliert unmittelbar nach Projektende vorgenommen wird. Zudem beschränkt sich die Darstellung auf eine rein aufwandsbezogene Bepreisung. In Kapitel 10.2.3 aufgeführte Mischformen, wie beispielsweise aufwandsbezogener Preis mit Preisobergrenze oder Anforderungseinheitspreise werden an dieser Stelle aufgrund ihrer Heterogenität nicht modelliert. Aufbauend auf den entsprechenden Ausführungen in Kapitel 10.2.3 kann das Entscheidungsmodell jedoch den individuellen Anforderungen entsprechend angepasst werden.

Die **Anzahl der mit dem Kunden abzurechnenden Personentage D** bestimmt sich über die im Zuge der Aufwandsschätzung ermittelte Projektrestdauer M und die Teamgröße $team$. Geht man von durchschnittlich 21 Werktagen je Monat aus, könnten – ohne Berücksichtigung von nicht beim Kunden abrechenbaren Zeiten –

$$D = M \cdot team \cdot 21$$

Formel 36: Bestimmung abzurechnender Personentage (vereinfacht)

Personentage je Monat abgerechnet werden.

Nicht beim Kunden abzurechnende Größen wie Abwesenheitszeiten (v.a. Krankheit und Urlaub), Schulungszeiten und Einarbeitungszeiten neuer Mitarbeiter müssen jedoch davon abgezogen werden, da sie i.d.R. beim Kunden nicht abgerechnet werden können.

Werden in einem ersten Schritt Einarbeitungszeiten für neue Mitarbeiter auf Grund von Fluktuation nicht modelliert, ergibt sich folgende eingeschränkte Anzahl an abzurechnenden Tagen:

$$D = M \cdot team \cdot 21 \cdot \left(1 - \frac{a_{non}}{100} - \frac{a_{Schulung}}{100}\right)$$

Formel 37: Bestimmung abzurechnender Personentage (erweitert ohne Fluktuation)

Geht man beispielsweise von einer Projektrestlaufzeit von 6 Monaten, einer Teamgröße von 10 Projektteammitgliedern und einem Anteil für a_{non} und $a_{Schulung}$ von 20% aus, werden für eine Abrechnung beim Kunden ca. 1008 Tage veranschlagt.

Die bei der Restaufwandsermittlung zusätzlich berücksichtigte Größe a_{other} , welche Zeiten erfasst, die zwar dem Projekt zugeordnet werden können, jedoch nicht unmittelbar der Umsetzung der Projektaufgabe zugerechnet werden können, wurde in Formel 37 nicht abgezogen, da davon ausgegangen wird, dass auch projektnahe zeitliche Aufwände für Kommunikation, Abstimmung, Meetings usw. mit dem Kunden abgerechnet werden können. Bei abweichender Vertragsgestaltung oder abweichender Definition von a_{other} ist Formel 37 entsprechend anzupassen.

Wird zusätzlich die Fluktuation über eine monatliche Fluktuationsquote modelliert und wird ferner davon ausgegangen, dass Mitarbeiter in ihrer Einarbeitungszeit zwar bereits an Meetings, Abstimmungstätigkeiten usw. teilnehmen – somit für a_{other} auch abgerechnet werden können – sich jedoch mit der Zeitspanne t_{neu} erst aktiv in die Implementierung einarbeiten müssen – somit für diese nicht abgerechnet werden können – erweitert sich Formel 37 um die Berücksichtigung der Fluktuationsquote wie folgt:

$$D = M \cdot team \cdot \left(1 - \frac{FQ}{100}\right) \cdot 21 \cdot \left(1 - \frac{a_{non}}{100} - \frac{a_{Schulung}}{100}\right) + M \cdot team \cdot FQ \cdot \left(21 \cdot \left(1 - \frac{a_{non}}{100} - \frac{a_{Schulung}}{100}\right) - \frac{t_{neu}}{8}\right)$$

Formel 38: Bestimmung der abzurechnenden Personentage (erweitert um Fluktuation)

Wird beispielsweise von einer Projektlaufzeit von 6 Monaten, einer Fluktuationsquote von 10% pro Monat, und einem Projektteam von 10 Mitarbeitern ausgegangen, können durchschnittlich je Monat für 9 Mitarbeiter die abzurechnenden Personentage gemäß Formel 37 errechnet werden, für 1 Teammitglied jedoch muss zusätzlich die aktive Einarbeitungszeit in Tagen (8 Stunden je Tag) abgezogen werden. Es ergeben sich demnach bei einem t_{neu} von 16 Stunden 996 beim Kunden anzusetzende Personentage.

Aufgrund der heterogenen Vertragsgestaltungsmöglichkeiten und Abrechnungsmodalitäten ist das Ergebnis obiger Berechnung nur als Näherungswert zu sehen. Die Formel ist ggf. den jeweiligen Vertragsbedingungen entsprechend anzupassen.

Auf Basis der veranschlagten, bei Projektweiterführung zusätzlich abzurechnenden Personentage und des vereinbarten Tagessatzes ergibt sich die Ertragsschätzung für das Projekt entsprechend den Ausführungen in Kapitel 10.2.2 nach

$$E = D \cdot s_d$$

Formel 39: Ertragsprognose bei aufwandsbezogener Bepreisung

Mit

E prognostizierter (Rest-)ertrag bei Projektweiterführung

D Anzahl der bis Projektende **zusätzlich** abzurechnenden Personentage

s_d durchschnittlicher Tagessatz je Projektmitarbeiter

Es wird dabei – wie bereits ausgeführt – vereinfachend ausgegangen, dass jeder Projektmitarbeiter mit einem gleich hohen Tagessatz abgerechnet wird. Wenn in einem Projekt unterschiedliche Abrechnungssätze für unterschiedliche Projektmitarbeiter gelten, kann vereinfachend der Durchschnittswert gebildet werden. Bei detaillierteren Betrachtungen muss das Modell entsprechend angepasst werden.

Wie bereits ausgeführt, wird angenommen, dass alle bis zum Entscheidungszeitpunkt erbrachten Projektteileistungen bereits abgerechnet wurden und diese im Falle eines Projektabbruchs dem Kunden nicht zurückerstattet werden müssen; sich eine Betrachtung somit rein auf noch erzielbare Erträge für die noch zu erbringende Leistung bezieht. Die Abrechnung der noch zu erbringenden Personentage wird für die Modellbildung kumuliert bei Projektfertigstellung angenommen. Werden diese Prämissen bei der Anwendung des Modells auf ein vertraglich anders strukturiertes Projekt nicht erfüllt, ist das Modell entsprechend der Zahlungsmodalitäten in geeigneter Weise anzupassen.

In der hier angenommenen Ertragssituation gestaltet sich das Entscheidungsmodell ähnlich zum Entscheidungsmodell bei Festpreisvereinbarungen. Jedoch ist der Ertrag in dieser Kategorie nicht als gegebene, vertraglich vereinbarte Größe zu sehen, sondern errechnet sich gemäß

$$C_0 = -12 \cdot (g + A_{\text{Schulung}}) \cdot \text{team} \cdot \left(\sum_{i=0}^I \frac{i}{\max\{1, i\}} \cdot \frac{1}{(1+r)^{i-1}} + \frac{\left(\frac{M-12 \cdot I}{12}\right)}{(1+r)^I} \right) + \frac{D \cdot s_d}{(1+r)^T}$$

mit

$$I = \left\lfloor \frac{M}{12} \right\rfloor \text{ und } T = \left\lceil \frac{M}{12} \right\rceil$$

und

$M =$

$$\frac{(FP_{\text{Basis}} \cdot (1 + m \cdot \frac{RC}{100}) - FP_{\text{bisher}}) \cdot PDR \cdot (1 + \frac{P_1}{100} + \frac{P_2}{100})}{t_{\text{soll}} \cdot (1 - (\frac{a_{\text{non}}}{100} + \frac{a_{\text{other}}}{100} + \frac{a_{\text{Schulung}}}{100})) \cdot \text{team} \cdot (1 - \frac{FQ}{100}) + (t_{\text{soll}} \cdot (1 - (\frac{a_{\text{non}}}{100} + \frac{a_{\text{other}}}{100} + \frac{a_{\text{Schulung}}}{100})) - t_{\text{neu}}) \cdot \frac{FQ}{100} \cdot \text{team}}$$

und

$$D = M \cdot \text{team} \cdot (1 - \frac{FQ}{100}) \cdot 21 \cdot (1 - \frac{a_{\text{non}}}{100} - \frac{a_{\text{Schulung}}}{100}) + M \cdot \text{team} \cdot FQ \cdot (21 \cdot (1 - \frac{a_{\text{non}}}{100} - \frac{a_{\text{Schulung}}}{100}) - \frac{t_{\text{neu}}}{8})$$

Formel 40: Ermittlung der Spitzenkennzahl auf Stufe V bei aufwandsbezogener Bepreisung

11.2.5.3.2 Beispiel-Anwendung Stufe V – Individualsoftware mit aufwandsbezogener Bepreisung

Zur Veranschaulichung der Ausführungen zur Kategorie ‚Individualsoftware mit aufwandsbezogener Bepreisung‘ soll im Folgenden die Beispiel-Case-Study von Stufe IV entsprechend einer Abrechnung nach Personentagen erweitert werden.

Es wurden auf Stufe IV folgende aufwandsbezogene Projektdaten angenommen:

Projektgröße FP_{Basis} :	10000 FP Geschätzt zu einem Basiszeitpunkt
Entscheidungszeitpunkt FP_{bisher} :	Nach Fertigstellung von 4000 FP
Requirements-Creep RC :	2% pro Monat
Anzahl der Monate, für die (ab Basiszeitpunkt) Anforderungszuwächse erwartet werden m :	5 Monate
$team$	20
FQ	5% pro Monat
PDR	$6 \frac{h_p}{FP}$
Prozentualer Zuschlag zur PDR p_1 : Grund: Anforderungszunahme	1%
Prozentualer Zuschlag zur PDR p_2 : Grund: Kompetenzveränderungen	-8,3%
Sollarbeitszeit je Mitarbeiter t_{soll}	$160 \frac{h_p}{Monat}$
a_{non}	15,5%
a_{other}	33,7%
$a_{Schulung}$	2%
t_{neu}	$30 h_p$
g	3000 GE pro MA und Monat
$A_{Schulung}$	150 GE pro MA und Monat
r	0,022

Tabelle 44: Beispielrechnung Stufe V.2

Daraus ergab sich $M = 25,4$, $I = 2$ und $T = 3$. Auf deren Berechnung soll an dieser Stelle nicht mehr detailliert eingegangen werden. Es wird auf die Ausführungen in Kapitel 11.2.4.2 verwiesen.

Auch der zeitliche Anfall der Aufwände bzw. Erträge wird aus Stufe IV übernommen:

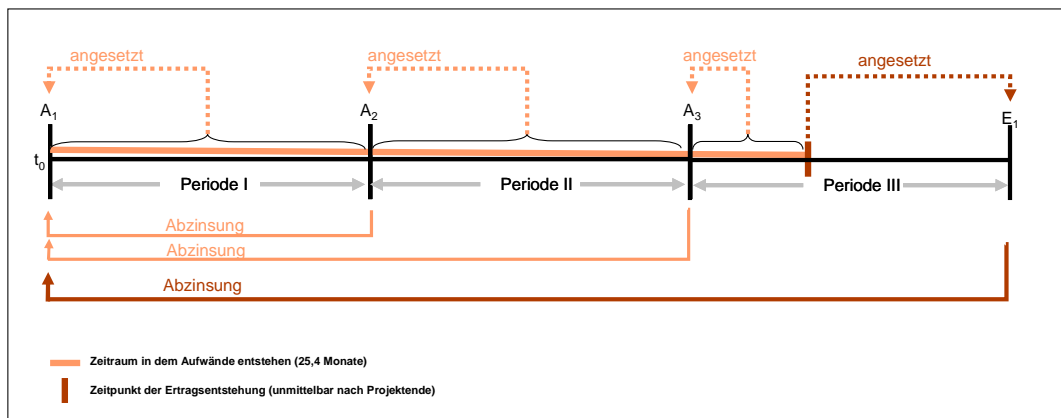


Abbildung 132: Periodenaufteilung analog zu Stufe IV

Ferner wird ein Tagessatz von 500 GE je Personentag¹¹⁸⁹ angenommen:

$$s_d = 500 \frac{GE}{d_p}$$

Die Anzahl der abzurechnenden Personentage bestimmt sich nach:

$$D = M \cdot team \cdot \left(1 - \frac{FQ}{100}\right) \cdot 21 \cdot \left(1 - \frac{a_{non}}{100} - \frac{a_{Schulung}}{100}\right) + M \cdot team \cdot FQ \cdot \left(21 \cdot \left(1 - \frac{a_{non}}{100} - \frac{a_{Schulung}}{100}\right) - \frac{t_{neu}}{8}\right)$$

Daraus ergibt sich für die angegebenen Beispieldaten:

$$D \approx 8706 [d_p]$$

und folglich ein prognostizierter Projekt(rest)ertrag von:

$$E = 4353000GE$$

¹¹⁸⁹ Personentage werden im Folgenden als d_p dargestellt.

Daraus folgt nach

$$C_0 = -12 \cdot (g + A_{\text{Schulung}}) \cdot \text{team} \cdot \left(\sum_{i=0}^I \frac{i}{\max\{1, i\}} \cdot \frac{1}{(1+r)^{i-1}} + \frac{\left(\frac{M-12 \cdot I}{12}\right)}{(1+r)^I} \right) + \frac{D \cdot s_d}{(1+r)^T}$$

ein Kapitalwert von

$$C_0 = 2497725$$

Nach

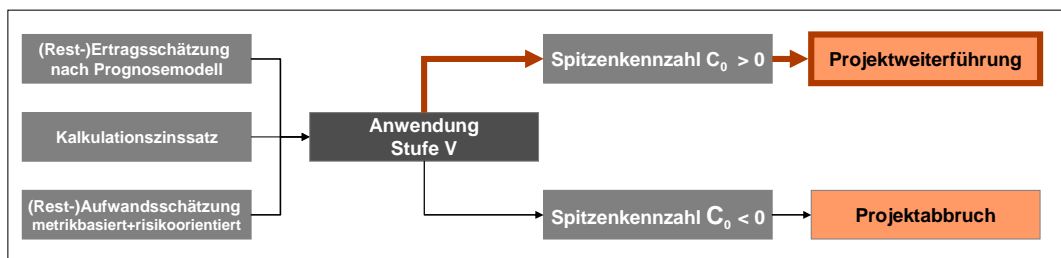


Abbildung 133: Anwendung der Entscheidungsregel auf StufeV(2)

wird eine Projektweiterführung empfohlen.

11.2.5.4 Bildung des Entscheidungsmodells Stufe V Kategorie ‚Software als Teil eines Absatzgutes‘

11.2.5.4.1 Integration der Conjoint-Analyse als Bewertungsgrundlage

	Direkter Ertrag		Indirekter Ertrag	
Standardprodukt-erstellung	Kommerzielle Software		Freie Software	
Individuelle Produkt-gestaltung	Individual-software zum Festpreis	Individual-software mit aufwands-bezogener Bepreisung	Software als Teil eines Absatzgutes	Individuelle Software-lösungen zur unternehmens-internen Verwendung

Abbildung 134: Kategorie 'Software als Teil eines Absatzgutes'

Wie in Kapitel 10.2.4 ausführlich dargestellt soll die Conjoint-Analyse als Basismethodik zur Bewertung des, durch die entwickelte Software, erzielbaren Mehrwerts in softwareintegrierten Produkten herangezogen werden. Dabei werden – wie in Kapitel 10.2.4.2 ausgeführt – zwei Produktvarianten (mit und ohne Integration der im Projekt entwickelten Software) in Hinblick auf ihre Ertragsprognose gegenüber gestellt. Die Differenz der prognosegemäß realisierbaren Erträge wird dem Softwareprodukt als Wert zugewiesen. Es wird dabei davon ausgegangen, dass das absetzbare Gute durch den Softwarebestandteil immer einen Mehrwert erfährt – somit die Ertragsprognose mit integrierter Software immer höher ausfällt als ohne Integration des Projektergebnisses.

In Kapitel 10.2.4.2 wurde zur Abbildung dieser Ausführungen folgende Formel für eine einperiodige Betrachtung aufgestellt:

$$E_{\text{int}} = \frac{MA_A}{100} \cdot V \cdot (p_A - k_{\text{var}}) - \frac{MA_B}{100} \cdot V \cdot (p_B - k_{\text{var}})$$

Formel 41: Ertragszurechnung für integrierte Software

Mit:

E_{int}	Der integrierten Software zuzurechnender Ertrag (<i>in GE</i>)
MA_A	Marktanteil der Produktvariante A (bei Integration der im Projekt entwickelten Software) (<i>in %</i>)
MA_B	Marktanteil der Produktvariante B (ohne Integration der im Projekt entwickelten Software) (<i>in %</i>)
V	Marktvolumen (<i>in Produkteinheiten</i> ¹¹⁹⁰)
p_A	Gewinnmaximaler Preis der Produktvariante A (<i>in GE pro Produkteinheit</i>)
p_B	Gewinnmaximaler Preis der Produktvariante B (<i>in GE pro Produkteinheit</i>)
k_{var}	Variable Fertigungsstückkosten (für beide Produktvarianten identisch ¹¹⁹¹ angenommen) (<i>in GE pro Produkteinheit</i>)

¹¹⁹⁰ Im betrachteten Jahr

¹¹⁹¹ Bei unterschiedlichen Fertigungsstückkosten ist das Modell entsprechend anzupassen.

Zudem wurde in Kapitel 11.2.5.1.1 bereits für die Kategorie ‚Kommerzielle Software‘ die Conjointanalyse in das Entscheidungsmodell dynamisch integriert. Dabei wurden – um eine bessere Übersichtlichkeit in den komplexen Berechnungen zu erlangen – Marktanteile jeweils schon als Prozentwert/100 integriert.

$$\begin{aligned}
 E = & \\
 & (T - I) \frac{MA_T \cdot V_T \cdot P_T}{(1 + r)^T} \cdot \left(1 - \frac{M - 12 \cdot I}{12}\right) + \rightarrow \text{ggf. anteiliger Periodenertrag der ersten Periode} \\
 & \sum_{i=0}^{N-(T-I)} \frac{i}{\max\{1, i\}} \cdot \frac{MA_{(T+i)} \cdot V_{(T+i)} \cdot P_{(T+i)}}{(1 + r)^{(T+i)}} + \rightarrow \text{Erträge für volle Perioden} \\
 & \frac{MA_{(T+N)} \cdot V_{(T+N)} \cdot P_{(T+N)}}{(1 + r)^{T+N}} \cdot \left(\frac{M - 12 \cdot I}{12}\right) \rightarrow \text{ggf. anteiliger Periodenertrag der letzten} \\
 & \hspace{10em} \text{Periode}
 \end{aligned}$$

**Formel 42: Dynamische Ertragsprognose
mit Conjoint-Analyse (allgemein)**

Werden beide Konstrukte zusammengeführt, ergibt sich für die Kategorie ‚Software als Teil eines Absatzgutes‘ folgende mehrperiodige Ertragszurechnung unter Berücksichtigung von Zinseffekten. Es wird wiederum davon ausgegangen, dass die Prognosen ab Entscheidungszeitpunkt erstellt werden, unabhängig vom tatsächlichen Fertigstellungstermin des Projektes. Auch werden Marktanteile und der Kalkulationszinssatz wiederum als Prozentwert/100 interpretiert – eine explizite Division jeweils durch 100 unterbleibt somit in nachfolgenden komplexen Berechnungen.

$$\begin{aligned}
 E_{\text{int}} = & \\
 & (T - I) \frac{MA_{AT} \cdot V_T \cdot (P_{AT} - k_{\text{var}}) - MA_{BT} \cdot V_T \cdot (P_{BT} - k_{\text{var}})}{(1 + r)^T} \cdot \left(1 - \frac{M - 12 \cdot I}{12}\right) + \\
 & \sum_{i=0}^{N-(T-I)} \frac{i}{\max\{1, i\}} \cdot \frac{MA_{A(T+i)} \cdot V_{(T+i)} \cdot (P_{A(T+i)} - k_{\text{var}}) - MA_{B(T+i)} \cdot V_{(T+i)} \cdot (P_{B(T+i)} - k_{\text{var}})}{(1 + r)^{(T+i)}} + \\
 & \frac{MA_{A(T+N)} \cdot V_{(T+N)} \cdot (P_{A(T+N)} - k_{\text{var}}) - MA_{B(T+N)} \cdot V_{(T+N)} \cdot (P_{B(T+N)} - k_{\text{var}})}{(1 + r)^{T+N}} \cdot \left(\frac{M - 12 \cdot I}{12}\right)
 \end{aligned}$$

Formel 43: Dynamische Ertragsprognose mit Conjointanalyse für den Bestandteil Software in Softwareintegrierten Produkten.

Dieser Dynamisierung liegt die Annahme zu Grunde, dass nach Entwicklung der Softwarelösung das softwareintegrierte Produkt unmittelbar vermarktet werden kann, folglich keine zeitlichen *Lags* durch die Entwicklung anderer Produktkomponenten entstehen. Bei davon abweichender Entwicklungssituation ist das Modell entsprechend anzupassen. Zudem wird – wie in Kapitel 10.2.4.2 bereits ausgeführt – angenommen, dass nicht beide Produktvarianten parallel am Markt angeboten werden.

Die Aufwandsseite kann analog übernommen werden. Somit ergibt sich folgende Berechnung der Spitzenkennzahl:

$$\begin{aligned}
 C_0 = & \\
 & -12 \cdot (g + A_{\text{Schulung}}) \cdot \text{team} \cdot \left(\sum_{i=0}^I \frac{i}{\max\{1, i\}} \cdot \frac{1}{(1+r)^{i-1}} + \frac{\left(\frac{M-12 \cdot I}{12}\right)}{(1+r)^I} \right) + \\
 & (T-I) \cdot \frac{MA_{AT} \cdot V_T \cdot (P_{AT} - k_{\text{var}}) - MA_{BT} \cdot V_T \cdot (P_{BT} - k_{\text{var}})}{(1+r)^T} \cdot \left(1 - \frac{M-12 \cdot I}{12}\right) + \\
 & \sum_{i=0}^{N-(T-I)} \frac{i}{\max\{1, i\}} \cdot \frac{MA_{A(T+i)} \cdot V_{(T+i)} \cdot (P_{A(T+i)} - k_{\text{var}}) - MA_{B(T+i)} \cdot V_{(T+i)} \cdot (P_{B(T+i)} - k_{\text{var}})}{(1+r)^{(T+i)}} + \\
 & \frac{MA_{A(T+N)} \cdot V_{(T+N)} \cdot (P_{A(T+N)} - k_{\text{var}}) - MA_{B(T+N)} \cdot V_{(T+N)} \cdot (P_{B(T+N)} - k_{\text{var}})}{(1+r)^{T+N}} \cdot \left(\frac{M-12 \cdot I}{12}\right)
 \end{aligned}$$

mit

$$I = \left\lfloor \frac{M}{12} \right\rfloor \quad \text{und} \quad T = \left\lceil \frac{M}{12} \right\rceil$$

mit

$$\begin{aligned}
 M = & \\
 & \frac{(FP_{\text{Basis}} \cdot (1 + m \cdot \frac{RC}{100}) - FP_{\text{bisher}}) \cdot PDR \cdot (1 + \frac{p_1}{100} + \frac{p_2}{100})}{t_{\text{soll}} \cdot (1 - (\frac{a_{\text{non}}}{100} + \frac{a_{\text{other}}}{100} + \frac{a_{\text{Schulung}}}{100})) \cdot \text{team} \cdot (1 - \frac{FQ}{100}) + (t_{\text{soll}} \cdot (1 - (\frac{a_{\text{non}}}{100} + \frac{a_{\text{other}}}{100} + \frac{a_{\text{Schulung}}}{100})) - t_{\text{neu}}) \cdot \frac{FQ}{100} \cdot \text{team}}
 \end{aligned}$$

Formel 44: Ermittlung der Spitzenkennzahl auf Stufe V ,Software als Teil eines Absatzgutes'

11.2.5.4.2 Beispiel-Anwendung Stufe V Kategorie ‚Software als Teil eines Absatzgutes‘

Da die Abschätzung der Projektrestlaufzeit in Monaten bereits mehrfach Gegenstand in Anwendungsbeispielen war, wird auch an dieser Stelle auf eine erneute detaillierte Berechnung verzichtet. Es wird für das nachfolgende Beispiel von einer Projektrestlaufzeit von 6 Monaten ($M = 6$) ausgegangen. Es ergibt sich daraus ($I = 0$) und ($T = 1$).

Bei einer Teamgröße von 3 Mitarbeitern, prognostizierten Schulungsaufwendungen von 50 GE pro Mitarbeiter und Monat sowie Gehaltsaufwendungen von 4000 GE je Mitarbeiter und Monat ergibt sich über

$$12 \cdot (g + A_{\text{Schulung}}) \cdot \text{team} \cdot \left(\sum_{i=0}^I \frac{i}{\max\{1, i\}} \cdot \frac{1}{(1+r)^{i-1}} + \frac{\left(\frac{M-12 \cdot I}{12}\right)}{(1+r)^I} \right)$$

folgende Aufwandsprognose:

$$12 \cdot 4050 \cdot 3 \cdot \left(\frac{6-12 \cdot 0}{(1+r)^0} \right) = 72900$$

Die Vermarktung des Produktes (beispielsweise einer elektrischen Zahnbürste mit/ohne integrierter Software) wird für zwei Jahre ($N = 2$) geplant, wobei eine Conjoint-Analyse zum Entscheidungszeitpunkt durchgeführt wird. Diese liefere folgende Daten:

Marktvolumen:	35000 PE pro Jahr
Marktanteil für Produktvariante A: (bei Integration der im Projekt entwickelten Softwarelösung)	37% = 0,37
Marktanteil für Produktvariante B: (ohne Integration der im Projekt entwickelten Softwarelösung)	27% = 0,27
Preis Produktvariante A:	35 GE/PE
Preis Produktvariante B:	25 GE/PE
Variable Fertigungsstückkosten	15 GE/PE

Im Beispiel werden sowohl das Marktvolumen, die erzielbaren Marktanteile und die Vermarktungspreise über alle drei Vermarktungsperioden als konstant angenommen.

Es ergibt sich nachfolgende zeitliche Verteilung der Aufwands- und Ertragsprognose; der Kalkulationszinssatz betrage 3% (Rechenwert: 0,03).

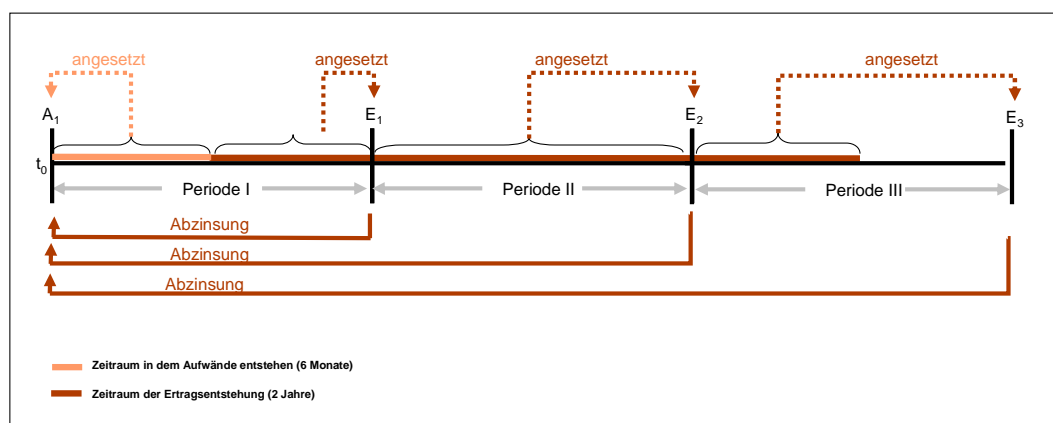


Abbildung 135: Zeitliche Verteilung der Aufwands- und Ertragsprognose

Der Ertrag errechnet sich über

$$\begin{aligned}
 & (T-I) \frac{MA_{AT} \cdot V_T \cdot (P_{AT} - k_{\text{var}}) - MA_{BT} \cdot V_T \cdot (P_{BT} - k_{\text{var}})}{(1+r)^T} \cdot \left(1 - \frac{M-12 \cdot I}{12}\right) + \\
 & \sum_{i=0}^{N-(T-I)} \frac{i}{\max\{1, i\}} \cdot \frac{MA_{A(T+i)} \cdot V_{(T+i)} \cdot (P_{A(T+i)} - k_{\text{var}}) - MA_{B(T+i)} \cdot V_{(T+i)} \cdot (P_{B(T+i)} - k_{\text{var}})}{(1+r)^{(T+i)}} + \\
 & \frac{MA_{A(T+N)} \cdot V_{(T+N)} \cdot (P_{A(T+N)} - k_{\text{var}}) - MA_{B(T+N)} \cdot V_{(T+N)} \cdot (P_{B(T+N)} - k_{\text{var}})}{(1+r)^{T+N}} \cdot \left(\frac{M-12 \cdot I}{12}\right)
 \end{aligned}$$

als:

$$(1-0) \frac{0,37 \cdot 35000 \cdot (35-15) - 0,27 \cdot 35000 \cdot (25-15)}{(1+0,03)^1} \cdot \left(1 - \frac{6-12 \cdot 0}{12}\right) +$$

$$\sum_{i=0}^{2-1} \frac{i}{\max\{1, i\}} \cdot \frac{0,37 \cdot 35000 \cdot (35-15) - 0,27 \cdot 35000 \cdot (25-15)}{(1+0,03)^{(i+1)}} +$$

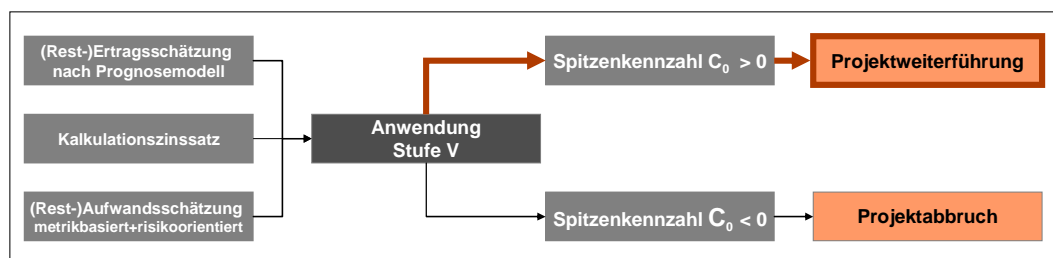
$$\frac{0,37 \cdot 35000 \cdot (35-15) - 0,27 \cdot 35000 \cdot (25-15)}{(1+0,03)^3} \cdot \left(\frac{6-12 \cdot 0}{12}\right) \approx$$

$$\approx 242438$$

Somit stehen – unter den getroffenen Annahmen – Aufwände von 72.900 für die Fertigstellung der zu integrierenden Software, Mehrerträgen von 242.438 gegenüber.

Es resultiert eine Spitzenkennzahl von $C_0 = 169538$.

Nach



sollte das Projekt nicht abgebrochen werden.

11.2.5.5 Bildung des Entscheidungsmodells Stufe V Kategorie ‚Individuelle Softwarelösungen zur unternehmensinternen Verwendung‘

11.2.5.5.1 Integration monetär bewerteter Prozesswirkungen

	Direkter Ertrag		Indirekter Ertrag	
Standardprodukt-erstellung	Kommerzielle Software		Freie Software	
Individuelle Produkt-gestaltung	Individual-software zum Festpreis	Individual-software mit aufwands-bezogener Bepreisung	Software als Teil eines Absatzgutes	Individuelle Software-lösungen zur unternehmens-internen Verwendung

Abbildung 136: Kategorie ‚Individuelle Softwarelösungen zur unternehmensinternen Verwendung‘

Der monetär bewertete Nutzen für ein Softwareprojekt, dessen Ergebnis innerhalb des projektdurchführenden Unternehmens eingesetzt werden sollen, wird durch Verbesserungen dadurch betroffener Prozesse bestimmt. Diese Sichtweise entspricht dem in Kapitel 10.2.5.2.2 dargestellten „einkommensorientierten Ansatz“¹¹⁹² aus der Kategorisierung nach DUTTA. Wie in Kapitel 10.2.5.2.3 ausgeführt, variieren die einzelnen Wirkungen und Wirkungsketten nach Unternehmen und entwickelter Software so sehr, dass keine pauschale Aussage über geeignete Kennzahlen zur Quantifizierung getroffen werden kann. Es kann somit an dieser Stelle auch keine einheitliche Berechnungsformel zu deren monetärer Erfassung gebildet und in das Entscheidungsmodell integriert werden.

Zur Identifikation der Primär-, Sekundär und Tertiärwirkungen wurde in Kapitel 10.2.5.2.3.1 das IDEA-Modell nach BRANDT als geeignetes Basismodell identifiziert. Es wird für die folgende dynamische Integration der Prozesswirkungen in das

¹¹⁹² Vgl. Dutta (2007), S.17

Entscheidungsmodell davon ausgegangen, dass im Vorfeld die Wirkungen über das IDEA-Modell identifiziert, quantifiziert und monetär bewertet wurden. Es sei dabei auf die Ausführungen in Kapitel 10.2.5.2.3.1 verwiesen.

Für die Modellbildung auf Stufe V dieser Arbeit sollen somit in der Kategorie ‚*individuelle Softwarelösungen zu unternehmensinternen Verwendung*‘ die ermittelten Prozessverbesserungen und deren monetäre Bewertung als bereits erfasste und kumulierte Größe in das Modell einfließen. Es soll – wie in den bei BRANDT angegebenen Case-Studies – von einer Identifikation und Bewertung der Wirkungen für die einzelnen Nutzungsjahre ausgegangen werden.

Wie in Kapitel 10.2.5.3 bereits angemerkt, soll auf eine detaillierte Abschätzung der Softwarewartungsaufwendungen nach zu ändernder, zu löschender und hinzuzufügender Funktionalität verzichtet werden. Wartungsaufwendungen sollen – wie bereits in Kapitel 10.2.5.2.3.1 – als pauschale jährliche Größe in das Modell integriert werden.

Nach Formel 23 wird der Ertrag – ohne Dynamisierung – für selbstgenutzte Software wie folgt berechnet:

$$E_{gesamt} = \sum_{n=1}^N U_n - WA_n - WE_n$$

Mit

U_n monetär bewerteter Nutzen des Softwareproduktes im Nutzungsjahr n

WA_n prognostizierter Wartungsaufwand im Nutzungsjahr n

WE_n prognostizierter Weiterentwicklungsaufwand im Nutzungsjahr n

N Gesamte Nutzungsdauer in Jahren

Diese statische Formel soll wiederum mit Hilfe der Kennzahlen I und T dynamisiert werden.

Analog zur Kategorie kommerzielle Software, wird davon ausgegangen, dass die jährlichen Wirkungen ab Entscheidungszeitpunkt geschätzt werden – somit der monetär bewertete Nutzen für Periode I der Nutzen wäre, welcher für diese Periode realisiert

werden könnte, wenn das Projekt unmittelbar zum Entscheidungszeitpunkt fertiggestellt würde. Die Nutzenprognose für Periode II entspricht dem Fall, dass für die gesamte Periode II (ab Entscheidungszeitpunkt) Erträge realisiert werden können, usw. Diese Vorgehensweise muss insofern für sinnvoll erachtet werden, als eine Nutzenprognose in der Regel mit aktuellen, zum Entscheidungszeitpunkt vorliegenden Prozesskennzahlen erstellt wird.

Analog zur Kategorie kommerzielle Software gestaltet sich die dynamische Ertragsprognose für die Kategorie ‚*Individuelle Softwarelösungen zur unternehmensinternen Verwendung*‘ wie folgt:

$$E = (T - I) \frac{U_T - WE_T - WA_T}{(1 + r)^T} \cdot \left(1 - \frac{M - 12 \cdot I}{12}\right) + \sum_{i=0}^{N-(T-I)} \frac{i}{\max\{1, i\}} \cdot \frac{U_{(T+i)} - WE_{(T+i)} - WA_{(T+i)}}{(1 + r)^{(T+i)}} + \frac{U_{(T+N)} - WE_{(T+N)} - WA_{(T+N)}}{(1 + r)^{T+N}} \cdot \left(\frac{M - 12 \cdot I}{12}\right)$$

Für die Aufwandsseite wird die dynamische Regel unter Berücksichtigung der identifizierten Kernrisiken aus Stufe IV beibehalten:

$$-12 \cdot (g + A_{Schulung}) \cdot team \cdot \left(\sum_{i=0}^I \frac{i}{\max\{1, i\}} \cdot \frac{1}{(1 + r)^{i-1}} + \frac{\left(\frac{M - 12 \cdot I}{12}\right)}{(1 + r)^I} \right)$$

Die Spitzenkennzahl berechnet sich somit nach:

$$\begin{aligned}
 C_0 = & \\
 & -12 \cdot (g + A_{\text{Schulung}}) \cdot \text{team} \cdot \left(\sum_{i=0}^I \frac{i}{\max\{1, i\}} \cdot \frac{1}{(1+r)^{i-1}} + \frac{\left(\frac{M-12 \cdot I}{12}\right)}{(1+r)^I} \right) + \\
 & (T-I) \frac{U_T \cdot WE_T \cdot WA_T}{(1+r)^T} \cdot \left(1 - \frac{M-12 \cdot I}{12}\right) + \\
 & \sum_{i=0}^{N-(T-I)} \frac{i}{\max\{1, i\}} \cdot \frac{U_{(T+i)} \cdot WE_{(T+i)} \cdot WA_{(T+i)}}{(1+r)^{(T+i)}} + \\
 & \frac{U_{(T+N)} \cdot WE_{(T+N)} \cdot WA_{(T+N)}}{(1+r)^{T+N}} \cdot \left(\frac{M-12 \cdot I}{12}\right)
 \end{aligned}$$

mit

$$I = \left\lfloor \frac{M}{12} \right\rfloor \text{ und } T = \left\lceil \frac{M}{12} \right\rceil$$

mit

$$\begin{aligned}
 M = & \\
 & \frac{(FP_{\text{Basis}} \cdot (1 + m \cdot \frac{RC}{100}) - FP_{\text{bisher}}) \cdot PDR \cdot (1 + \frac{P_1}{100} + \frac{P_2}{100})}{t_{\text{soll}} \cdot (1 - (\frac{a_{\text{non}}}{100} + \frac{a_{\text{other}}}{100} + \frac{a_{\text{Schulung}}}{100})) \cdot \text{team} \cdot (1 - \frac{FQ}{100}) + (t_{\text{soll}} \cdot (1 - (\frac{a_{\text{non}}}{100} + \frac{a_{\text{other}}}{100} + \frac{a_{\text{Schulung}}}{100})) - t_{\text{neu}}) \cdot \frac{FQ}{100} \cdot \text{team}}
 \end{aligned}$$

Formel 45: Ermittlung der Spitzenkennzahl auf Stufe V ‚Individuelle Softwarelösungen zur unternehmensinternen Verwendung‘

11.2.5.5.2 Beispiel-Anwendung Stufe V Kategorie ‚Individuelle Softwarelösungen zur unternehmensinternen Verwendung‘

Folgende Beispiel-Anwendung veranschauliche die Ausführungen aus Kapitel 11.2.5.5.1. Dabei wird wiederum auf eine detaillierte Betrachtung der Aufwandsseite verzichtet, da diese bereits mehrfach vorgenommen wurde. Es wird – wie auch in der Beispielanwendung aus Kapitel 11.2.5.4.2 pauschal von einer Projektrestlaufzeit von 6 Monaten ausgegangen. Dies führt wiederum zu $I = 0$ und $T = 1$.

Bei einer Teamgröße von 3 Mitarbeitern, prognostizierten Schulungsaufwendungen von 50 GE pro Mitarbeiter und Monat sowie Gehaltsaufwendungen von 4000 GE je Mitarbeiter und Monat ergibt sich über

$$-12 \cdot (g + A_{\text{Schulung}}) \cdot \text{team} \cdot \left(\sum_{i=0}^I \frac{i}{\max\{1, i\}} \cdot \frac{1}{(1+r)^{i-1}} + \frac{\left(\frac{M - 12 \cdot I}{12} \right)}{(1+r)^I} \right)$$

– wie bereits in Kapitel 11.2.5.4.2 – folgende Aufwandsprognose:

$$-12 \cdot 4050 \cdot 3 \cdot \left(\frac{6 - 12 \cdot 0}{(1+r)^0} \right) = 72900$$

Es wird nach einer Prozessanalyse von konstanten jährlichen Prozessverbesserungen (monetär bewertet) von 35000 GE ausgegangen, wobei das Softwareprodukt voraussichtlich 3 Jahre ($N = 3$) genutzt werden soll. Für Wartungs- und Weiterentwicklungsaufwendungen werden jährlich 4000 GE angesetzt. Der Kalkulationszinssatz betrage 3% (Rechenwert 0,03).

Es ergibt sich nachfolgende zeitliche Verteilung der Aufwands- und Ertragsprognose:

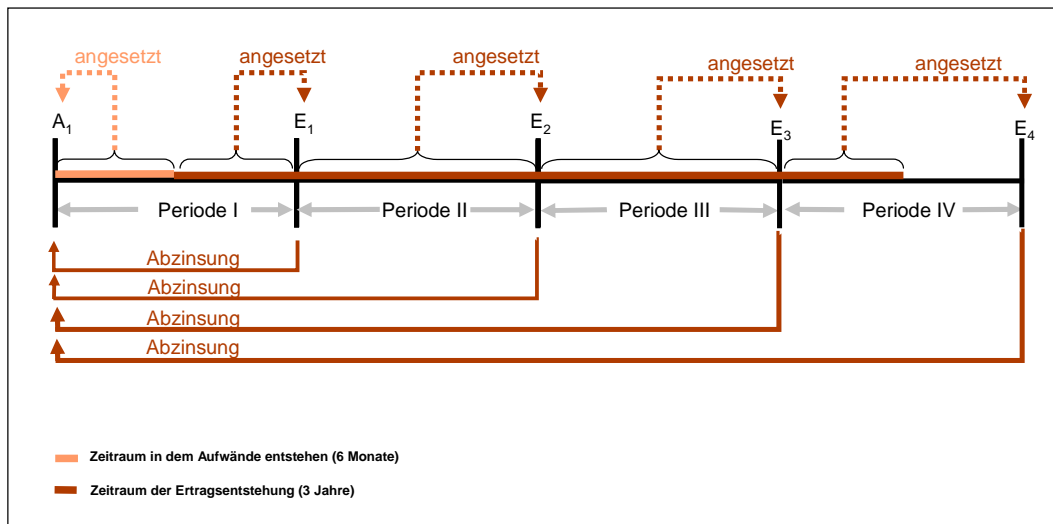


Abbildung 137: Zeitliche Verteilung der Aufwands- und Ertragsprognose

Nach

$$\begin{aligned}
 E = & \\
 (T - I) & \frac{U_T - WE_T - WA_T}{(1 + r)^T} \cdot \left(1 - \frac{M - 12 \cdot I}{12}\right) + \\
 \sum_{i=0}^{N-(T-I)} & \frac{i}{\max\{1, i\}} \cdot \frac{U_{(T+i)} - WE_{(T+i)} - WA_{(T+i)}}{(1 + r)^{(T+i)}} + \\
 \frac{U_{(T+N)} - WE_{(T+N)} - WA_{(T+N)}}{(1 + r)^{T+N}} & \cdot \left(\frac{M - 12 \cdot I}{12}\right)
 \end{aligned}$$

Ergibt sich ein Ertrag von ($E \approx 90000$) und ein Kapitalwert von ($C_0 \approx 17100$). Das Projekt sollte demnach weitergeführt werden.

12 Analyse von Erweiterungspotenzialen

Mit der Integration der Ertragsprognosemodelle für die identifizierten Softwarekategorien in Kapitel 11.2.5 sind die Ausführungen zu der in Kapitel 1.2 dargelegten Zielsetzung der Arbeit – nämlich der ein kennzahlenbasiertes, mehrstufigen Modells zur Entscheidungsunterstützung bei Entscheidungen über Projektabbruch oder Weiterführung eines Softwareentwicklungsprojektes zu entwickeln – abgeschlossen.

Jedoch sollen im Folgenden mögliche Erweiterungen des Modells hinsichtlich der strategischen Informationsauswertung sowie der Integration alternativer investitions-theoretischer Bewertungsmodelle dargestellt und hinsichtlich ihrer Eignung diskutiert werden. Die dahingehenden Ausführungen erheben nicht den Anspruch auf Vollständigkeit; es sollen lediglich Ansatzpunkte und grundsätzliche Anwendungsmöglichkeiten analysiert werden, ohne ins Detail zu gehen.

Abgesehen von den hier ausführlich dargestellten Erweiterungsmöglichkeiten, sei auch auf die technische Umsetzungsmöglichkeit des hier entwickelten Modells in einem Projektbewertungs-Tool verweisen. In einem derartigen Tool – das auch webbasiert umgesetzt werden könnte – sollte der hier abgebildete Entscheidungsprozess durch gezielte Benutzerführung für den Anwender vereinfacht werden. Auch wäre die Berechnung verschiedener Szenarien auf Basis einer Veränderbarkeit der zugrunde liegenden Kennzahlenwerte – beispielsweise über Schieberegler – denkbar. Dies scheint insofern sinnvoll, als die in Kapitel 8.4 dargestellte 3-Fach-Rechnung für verschiedene Szenarien in der Praxis weit verbreitet ist. Zudem könnte die nachfolgend dargestellte mehrdimensionale Visualisierung in einem entsprechenden Tool umgesetzt werden, um Verbesserungspotenziale aufzuzeigen. Eine derartige Möglichkeit der Modellvisualisierung wird im nächsten Kapitel 12.1 ausführlich dargestellt.

12.1 Mehrdimensionale Modell-Visualisierung als Grundlage für die Strategieentwicklung

Im Folgenden soll die grundsätzliche Eignung des Modells für die Generierung von Informationen über den Status Quo der betrachteten Projektorganisation, die Identifizierung von Potenzialen und die Ableitung strategischer Zielsetzungen analysiert werden. Dabei soll vor allem auf Möglichkeiten einer graphischen Visualisierung der Ergebnisse entlang verschiedener Erkenntnisperspektiven eingegangen werden, welche im Rahmen einer IT-gestützten Modellanwendung realisiert werden könnten.

Die folgenden Ausführungen lehnen sich an das Konstrukt der Balanced Scorecard an, welches als wesentliches Managementinstrument zur strategischen Ausrichtung von Unternehmen bewertet werden muss. Jedoch soll dabei lediglich die Grundidee der Balanced Scorecard aufgegriffen werden und für den hier untersuchten Projekt-Kontext abgewandelt angewandt werden.

*„Mit der Balanced Scorecard haben Robert S. Kaplan und David P. Norton ein strategisches Managementinstrument entwickelt, mit dessen Hilfe die Unternehmensmission und -strategie in präzise Kennzahlen umgewandelt werden kann. So drückt die Balanced Scorecard die gemeinsame **Vision einer Organisation** aus.“¹¹⁹³*

Die im Zitat angesprochene „Vision einer Organisation“ in ihrer Gesamtheit kann analog auf den Mikrokosmos „Projekt“ übertragen werden. „Vision“ kann dabei in verschiedener Hinsicht interpretiert werden; soll im Folgenden jedoch im Sinne eines konkreten Zielsystem für die erfolgreiche Umsetzung des bereits laufenden sowie nachfolgender Projekte verstanden werden. Es wird somit ein Lern- und Weiterentwicklungseffekt im Teilbereich Projektmanagement angestrebt. Dabei sollen auf Basis der in das Modell integrierten Kennzahlen *Lags* zwischen IST- und SOLL-Werten identifiziert und visualisiert werden. Darauf aufbauend können Potenziale ermittelt und in langfristige Strategien umgewandelt werden.

¹¹⁹³ Boersch/Elschen (2007) in einer Zusammenfassung der Arbeit von Kaplan/Norton (1997a)

Die klassische Balanced Scorecard betrachtet das Unternehmen und dessen Umfeld nach vier Perspektiven:

*„Die finanziellen Kennzahlen des traditionellen Rechnungswesens werden um weitere Kennziffern zur Steuerung der Ressourcen und für die Prozesse im Unternehmen ergänzt. Dazu berücksichtigen Kaplan und Norton neben dieser **finanziellen Perspektive** die **interne Perspektive**, die **Kundenperspektive** sowie die **Lern- und Wachstumsperspektive**.“¹¹⁹⁴*

In einer Kurzdarstellung werden diese vier Perspektiven bei LEHNER wie folgt beschrieben:

- **„Kundenperspektive:** Wie sollten wir dem Kunden gegenüber erscheinen, um unsere Vision zu erfüllen?
- **Finanzwirtschaftliche Perspektive:** Wie sollten wir uns gegenüber dem Anteilseigner präsentieren, um finanziell erfolgreich zu sein?
- **Interne Geschäftsprozesse:** In welchen Geschäftsprozessen müssen wir exzellent sein, um unsere Anteilseigner und Kunden zufriedenzustellen?
- **Perspektive des Lernens und des Wachstums:** Wie können wir unsere Fähigkeit zur Erneuerung und Verbesserung nachhaltig entwickeln, um unsere Vision zu erfüllen?“¹¹⁹⁵

Dabei enthalten einzelne Perspektiven des klassischen Konzeptes Elemente, die auch für die Modellbildung dieser Arbeit – vor dem Hintergrund der hier verfolgten Zielsetzung – aufgegriffen wurden. Beispielsweise wurde für die Kategorie ‚*Kommerzielle Software*‘ sowie ‚*Software als Teil eines Absatzgutes*‘ die Conjoint-Analyse zur Ermittlung von Kundenanforderungen und Marktanteilen ausgewählt. Dies entspricht der, in der **Kundenperspektive** angestrebten, Identifikation von Kundenwünschen in den Zielsegmenten um dann ein entsprechendes Wertangebot für die Kunden entwickeln zu können.¹¹⁹⁶ Diese Identifikation und kennzahlengestützte Abbildung der Kundenanforderungen über Marktforschungsinstrumente geht einher

¹¹⁹⁴ Boersch/Elschen (2007) in einer Zusammenfassung des Arbeit von Kaplan/Norton (1997a)

¹¹⁹⁵ Lehner (2000), S.316 für die Aufzählung basierend auf Kaplan/Norton (1997b)

¹¹⁹⁶ Vgl. Kaplan/Norton (1997a), S.141

mit der Identifikation neuer Prozesse, „die ein Unternehmen zur Erreichung optimaler Kundenzufriedenheit einleiten muss.“¹¹⁹⁷ Diese Prozessidentifikation wird bei KAPLAN/NORTON der **internen Perspektive** zugeordnet.¹¹⁹⁸ Rentabilitätskennzahlen, beispielsweise der ROI, werden bei KAPLAN/NORTON der **finanziellen Perspektive** zugeordnet, während Mitarbeiterpotenziale, beispielsweise Möglichkeiten zur Produktivitätssteigerung, der **Lern- und Entwicklungsperspektive** zugeordnet werden.¹¹⁹⁹

Auch das hier gebildete Entscheidungsmodell erhebt je nach Anwendungsstufe unterschiedlich detaillierte Kennzahlen, welche unterschiedliche Blickwinkel auf das Projekt, dessen Ertragspotenziale, Kosten- und Ressourcensituation erlauben. Zur Ableitung strategischer Maßnahmen zur Verbesserung der Projektarbeit, können diese hinsichtlich der einzelnen Perspektiven aufgeteilt und getrennt analysiert werden. Eine Gegenüberstellung zu Standardwerten – wie sie in dieser Arbeit in den jeweiligen Kapiteln vorgenommen wurde – kann als Benchmark dienen und *Lags* bzw. daraus resultierende Potenziale aufzeigen. Wichtig ist hierbei, dass eine Darstellung, welche dem Balanced Scorecard Modell nachempfunden ist, kein Kennzahlensystem im engeren Sinne darstellt, sondern die daraus abgeleiteten ganzheitlichen Strategien im Vordergrund stehen.

Eine Strukturierung kann beispielsweise nach folgenden Perspektiven erfolgen, welche – aufgrund des unterschiedlichen Betrachtungsgegenstandes – zwar in Anlehnung, jedoch nicht in Übereinstimmung mit den Perspektiven der klassischen Balanced Scorecard kategorisiert wurden. Diese Kategorisierung baut auf den im Modell verwendeten Kennzahlen auf, ist jedoch lediglich als Beispiel zu betrachten; sie kann individuell angepasst werden. Auch die graphische Darstellung wird an die der klassischen Balanced Scorecard angelehnt, jedoch inhaltlich sowohl hinsichtlich der Betrachtungsperspektiven als auch des Betrachtungsgegenstandes verändert.

¹¹⁹⁷ Kaplan/Norton (1997a), S.141

¹¹⁹⁸ Vgl. Kaplan/Norton (1997a), S.141

¹¹⁹⁹ Vgl. Kaplan/Norton (1997a), S.140-142

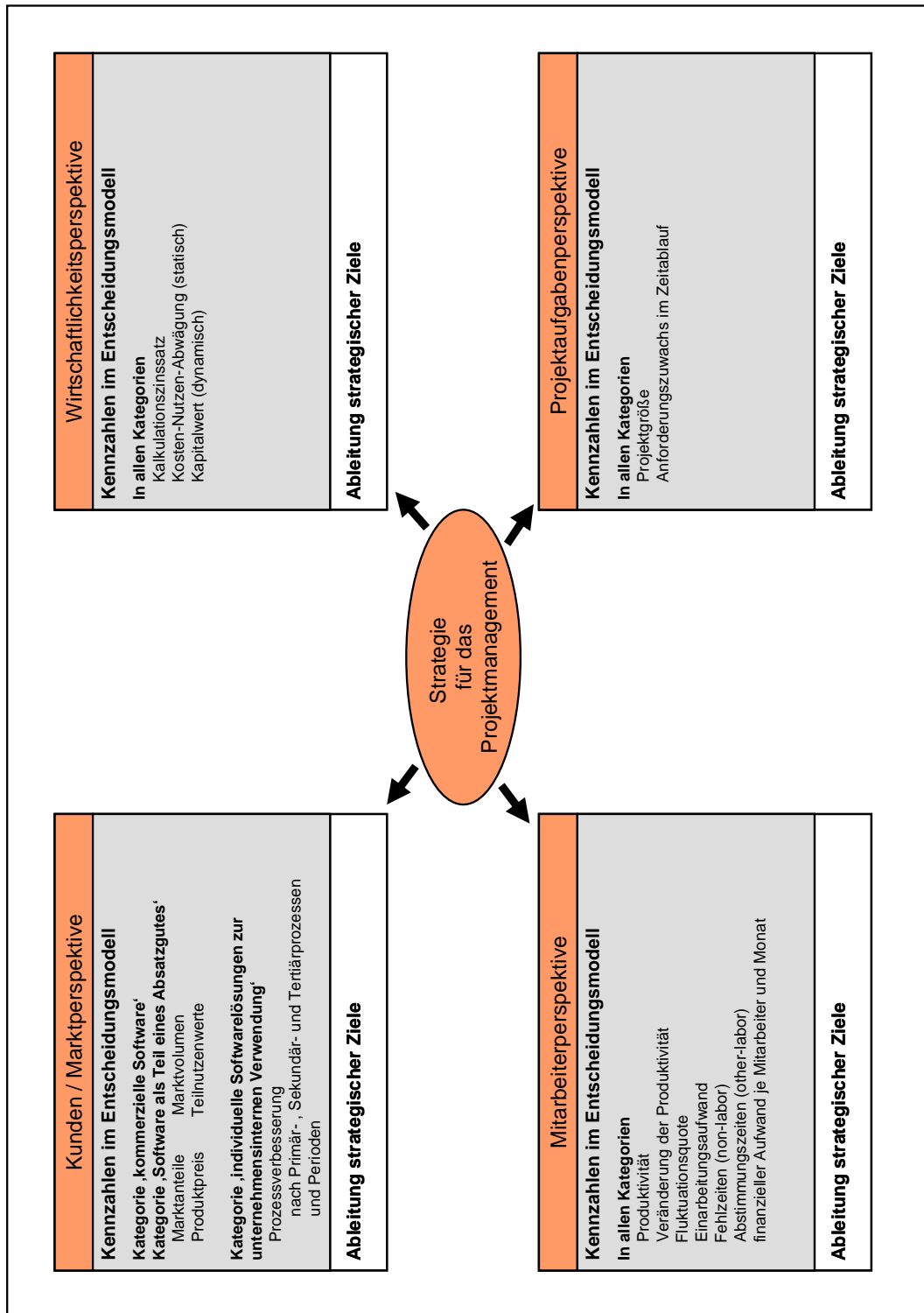


Abbildung 138: Aufteilung der Informationsbasis des Entscheidungsmodells in vier Perspektiven, angelehnt an das Balanced Scorecard Modell nach KAPLAN/NORTON(1997b), S.9

Innerhalb einer Perspektive können – wie oben bereits erwähnt – die bereits für die Modellbildung ausgewerteten Kenngrößen zur Identifikation von Weiterentwicklungspotenzialen genutzt werden. Nachfolgende Graphik verdeutlicht dies beispielhaft für die **Mitarbeiterperspektive**. Dabei wird jeweils die Kennzahlensprachung beim betrachteten Projekt Vergleichswerten aus Literatur, Studien und Statistiken gegenübergestellt. In den einzelnen Kapiteln wurden in dieser Arbeit jeweils Hinweise zu existierenden Standardwerten gegeben.

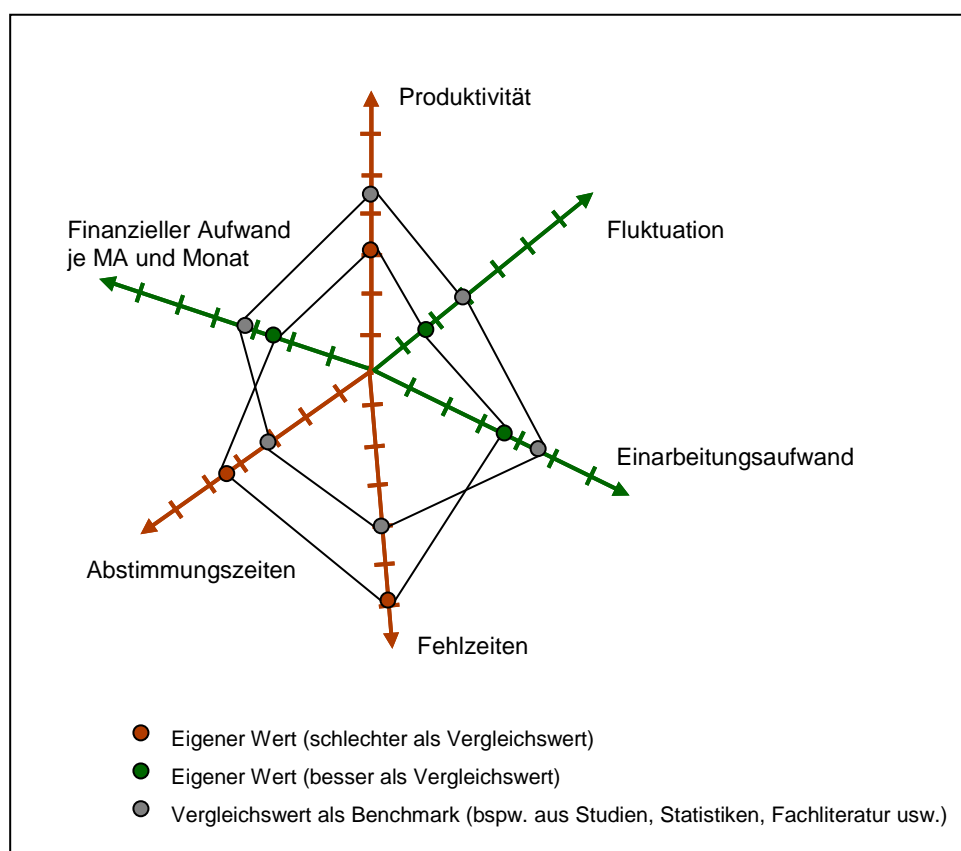


Abbildung 139: Detailbetrachtung Mitarbeiterperspektive.

Dabei wurden die Achsen, an denen die Kennzahlensprachung im betrachteten Projekt besser war als ein Vergleichswert, grün markiert, diejenigen Achsen, bei denen der Vergleichswert besser war, rot.

Jedoch soll auch diese Detailbetrachtung nur als Ansatzpunkt für eine graphische Visualisierung dienen.

12.2 Erweiterungspotenziale durch investitionstheoretische Modelle

12.2.1 Die Sichtweise einer Abbruchentscheidung als mehrstufiges Entscheidungsproblem unter Unsicherheit

Im hier entwickelten Modell wurden die jeweiligen Ausprägungen der in das Modell integrierten Kenngrößen als Erfahrungswerte gesehen und daher als Erwartungswerte für künftige Entwicklungen in die Prognosen als Festwerte integriert. Diese Vorgehensweise wurde gewählt, um ein Modell zu entwickeln, das in der praktischen Projektarbeit ohne hohen Zusatzaufwand für das Modellverständnis und die Bewertung der eingehenden Kenngrößen eingesetzt werden kann. Die darin einfließenden Größen sollten auf klar definierten und anhand wesentlicher Projektrisiken ausgewählten Erfahrungswerten beruhen, um die psychologisch schwierige Entscheidung über Projektabbruch transparent zu machen. Auf die Integration von Risikoverteilungen, die in der Regel nur subjektiv abgeschätzt werden könnten, wurde verzichtet, um das Modell bestmöglich auf objektiv nachvollziehbaren Kenngrößen aufzubauen.

Durch dieses Vorgehen wurden Unsicherheitsbetrachtungen weitgehend ausgeklammert. Wird diese „Quasi-Sicherheit“ im hier entwickelten Modell jedoch aufgegeben, muss eine Projektabbruchentscheidung als „mehrstufiges Entscheidungsproblem unter Unsicherheit“¹²⁰⁰ gesehen werden.

HUBNER führt dazu aus:

„Gibt man die Annahme der Sicherheit in der Situation der Abbruchentscheidung für ein laufendes F&E-Projekt auf, tritt als wesentliches Merkmal die Veränderung des Informationsstandes in Bezug auf dieses Projekt und damit der mehrstufige Charakter der Abbruchentscheidung in den Vordergrund. Da die Informationsdynamik in einem bestimmten Zeitpunkt noch nicht abgeschlossen sein wird, hat die in diesem Zeitpunkt zu treffende Entscheidung auch die Möglichkeit zu berücksichtigen, daß bei einer zukünftigen Änderung des Informationsstandes auch zu einem späte-

¹²⁰⁰ Vgl. Hubner (1996), S.194

ren Zeitpunkt abgebrochen werden könnte. Die Abbruchentscheidung wird damit zur Wahl zwischen den Alternativen ‚Weiterführung eines Projektes bis zum nächsten Entscheidungszeitpunkt‘ und ‚sofortiger Abbruch‘. Aus entscheidungstheoretischer Sicht handelt es sich um ein mehrstufiges Entscheidungsproblem unter Unsicherheit.¹²⁰¹

HUBNER beschäftigte sich dabei mit investitionstheoretischen Modellen, welche diese Unsicherheit in Abbruchentscheidungen integrieren. Dabei betrachtet er bestehende Modelle zur Stopp-Problematik in Projekten. *„Das methodische Instrumentarium dieser aus analytischer Sicht eher komplizierten Modelle bilden in erster Linie die Theorie stochastischer Prozesse, die Verfahren der dynamischen Optimierung und die mathematische Stopp-Theorie.“*¹²⁰² Jedoch schränkt auch HUBNER bereits ein, dass diese Modelle zwar aus mathematischer Sicht anspruchsvoll sind, *„für eine Anwendung in der Praxis [jedoch] eher ungeeignet erscheinen.“*¹²⁰³ Exemplarisch soll hier aus den von ihm dargestellten Modellen das **Modell von Henke** im Folgenden überblickhaft dargestellt und diskutiert werden. Dies ist als noch „relativ einfach“¹²⁰⁴ zu werten und scheint daher für einen Einsatz in der praktischen Projektarbeit am ehesten geeignet.

In Kapitel 6.3.3 entwickelt HUBNER ein eigenes Bewertungskonzept auf Basis des **Realloptionenansatzes**. Der Realloptionenansatz wird dabei auch in weiterer Literatur als Bewertungsansatz aufgegriffen und wiederum mit mathematischen Theorien – wie der **Optimal Stopping Theorie** – verknüpft. Diese Modelle sollen hier nicht in detail dargestellt werden, da dies nicht mehr der Zielsetzung dieser Arbeit entspricht und auch als Erweiterungspotenziale im Sinne einer praktischen Anwendbarkeit des Modells nicht geeignet erscheinen. Es wird auf die entsprechende Literatur – beispielsweise für das Bewertungskonzept von HUBNER auf HUBNER(1996), Kapitel 6.3, für die mathematische Verknüpfung der Optimal Stopping Theorie mit dem Realloptionenansatz beispielsweise auf VOLLERT(2003) – verwiesen. In Kapitel

¹²⁰¹ Hubner (1996), S.194 für das gesamte Zitat

¹²⁰² Hubner (1996), S.195

¹²⁰³ Hubner (1996), S.195

¹²⁰⁴ Hubner (1996), S.197

12.2.3 soll jedoch auf die grundsätzliche Eignung von Realoptionen als Bewertungsgrundlage für den praktischen Einsatz in laufenden Projekten eingegangen werden.

12.2.2 Das Modell nach Henke

12.2.2.1 Darstellung des Modells

Wie im vorangegangenen Kapitel 12.2.1 ausgeführt, soll das Stopp-Modell nach HENKE hier überblickhaft dargestellt und als mögliche Erweiterung des hier entwickelten Mehrstufen-Modells diskutiert werden. Dabei wird das Modell nur in den, für eine Eignungsanalyse notwendigen, Ausschnitten dargestellt. Für das gesamte Modell sei auf HENKE(1972) verwiesen.

Das Modell geht in seiner Grundform von folgenden Annahmen aus:¹²⁰⁵

- (1) „Aus einem laufenden, kritisch gewordenen Forschungs- oder Entwicklungsprojekt sind über N noch folgende Perioden i , $i=1,2,\dots,N$, Gewinne bzw. Kosten Y_i zu erwarten. $i = N$ gibt also die Periode an, in der das fertige Projekt (Produkt) aus dem Produktionsprozess ausscheidet. Die Y_i sind unabhängig verteilt mit $P\{Y_i \leq y\} = F_i(y)$. Die Zahlung von Gewinnen oder Kosten erfolgt jeweils am Periodenbeginn.
- (2) Der Nutzen(Wert) von j Kapitaleinheiten ist $u_i(j)$, wenn das Projekt vor der i -ten Periode gestoppt wird. Für den Gegenwartswert muß noch die Diskontierung des Nutzens mit $\rho(1) \cdot \rho(2) \cdot \dots \cdot \rho(i-1)$ berücksichtigt werden.
- (3) Zu Beginn der Betrachtung bei $i=1$ stehen $j=j(1)$ Kapitaleinheiten zur Verfügung. Fehlendes oder überflüssiges Kapital kann sofort in den bzw. aus dem Etat des Gesamtunternehmens transferiert werden, und das Kapital vermehrt sich von Anfang bis Ende der Periode mit dem Faktor $z(i) \geq 1$.
- (4) Am Anfang jeder Periode $i \in \{1,2,\dots,N\}$ hat der Manager die Wahl, das Projekt vor dieser Periode abzubrechen ($a_i = 0$) oder das Projekt bis zur nächsten Periode fortzusetzen ($a_i = 1$). Dabei braucht die Entscheidung insbeson-

¹²⁰⁵ Henke (1972), S.42 zitiert nach Hubner (1996), S.197f. für die Annahmen

dere erst dann getroffen zu werden, wenn der Gewinn (Kosten) zu Beginn der i -ten Periode bekannt ist, also $Y_i = y = \text{const}$.

„Der Erwartungswert des Kapitalwerts, wenn $j(i) = j$ Kapitaleinheiten zur Verfügung stehen und $i-1$ Perioden vorüber sind, wird allgemein als Prozesswert F_j^i bezeichnet.“¹²⁰⁶

Die Ermittlung von F_j^i basiert auf dem Bellman'schen Optimalitätsprinzip, welches die Grundlage für die Zerlegung des mehrstufigen Entscheidungsproblems liefert. Demnach weist eine optimale Politik die Eigenschaft auf, dass unabhängig von der Erstentscheidung alle weiteren Entscheidungen ausgehend von einem Resultatszustand getroffen werden. Mathematisch resultiert daraus eine Rekursion.¹²⁰⁷

Die F_j^i für die einzelnen Perioden errechnen sich beim Modell nach HENKE wie folgt:

$$F_j^{(i)} = E \left\{ \text{MAX} \left(\rho(i) F_{(j+Y_i)z(i)}^{(i+1)}, u_i(j) \right) \right\} \quad i = 1, \dots, N$$

Formel 46: Die Bestimmung der Prozesswerte beim Modell nach HENKE¹²⁰⁸

Das Projekt ist dann abzurechnen, „wenn der Nutzen $u_i(j)$ des zu Beginn der i -ten Periode verfügbaren Kapitals j größer als der abgezinste Prozeßwert zu Beginn der $(i+1)$ -ten Periode ist.“¹²⁰⁹

Auf Erweiterungen des Modells hinsichtlich voneinander abhängiger Y_i – „in diesem Fall spricht man allgemein von Mankrov-Stopp-Prozessen“¹²¹⁰ – soll in dieser Arbeit nicht eingegangen werden.

¹²⁰⁶ Hubner (1996), S.198 basierend auf Henke (1972)

¹²⁰⁷ Hubner (1996), S.197 basierend auf Bellman (1957), S.83 für die letzten beiden Sätze

¹²⁰⁸ Henke (1972), S.43ff. zitiert nach Hubner (1996), S.198

¹²⁰⁹ Hubner (1996), basierend auf Henke (1972)

¹²¹⁰ Hubner (1996), S.200

HUBNER vereinfacht das Modell durch folgende Annahmen:

Annahme 1:

$\rho(i)z(i) = 1$, d.h. „die den Abzinsungsfaktor $\rho(i)$ bestimmenden Kalkulationszinsätze sind jeweils gleich den in der Verzinsung $z(i)$ zum Ausdruck kommenden Opportunitätskosten“.¹²¹¹

Annahme 2:

$u_i(j) = j$, d.h. es wird von einer linearen, homogenen Nutzenfunktion in Bezug auf das Kapital ausgegangen, die über den gesamten zeitlichen Verlauf als konstant angenommen werden.¹²¹²

Zudem **definiert** HUBNER $f_j^{(i)}$ als Nettoprozesswert als:¹²¹³

$$f_j^{(i)} = F_j^{(i)} - u_i(j)$$

Davon ausgehend wird Formel 46 wie folgt vereinfacht:¹²¹⁴

$$f(i) = E\{\text{MAX}(Y_i + \rho(i)f(i+1), 0)\}$$

„Das Projekt ist demnach dann abzubrechen, wenn der Periodengewinn Y_i kleiner als der abgezinste negative Nettoprozesswert zu Beginn der $(i+1)$ -ten Periode ist“.

Es ergibt sich folgende **Abbruchregel**:¹²¹⁵

Projektabbruch, wenn $Y_i \leq -\rho(i)f(i+1)$.

¹²¹¹ Hubner (1996), S.199

¹²¹² Hubner (1996), S.199

¹²¹³ Hubner (1996), S.199 für die Berechnung

¹²¹⁴ Hubner (1996), S.199 für die Vereinfachung

¹²¹⁵ Hubner (1996), S.199 für die vereinfachte Abbruchregel

Folgendes bei HUBNER gegebene **Beispiel** veranschauliche die Ausführungen:

„Ein laufendes F&E-Projekt weist bis zu seinem planmäßigen Ende noch eine Laufzeit von fünf Perioden auf. Die zu Beginn der Periode i erfolgenden Realisationen y_i der zufälligen Periodengewinne Y_i treten mit den Wahrscheinlichkeiten $P_i(y_i)$ auf [...]. Angenommen wird weiters

$\rho(i)z(i) = 1$ und $u_i(j) = j$, wobei $\rho(i) = \rho = 0,9$.“¹²¹⁶

i=1		i=2		i=3		i=4		i=5	
$P_1(y_1)$	y_1	$P_2(y_2)$	y_2	$P_3(y_3)$	y_3	$P_4(y_4)$	y_4	$P_5(y_5)$	y_5
0,5	-4	0,6	-6	0,5	5	0,8	15	0,9	30
0,5	-6	0,4	-22	0,2	-20	0,2	-10	0,1	-5
				0,3	-35				

Tabelle 45: Datengrundlage des Anwendungsbeispiels¹²¹⁷

Es ergeben sich entsprechend der rekursiven Modellierung folgende Nettoprozeszwerte.¹²¹⁸ Dabei ist zu beachten, dass durch die Annahme, dass eine Entscheidung erst dann getroffen werden muss, wenn die Gewinne bzw. Verluste der unmittelbar folgenden Periode dem Entscheider bekannt sind, ‚Verlustäste‘ nicht realisiert werden, sondern zum Projektabbruch führen.

$$f(5) = 0,9 \cdot 30 = 27$$

$$f(4) = 0,8 \cdot (15 + 0,9 \cdot 27) + 0,2(-10 + 0,9 \cdot 27) = 34,4$$

$$f(3) = 0,5 \cdot (5 + 0,9 \cdot 34,3) + 0,2(-20 + 0,9 \cdot 34,4) = 20,11$$

$$f(2) = 0,6 \cdot (-6 + 0,9 \cdot 20,11) = 7,26$$

Wird somit zu Beginn der ersten Periode ein Projektabbruch erwogen, steht für diese Periode annahmegemäß der Ertrag/Aufwand bereits fest. Dieser wird als -6 (entspr. Y_1) angenommen.

¹²¹⁶ Hubner (1996), S.199

¹²¹⁷ Entnommen aus Hubner (1996), S.200

¹²¹⁸ Hubner (1996), S.200 für die Berechnung

Demnach wäre, falls

$Y_i \leq -\rho(i) f(i+1)$ (eingesetzt: $-6 \leq -0.9 f(2)$) erfüllt ist, ein Projektabbruch angezeigt. Da dies nicht erfüllt ist, ist das Projekt zumindest um eine Periode weiterzuführen.

12.2.2.2 Diskussion der Eignung als Erweiterungsmöglichkeit

Eignung der Modellstruktur für Softwareentwicklungsprojekte

Das Modell von HENKE kann bei Betrachtung seiner Grundstruktur weitgehend **projektartunabhängig** angewandt werden. Die Abbildung der Entscheidungsfindung über verschiedene Entscheidungspunkte entlang des Projektverlaufs entspricht der Sichtweise dieser Arbeit, da auch hier in Kapitel 4.5 mögliche Entscheidungspunkte bei Softwareentwicklung nach iterativen Modellen definiert wurden. Auch die Annahme, dass mit Fortschreiten des Projektes **zusätzliche Informationen** vorliegen und vor allem unmittelbar kommende Aufgaben hinsichtlich ihrer Aufwandswirkung gut abgeschätzt werden können, kann für Softwareentwicklungsprojekte aufrechterhalten werden.

Problematisch ist jedoch die **Gestaltung der Abzinsung** im Modell nach HENKE. Zwar wird im Modell jeweils von ‚Perioden‘ gesprochen, diese müssen jedoch als **Jahresfristen** interpretiert werden. Entscheidungspunkte werden jeweils zum Ende einer Periode bzw. zu Beginn der nächsten Periode gesehen, wodurch sich Abzinsungsregeln relativ leicht integrieren lassen. Diese Jahreseinteilung muss für langfristige Investitionsprojekte – auch für die bei HUBNER betrachteten langfristigen F&E-Projekte – als sinnvoll erachtet werden. Für Softwareentwicklungsprojekte, welche – wie bereits mehrfach ausgeführt – in der Regel durch **kurze Projektlaufzeiten** z.T. unter einem Jahr gekennzeichnet sind, müssten jedoch unterperiodige Entscheidungspunkte – mit entsprechender Anpassung der Abzinsung – definiert werden. Es muss davon ausgegangen werden, dass eine **individuelle Modellanpassung** an die spezifischen Projektgegebenheiten und Entscheidungspunkte in konkreten Projektsituationen für die projektdurchführenden Unternehmen nicht, oder nur mit Schwierigkeiten möglich ist.

Analyse des Informationsbedarfs

Prinzipiell bildet das Modell von HENKE bzw. das zugrunde liegende Bellman'sche Optimalitätsprinzip¹²¹⁹ den Entscheidungsprozess in einem Projekt dahingehend realitätsnah ab, dass eine Weiterführungsentscheidung nur als **vorläufige Entscheidung** – bis zum nächsten Entscheidungspunkt – interpretiert werden kann. Das Modell geht in seinen Prämissen davon aus, dass eine Entscheidung erst dann getroffen werden muss, wenn die Aufwände/Erträge der unmittelbar der Entscheidung folgenden Periode **bekannt** sind. Diese Annahme kann dahingehend für die Praxis bei Softwareentwicklungsprojekten **nicht erfüllt** werden, da – wie oben bereits ausgeführt – das Modell implizit von Jahreszeitfristen als Perioden ausgeht und sichere Aufwands- oder Ertragsprognosen für ein gesamtes Jahr ab Entscheidungspunkt in der Regel nicht möglich sind. Die Annahme der Sicherheit muss somit aufgegeben werden – jedoch kann eine gute Abschätzbarkeit auf Basis vergangenheitsbezogener Projektdaten angenommen werden.

Als sehr problematisch muss jedoch die Notwendigkeit einer **detaillierten Aufschlüsselung** der zu schätzenden Aufwände und Erträge für alle weiteren Phasen erachtet werden, vor allem dann, wenn diese Phasen entsprechend des Softwareentwicklungsprozesses kürzer definiert werden. Insbesondere die notwendige Ergänzung mit **Eintrittswahrscheinlichkeiten** bietet Raum für subjektive Vermutungen, weshalb in dieser Arbeit auf die explizite Abschätzung von Eintrittswahrscheinlichkeiten und deren Integration in das Mehrstufen-Modell abgelehnt wurde.

Bei einer entsprechenden Anpassung der Entscheidungspunkte an die Entscheidungspunkte entlang des Softwareentwicklungsprozesses, kann eine Integration von Eintrittswahrscheinlichkeiten für verschiedene Szenarien jedoch die Möglichkeit geben, **phasenspezifische Risikozuschläge** zu erheben. Dies kann individuell erfolgen, beispielsweise für späte Projektphasen in denen Test-Aktivitäten im Vordergrund stehen. Derartige Risikozuschläge sind im hier entwickelten Entscheidungsmodell in Hinblick auf eine praktische Anwendbarkeit nicht vorgesehen, können jedoch als sinnvoll erachtet werden.

¹²¹⁹ Hubner (1996) in Zusammenfassung von Bellman (1957)

Abschließende Bewertung

Grundsätzlich folgt diese Arbeit der Auffassung von HUBNER, dass derartige Modelle aufgrund ihrer Komplexität „für eine Anwendung in der Praxis eher ungeeignet erscheinen.“¹²²⁰ Zudem muss die Struktur des Modells als zu starr für die Kurzlebigkeit in der Softwareentwicklungsbranche gewertet werden. Auch muss eine explizite Aufteilung der Aufwände und Erträge auf Perioden in Verbindung mit der Festlegung von Eintrittswahrscheinlichkeiten für verschiedene Szenarien kritisch gesehen werden.

Somit wird die Grundidee des Modells zwar als geeignet zur Abbildung von Projektabbruchentscheidungen gesehen, eine Anwendung in der Praxis für bereits laufende Softwareentwicklungsprojekte jedoch als schwierig erachtet.

12.2.3 Analyse von Realoptionen als Bewertungskonzept für die Softwareentwicklungs-Praxis

In zahlreichen Arbeiten zu Bewertungsverfahren wird derzeit auf die Bedeutung der Bewertung von Investitionen unter Berücksichtigung entstehender Handlungsalternativen hingewiesen. „In Anbetracht des durch beschleunigte Veränderungen und erhöhte Unsicherheit gekennzeichneten Unternehmensumfelds werden die traditionellen Verfahren zunehmend als nicht mehr zeitgemäß angesehen.“¹²²¹ Daher soll im Folgenden eine Erweiterungsmöglichkeit des hier entwickelten Modells durch die Berücksichtigung von Realoptionen analysiert werden. Dabei soll jedoch nicht das Modell in seiner Gesamtheit und seinen Anwendungsvarianten dargestellt werden, da auch dies nicht mehr der Zielsetzung dieser Arbeit entspricht. Vielmehr sollen die Grundidee des Realoptionenansatzes erläutert, die Eignung für die Softwareentwicklungsbranche diskutiert und aktuelle empirische Befunde zum Praxiseinsatz dargestellt werden.

¹²²⁰ Hubner (1996), S.195

¹²²¹ Borison (2001), S.7

12.2.3.1 Die Grundidee des Realoptionenansatzes

Derzeit wird in der Literatur kritisch angemerkt, dass die häufig eingesetzten Verfahren, welche mit diskontierten Zahlungsströmen arbeiten – wie auch die Kapitalwertmethode –, für Fälle mit geringer Flexibilität und Unsicherheit konzipiert wurden.¹²²² Da die Zahlungsströme risikobehaftet sind, somit bei detaillierter Betrachtung Zufallsvariablen darstellen, wird im Sinne einer praktischen Anwendbarkeit häufig – wie auch in dieser Arbeit – zum Erwartungswert übergegangen.¹²²³ In der Praxis werden diese Verfahren oftmals über den anzuwendenden Kalkulationszinssatz ‚justiert‘. Unternehmen „führen beispielsweise hohe Mindestrenditen ein, die das nicht näher spezifizierte Risiko widerspiegeln sollen. Des Weiteren werden Synergieprämien für ebenfalls nicht näher spezifizierte Chancen addiert.“¹²²⁴

Dem steht – wie einleitend bereits erwähnt - die Grundidee des Realoptionenansatzes gegenüber, welcher eine Berücksichtigung von durch das Projekt bedingten Handlungsspielräumen im Bewertungskalkül fordert.

Investitionen, die Handlungsspielräume beinhalten, werden analog zu Optionsanleihen interpretiert: „Sie setzen sich aus einer ‚Basisinvestition‘ (der Investition ohne Handlungsspielräume, ähnlich einer Anleihe) und Handlungsspielräumen zur Nutzung von Chancen oder Abwehr von Risiken (als ein Recht, aber ohne Verpflichtung zu diesen Handlungen, und damit ähnlich einer Option) zusammen.“¹²²⁵ Wird die Kapitalwertmethode als Bewertungsmethode verwendet, wird lediglich der Wert der Basisinvestition erfasst (passiver Kapitalwert¹²²⁶), der Wert der dadurch resultierenden Handlungsspielräume jedoch vernachlässigt.¹²²⁷ Es wird somit die Berechnung eines erweiterten Kapitalwerts gefordert, welcher sich wie folgt zusammensetzt:

¹²²² Vgl. Borison (2001), S.8

¹²²³ Vgl. Stückel (2001), S.238

¹²²⁴ Borison (2001), S.8

¹²²⁵ Meise (1998), S.46

¹²²⁶ Meise (1998), S.46

¹²²⁷ Vgl. Meise (1998), S.46

Erweiterter Kapitalwert = Passiver Kapitalwert + Wert von Handlungsspielräumen**Abbildung 140: Erweiterter Kapitalwert**¹²²⁸

Problematisch ist dabei jedoch, dass die „Voraussetzung für die Bestimmung des Optionswertes [...] die Kenntnis der möglichen Entwicklungen des der Option zugrunde liegenden Basiswertes ist.“¹²²⁹ Anders als bei an der Börse gehandelten Vermögensgegenständen, tritt bei Realoptionen das Problem auf, dass Optionen auf ungewissen Zahlungsströme zu bewerten sind, für die kein direkter Marktpreis festgestellt werden kann.¹²³⁰ Da jedoch die Optionsbewertung eine Kenntnis der möglichen Entwicklung voraussetzt, müssen diese Größen gesondert bestimmt werden. Dafür bietet sich die Möglichkeit, nach einem an der Börse gehandelten Objekt zu suchen, welches perfekt mit der Realinvestition korreliert, oder sich über kapitalmarkttheoretische Modelle an die gesuchten Werte anzunähern.¹²³¹

Bei STICKEL wird speziell für Softwareentwicklungsprojekte ausgeführt, dass es sehr unwahrscheinlich ist, dass ein derartiges ‚marktgängiges‘ Gut existiert, welches die Rückflüsse des Softwareentwicklungsprojektes exakt repliziert.¹²³² „Dann muss Risikoaspekten erneut im Rahmen der Schätzung von Diskontierungsfaktoren bzw. Risikoprämien Rechnung getragen werden. In diesem Fall benötigen sowohl Kapitalwertmethode als auch Realoptionenansatz im Wesentlichen die gleichen Daten.“¹²³³

STICKEL wendet in seinem Artikel „Einsatz der Optionspreistheorie zur Bewertung von Softwareentwicklungsprojekten“ ein relativ einfaches Binomialmodell auf ein Abbruch-Problem bei einem Softwareentwicklungs-Pilotprojekt an. Das Beispiel soll an dieser Stelle nicht wiedergegeben werden – es sei auf STICKEL(2001), S.232-238 verwiesen. Wesentlich dabei ist, dass auch beim Realoptionenmodell für Projektabbruchentscheidungen von einer schrittweise Verbesserung des Informationsstands

¹²²⁸ Vgl. Meise (1998), S.46

¹²²⁹ Hubner (1996), S.241

¹²³⁰ Vgl. Hubner (1996), S.242

¹²³¹ Vgl. Hubner (1996), S.242 und die dort angegebene Literatur.

¹²³² Vgl. Stickle (2001), S.239

¹²³³ Stickle (2001), S.239

ausgegangen wird. In einem Zwei-Perioden-Modell kann die Erstinvestition als Kaufpreis der Call-Option interpretiert werden. Die Call-Option wird bei Eintreten des als günstig angenommenen Umweltzustands gegen Zahlung des Basispreises (für die Projektweiterführung) ausgeübt, verfällt andernfalls (bei einem Projektabbruch) ersatzlos.¹²³⁴

Während die Modellanwendung in ihrer Grundstruktur dabei auch für den Einsatz in der praktischen Projektarbeit geeignet scheint, stellt sich auch hier wiederum das Problem der Abschätzung der Zahlungsströme und deren Bewertung mit Eintrittswahrscheinlichkeiten. Wie bereits in Kapitel 12.2.2.2 zum Modell von HENKE ausgeführt, muss dieser detaillierte Informationsbedarf für die praktische Anwendung als problematisch gewertet werden. Die Prämisse, dass sich die Unsicherheit bis zur Fälligkeit der Option auflöst, somit zum Zeitpunkt der Optionsausübung Sicherheit über das eingetretene Szenario herrscht, kann – STICKEL zu Folge – zwar nicht in vollem Umfang angenommen werden – eine hohe Reduktion der Unsicherheit scheint aber gegeben.¹²³⁵

Bei der Definition von mehreren Entscheidungspunkten entlang des Projektverlaufs ergibt sich auch hier ein mehrstufiges Investitionsprojekt.

„Zu Beginn der Planungsphase ist eine Anfangsinvestition zu tätigen. Mit dieser Investition erwirbt man eine Call-Option auf die Rückflüsse des Projektes, wenn zu Beginn der Analyse-, Design-, bzw. Implementierungsphase weitere Investitionen getätigt werden. Insgesamt entsteht so eine Folge von Call-Optionen auf Call-Optionen, die man auch als Compound-Optionen bezeichnet.“¹²³⁶

Auf diese Optionen-Folge wird hier nicht detaillierter eingegangen. Es sei auf STICKEL(2001) verwiesen.

¹²³⁴ Vgl. Stickel (2001), S.234

¹²³⁵ Vgl. Stickel (2001), S.234 und die Ausführungen in Kapitel 12.2.2.2

¹²³⁶ Stickel (2001), S.239f.

12.2.3.2 Die Eignung für eine Anwendung in der praktischen Softwareentwicklung

Eine praktische Anwendung der Optionspreistheorie wird in der Literatur häufig als kritisch gesehen. Zur Frage des tatsächlichen „Rationalitätssicherungsbeitrags“¹²³⁷ vertreten beispielsweise PRITSCH/WEBER folgende Auffassung:

*„Zunächst ist festzuhalten, dass die Modellannahmen der Realloptionsmodelle in vielen Fällen nicht erfüllt sind, so dass unklar ist, in welchem Maße sich der Anwender dieser Modelle auf die Aussagen dieses Instruments verlassen darf. Hinzu kommt, dass aufgrund der inhärenten Unwägbarkeiten realer Investitionsvorhaben mit erheblichen Datenunschärfen zu rechnen ist, so dass sich die Frage stellt, welchen Wert überhaupt die Anwendung der präzisen Mathematik der Optionsforschung auf derart unpräzise Problemstellungen hat. Darüber hinaus sind die meisten Realloptionen viel komplexer als Finanzoptionen. In der Folge drohen sich die für das Management ohnehin schwer verständlichen mathematischen Strukturen weiter zu verkomplizieren, und es ist unklar ob sich in der Summe eine Verbesserung der Rationalität erreichen lässt oder nur eine **Scheinrationalität** vorgetäuscht wird.“*¹²³⁸

Demgegenüber hält SICKEL eine Berechnung der Optionswerte über ein einfaches Binomialmodell für Softwareentwicklungsprojekte – v.a. für Pilotprojekte mit negativem Kapitalwert – als durchaus geeignet. Ihm zu Folge erlaubt gerade die Einfachheit des Modells den Praxiseinsatz.¹²³⁹ Jedoch geht er nicht davon aus, dass die Realloptionentheorie mit weniger Daten auskommt als die klassische Kapitalwertmethode, da die Möglichkeit einer exakten Replikation der Projektrückflüsse durch einen gehandelten Titel als sehr unwahrscheinlich gewertet werden muss.¹²⁴⁰ Er sieht somit die Realloptionentheorie als geeignete Ergänzung zur Kapitalwertmethode, welche jedoch diese nicht ersetzt.¹²⁴¹

¹²³⁷ Vgl. Pritsch/Weber (2001), S.15

¹²³⁸ Vgl. Pritsch/Weber (2001), S.15 und die dort angegebenen Literatur

¹²³⁹ Vgl. Stickel (2001), S.247

¹²⁴⁰ Vgl. Stickel (2001), S.248

¹²⁴¹ Vgl. Stickel (2001), S.248

SICKEL führt jedoch weiter aus, dass die Modellierung von Wettbewerbswirkungen über Realoptionen problematisch ist. „Die Bewertung derartiger Realoptionen ist schwierig und nur in rudimentärer Form gelöst. Es bedarf der Verbindung von Methoden der Optionspreis- und der Spieltheorie.“¹²⁴² Da bereits die Realoptionentheorie für den praktischen Einsatz sehr umstritten ist, wird eine Verbindung dieser Theorie mit weiteren Theorien für die hier verfolgte Zielsetzung abgelehnt. Wie bereits in Kapitel 12.2.1 ausgeführt, soll auch auf Verknüpfungen mit der Optimal-Stopping-Theorie nicht weiter eingegangen werden. Es sei hierfür beispielweise auf VOLLERT(2003), verwiesen.

Einer Studie von VOLLRATH zu Folge wird die „Möglichkeiten, den Realoptionsansatz bei Investitionsentscheidungen einzusetzen, [...] wesentlich durch bestehende konzernweite Regelungen [in Form von Investitionsrichtlinien] beeinflusst.“¹²⁴³ Dabei gab von 41 Umfrageteilnehmern nur 1 Unternehmen an, eine realoptionsbasierte Bewertung zu fordern.¹²⁴⁴ Unabhängig von Vorgaben, würden, der Befragung nach, folgende Bewertungsverfahren in der Budgetierungspraxis auf operativer Ebene angewandt:¹²⁴⁵

¹²⁴² Vgl. Stüchel (2001), S.245

¹²⁴³ Vollrath (2001), S.57

¹²⁴⁴ Vgl. Vollrath (2001), S.58

¹²⁴⁵ Vgl. Vollrath (2001), S.58

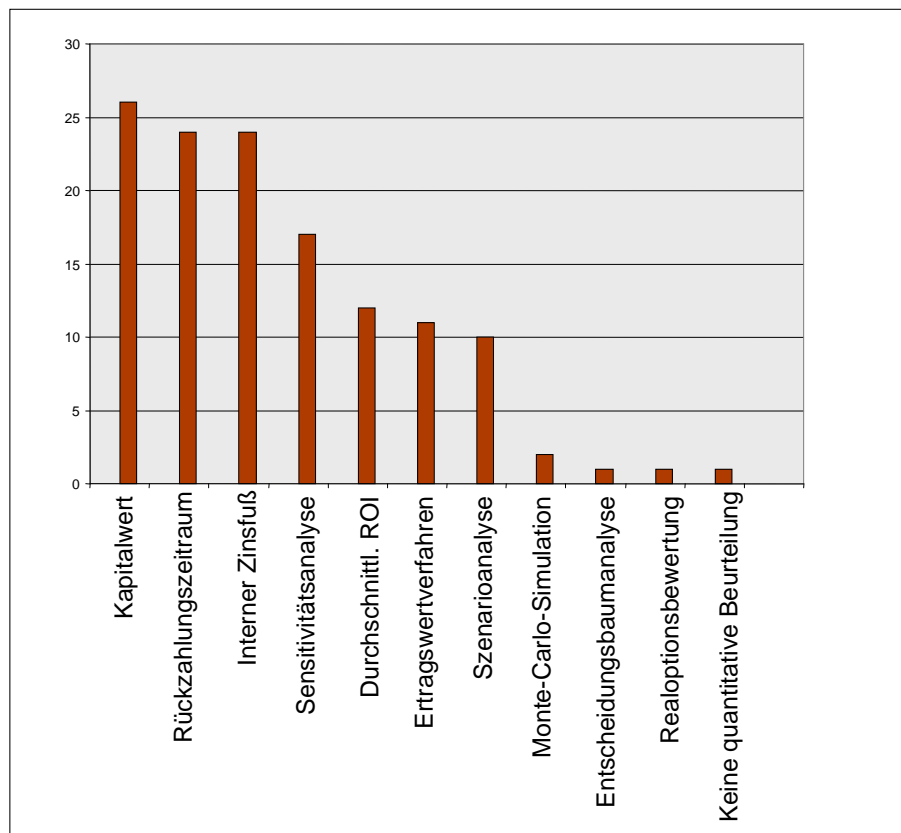


Abbildung 141: Anwendung der Bewertungsverfahren in der Praxis

Obigen Ausführungen folgend, kann somit eine erweiterte Modellanwendung über die Realoptionentheorie nicht grundsätzlich als ungeeignet bewertet werden. Jedoch stehen dem zahlreiche Bedenken gegenüber. Auch muss angesichts „des niedrigen Wissensstandes über Realoptionen in der Praxis mit erheblichen Anwendungsrisiken durch Falschanwendung, Fehlinterpretation der Ergebnisse oder gar Manipulation“¹²⁴⁶ gerechnet werden. Eine dahingehende Erweiterung der Modellanwendung muss somit kritisch gesehen werden.

¹²⁴⁶ Pritsch/Weber (2001), S.16

13 Fazit und Ausblick

Gemäß der in Kapitel 1.2 definierten Zielsetzung wurde in dieser Arbeit ein Modell zur Entscheidungsunterstützung bei Abbruchentscheidungen in Softwareentwicklungsprojekten entwickelt. Dieses wurde mehrstufig aufgebaut, wobei Mehrstufigkeit nicht im Sinne investitionstheoretischer ‚mehrstufiger‘ Entscheidungsprobleme – wie in Kapitel 12.2.1 dargestellt – zu sehen ist, sondern im Sinne einer stufenweisen Erweiterung des Modells auf Basis zusätzlicher Informationen.

Um diese Zielsetzung zu realisieren, wurden in Kapitel 3 die zugrunde liegenden Basisdisziplinen dargestellt. Nachdem in Kapitel 4 verschiedene Vorgehensmodelle zur Softwareentwicklung analysiert wurden, wurden die in Kapitel 3 definierte Projektphasen mit dem Vorgehensmodell RUP verknüpft (Kapitel 4.5) um für diesen exemplarisch geeignete Entscheidungspunkte im Projektverlauf aufzuzeigen.

In Kapitel 5 wurde, aufbauend auf den in Kapitel 3.1 abgegrenzten Softwarebegriff sowie auf die Markterkenntnisse aus Kapitel 3.2, eine Kategorisierung für Softwareentwicklungsprojekte nach Maßgabe ihrer Ertragsgenerierung entwickelt. Diese wurde in Kapitel 10 zur Analyse von Ertragsprognosemodellen und in Kapitel 11.2.5 zu deren Integration auf Stufe V des Entscheidungsmodells wieder aufgegriffen.

Kapitel 6 diente der Analyse von Projektmisserfolgskriterien anhand zahlreicher empirischer Studien, aus welchen Kernrisikobereiche abgeleitet wurden. Diese Risikobereiche steckten den konzeptionellen Rahmen für die Kennzahlenanalyse in Kapitel 1 ab. Als Teilergebnis von Kapitel 1 wurde ermittelt, dass sowohl ROI als auch Kapitalwert und interner Zinsfuß als wesentliche Kennzahlen zur Abbildung des wirtschaftlichen Projekterfolgs in der praktischen Anwendung gewertet werden müssen. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurden in Kapitel 8 verschiedene Bewertungsverfahren diskutiert, wobei in Kapitel 8.2 ein wesentlicher Fokus auch auf psychologische Faktoren gelegt wurde. Ergebnis von Kapitel 8 war die Auswahl der Kapitalwertmethode als Basismethode für das hier entwickelte Modell. Zudem wurde eine Gewichtung einzelner Entwicklungen mit Eintrittswahrscheinlichkeiten abgelehnt, um subjektive Ermessensspielräume bei der Modellanwendung zu minimieren.

Da bei Anwendung der Kapitalwertmethode Aufwände und Erträge unter Berücksichtigung des Zeitpunkts ihres Anfallens gegenüber gestellt werden, wurden in Kapitel 9 Verfahren zur Aufwandsprognose, sowie deren zugrunde liegende Softwaremetriken, analysiert und in Hinblick auf die hier verfolgte Zielsetzung einer Integration von Risikokennzahlen erweitert. In Kapitel 10 wurden anhand der in Kapitel 5 definierten Projektkategorien Möglichkeiten der Ertragsprognose für die jeweilige Kategorie analysiert.

Kapitel 11 diente der integrativen Zusammenführung aller bis dahin erzielten Analyseergebnisse im Entscheidungsmodell. Dieses wurde 5-stufig aufgebaut, wobei der Detaillierungsgrad wie auch der Datenbedarf von Stufe zu Stufe ansteigt. Auf Stufe V der Modellbildung wurden wiederum anhand der in Kapitel 5 definierten Softwareprojektkategorien und der dazu in Kapitel 10 ausgewählten Prognosemodelle verschiedene Anwendungsvarianten modelliert. Mögliche Erweiterungspotenziale, welche über die Zielsetzung dieser Arbeit hinaus gehen, wurden in Kapitel 12 dargestellt und diskutiert, wobei sowohl auf Möglichkeiten der graphischen Ausgestaltung wie auch komplexe mathematische Konstrukte eingegangen wurde. Letztere wurden jedoch in Hinblick auf eine praktische Modellanwendung als problematisch erachtet.

Da in dieser Arbeit auf die Betrachtung mehrerer Projekte verzichtet wurde – somit das Modell auf Einzelprojektebene angesiedelt ist – bieten sich zudem Erweiterungspotenziale in Hinblick auf Multiprojektmanagement¹²⁴⁷ und ggf. auch Programmmanagement¹²⁴⁸.

Da die Modellbildung dieser Arbeit auf quantitativen Kennzahlen basiert, muss auch eine softwaretechnische Implementierung für möglich und sinnvoll erachtet werden. Bei dieser Implementierung könnten über Berechtigungskonzepte sowohl verschie-

¹²⁴⁷ Waldbauer/Kütz (2003), S.9: „Beim Multiprojektmanagement muss ein vorhandener Ressourcenbestand möglichst optimal auf unterschiedliche Projekte verteilt werden. Die Aufgabenstellung entspricht der Maschinenbelegung in der Fertigung.“

¹²⁴⁸ vgl. Brabandt (2000) zitiert nach Waldbauer/Kütz (2003), S. 9 f: „Beim Programm-Management geht es darum ein übergeordnetes (unternehmerisches) Ziel mit einer Gruppe von Projekten, dem Projektprogramm zu realisieren. Jedes einzelne Projekt liefert ein Teilergebnis. Zwischen den Projekten eines Programms kann es Abhängigkeiten geben; in vielen Fällen sind sie jedoch autonom.“ Waldbauer/Kütz (2003), S.10: „Projektprogramme innerhalb der IT in dem hier definierten Sinne sind eher selten.“

dene Sichten auf die zugrunde liegenden Daten im Sinne der in Kapitel 12.1 implementiert, wie auch Schnittstellen zu bestehenden Projektdatenbanken geschaffen werden.

Das hier entwickelte Modell muss somit als Basismodell zur Entscheidungsunterstützung bei Projektabbruchentscheidungen im Bereich der Softwareentwicklung gesehen werden, welches in verschiedene Richtungen Erweiterungspotenziale und Schnittstellen zu andere Disziplinen bietet. Durch seine Aufteilung in verschiedene Anwendungsstufen wie auch seine Ausrichtung auf verschiedenen Softwarekategorien ist es zudem sehr generisch gehalten und kann im Bereich Softwareentwicklung weitgehend projektartunabhängig angewendet werden. Auf individuelle Anpassungsmöglichkeiten wurde an den jeweiligen Stellen hingewiesen.

A

ALBRECHT, A.J. (1979)

Measuring Application Development Productivity, Proc. IBM Applications Development Symp., Monterey, Calif., Oct.14-17, 1979.

ALTER, H.(2006)

Möglichkeiten der Erfassung von Arbeitszeit in Unternehmensbefragungen, Statistisches Bundesamt - Wirtschaft und Statistik 7/2006 Zugriff über: [ONLINE 1] am 13.08.2009

ANNACKER, D. (2001)

Unbeobachtbare Einflussgrößen in der strategischen Erfolgsfaktorenforschung – Ein kausalanalytischer Ansatz auf der Basis von Paneldaten, 1.Auflage, Wiesbaden, 2001

ABRAN, A./ROBILLARD, P.N. (1996)

Function Points Analysis: An Empirical Study of its measurement processes, in IEEE Transactions on software Engineering, Vol. 22., No. 12, December 1996, S. 895- 910

ARKES, H.R./BLUMER, C.(1985)

The psychology of sunk cost, in Organizational Behavior and Human Decision Processes, 1985, vol.35, S.124-140

ARMSTRONG, J.S.(2001)

Principles of forecasting, A Handbook for researchers and practitioners, New York, 2001

B

BACKHAUS, K./ERICHSON, B./ PLINKE, W./WEIBER, R. (1994)

Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung, 7.Auflage, Berlin u.a. 1994

BACKHAUS, K./ERICHSON, B./ PLINKE, W./WEIBER, R. (2008)

Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung, 12., vollständig überarbeitete Auflage, Berlin/Heidelberg 2008

BAKER, N.R. / GREEN, S.G. / BEAN, A.S. (1984):

Why Did 211 R&D Projects Succeed or Fail During the 1970`s, Working Paper, University of Cincinnati, 1984

BAKER, N.R. / GREEN, S.G. / BEAN, A.S. (1986):

Why Did 211 R&D Projects Succeed or Fail. Research Management, 29, S.29-34, 1986

BALACHANDRA, R. / RAELIN, J.A. (1983)

Factors Explaining Decisions to Terminate or Continue an R&D Project. College of Business Administration. Northeastern University, 1983

BALDERJAHN, I.(1991)

Ein Verfahren zur empirischen Bestimmung von Preisresponsefunktionen, in Marketing – ZFP, 13. Jg. (1,1991), S.33-42

BAMBERG G./ COENENBERG A.G.(1989)

Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre. 5.Auflage., München 1989

BARTH, K./ HARTMANN, M./ SCHRÖDER, H.(2007)

Betriebswirtschaftslehre des Handels, 6. Auflage, Wiesbaden, 2007

BECKER, J./WINKELMANN, A./PHILIPP, M.(o.J)

Entwicklung eines Referenzvorgehensmodells zur Auswahl und Einführung von Office Suiten, Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Zugriff über [ONLINE 2] am 15.07.2010

BELMAN, R.E. (1957)

Dynamic Programming, Princeton, 1957

BERKEMEYER (2009)

Gallup-Studie: Unengagiertes Arbeiten durch schlechtes Management – Milliardenverluste, Zugriff über [ONLINE 3] am 24.08.2009

BERNINGHAUS, S. /RAMSER H.J. (1981)

Projektwahl bei unvollständiger Information, in: ZfbF, 33. Jahrgang, Heft 2, 1981, S.93-116

BITKOM/PIERRE AUDOIN CONSULTANTS/TECHCONSULT (2008)

Studie zur Bedeutung des Sektors Embedded-Systeme in Deutschland, BITKOM(Hrsg.), 2008, Zugriff über: [ONLINE 4] am 13.05.2009

BITKOM (2010)

Bundesverband für Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V., Eingebettete Systeme – Ein strategisches Wachstumsfeld für Deutschland, Berlin, 2010, Zugriff über: [ONLINE 5] am 15.07.2010

BITZ, M. (1981)

Entscheidungstheorie, München, 1981

BITZER, J. (1997)

The Computer Software Industry in East and West. Do Eastern European Countries Need a Specific Science and Technology Policy? Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, DIW Diskussionspapiere, Berlin, 1997

BOEHM, B. (2000)

Safe and Simple Software Cost Analysis, in Reifer D.J.(Editor), manager, IEEE Software September/October 2000 S.14-17

BOEHM, B./VALERDI, R.(2008)

Achievements and Challenges in Cocomo-Based Software Resource Estimation, IEEE Computer Society, S.74-83

BOEHM, B./ ABTS, C./ WINSOR BROWN A./CHULANI S./CLARK, B./HOROWITZ, E./, MADACHY, R./REIFER, D./STEECE, B. (2000)

Software Cost Estimation with COCOMO II, Prentice Hall, 2000

BOERSCH, C./ELSCHEN, R. (Hrsg.) (2007)

Das Summa Summarum des Managements – die 25 wichtigsten Werke für Strategie, Führung und Veränderung, Wiesbaden, 2007

BORISON, A. (2001)

Real Option Valuation™ – Der Neue Standard für die Bewertung, die Auswahl und das Management von strategischen Investitionen, in HOMEL/SCHOLICH/VOLLRATH (Hrsg.)(2001), S.3-13

BRABANDT M.(2000)

Programmcontrolling. In Leonhardt von Dobschütz u.a.: IV-Controlling, Wiesbaden 2000, S. 135-154

BRAND, M. (1974)

Projektmanagement, Dissertation an der Hochschule St. Gallen, Winterthur, 1974

BRANDT, T. (2004)

Erfolgsmessung im Projektmanagement, Wirkung und Nutzen sicher beurteilen, Düsseldorf, 2004

BROCKHOFF, K.(1993)

Produktpolitik, 3. erweiterte Auflage, Stuttgart/Jena, 1993

BROCKNER, J.(1992)

The Escalating of Commitment to a Failing Course of Action: Toward Theoretical Progress. In Academy of Management Review, Vol. 17(1992) Nr. 1, S.39-61

BROCKNER, J./BAZERMAN, M. H./RUBIN, J. Z.(1984)

The Role of Modeling Processes in the „Knee Deep in the Big Muddy“ Phenomenon, in: Organizational Behavior and Human Performance, 1984, Vol. 33, S.77-99

BROER, N./ DÄUMLER, K.-D.(1986)

Investitionsrechnungsmethoden in der Praxis. Eine Umfrage, in Buchführung, Bilanz, Kostenrechnung (BBK), Herne 1986, Heft 13, Fach 2, S.709ff.

BRUN M./ENGLER N./NYFFENEGGER D. (o.J.)

Thesenpapier: Staatliche Förderung der Grundlagenforschung. Zugriff über [ONLINE 6] am 05.07.2009

BUCHENRIEDER, K.(2000)

Rapid Prototyping of Embedded Hardware/Software Systems, in Design Automation for Embedded Systems, 5, 215-221 (2000)

BÜHNER, R.(1994)

Personalmanagement, Landsberg/Lech, 1994

BÜHNER, R. (2004a)

Skript zur Vorlesung Organisation und Personalwesen für Fortgeschrittene, Version 3.2, Passau, 2004

BÜHNER, R. (2004b)

Betriebswirtschaftliche Organisationslehre, 10., bearbeitete Auflage, München/Wien, 2004

BUNDSCHUH, M./FABRY, A.(2000)

Aufwandschätzung in IT-Projekten, 1.Auflage, Bonn, 2000

BUNDSCHUH, M./ FABRY, A.(2004)

Aufwandschätzung von IT-Projekten, 2. überarbeitete und erweiterte Auflage, Bonn, 2004

BUNDSCHUH, M. (2005)

Aufwandschätzung von Softwareprojekten – Einsatz und Nutzen der Function Point Methode, in Projektmanagement aktuell 1/2005, S.23-30

BUNDESFINANZMINISTERIUM(2009)

Download Personalkostensätze, Sachkostenpauschale und Kalkulationszinssätze für Kostenberechnungen und Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen 2008, Zugriff über: [ONLINE 7] am 13.01.2010

BUNDESMINISTERIUM DES INNEREN (2007)

Risikomanagement, Zugriff über [ONLINE 8] am 20.12.2007

BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG (2009)

Embedded Systems – „Embedded Software“ Herausforderung und Chancen für die deutsche Wirtschaft [ONLINE 9]

BUNDESMINISTERIUM FÜR GESUNDHEIT (2010)

Gesetzliche Krankenversicherung – Krankenstand 1970 bis 2009 und Januar bis März 2010 (Ergebnisse der GKV-Statistik KM1) Stand: 29. April 2010
Zugriff über: [ONLINE 10] am 21.07.2010

BURGER, R. (1988)

Die Projektorganisation als Grundlage zur erfolgreichen Leitung von Projekten, in: Die Orientierung, Nr. 92 Projektmanagement, hrsg. von Schweizerischer Volksbank, Bern, 1988

BUSCHERMÖHLE R. / EEKHOFF H. / JOSKO B. (2006)

SUCCESS - Erfolgs- und Misserfolgskriterien bei der Durchführung von Hard- und Softwareentwicklungsprojekten in Deutschland, Oldenburg, 2006

BUXMANN, P. (2009)

Markt für Individualsoftware, in: Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik – Online-Lexikon, Hrsg. Kurbel/Becker/Gronau/Sinz/Suhl, Frankfurt, 2008 Zugriff über [ONLINE 11] am 11.07.2009

C

CETIN, D. (2007)

Das Konzept Supplier Relationship Management : Die aktuelle Bedeutung und Trends von Softwareeinsatz im Einkauf, Saarbrücken (2007)

CONRAD, T.(1997)

Preisbildung mittels der Conjoin-Analyse und eines Simulationsmodells am Beispiel eines Premiumanbieters der Automobilindustrie, Dissertation, Eberhard-Karls-Universität Tübingen, 1997

COOPER, R.G./KLEINSCHMIDT, E.J.(1990)

New Product Success Factors: A Comparison of ‚Kills‘ versus Successes and Failures, in R&D Management, Vol.20, Nr. 1, 1990, S.47-63

CRONENBROECK, W.(2004)

Handbuch internationales Projektmanagement – Grundlagen, Organisation, Projektstandards, Interkulturelle Aspekte, Angepasste Organisationsformen, Berlin, 2004

CZIPIN, A. (2008)

Czipin Productivity Report, Alois Czipin Produktivitätsberatung GmbH, Wien, 2008

D

DÄUMLER, K.-D. Prof. Dr.

Grundlagen der Investitions- und Wirtschaftlichkeitsrechnung, 10. Auflage, Herne/Berlin, 2000

DAUBNER, B./HENRICH, A.(2003)

Ein Plädoyer für Datenflussdiagramme aus Sicht der Aufwandsschätzung und der agilen Softwareentwicklung, Lehrstuhl für angewandte Informatik I, Universität Bayreuth, Zugriff über: [ONLINE 12] am 18.03.2010

DANIEL, D. (1961)

Management Information Crisis, in Harvard Business Review, Sept./Okt. 1961, S.111-121

DeMARCO, T./LISTER, T. (2003)

Bärentango – Mit Risikomanagement Projekte zum Erfolg führen, München/Wien, 2003

DeMARCO, T. (2004)

Was man nicht messen kann, kann man nicht kontrollieren, 2.Auflage, Bonn, 2004

DETECON (2007)

Detecon Prognose 2007: ITK-Markt in Deutschland wächst um zwei Prozent
Zugriff über: [ONLINE 13] am 25.10.2007

DITTLER, T.(2006)

Das V-Modell XT als Steuerungsinstrument des Managements, erschienen in: IT-Projekte erfolgreich mit dem V-Modell XT, Hrsg.: Broy, M./Rausch, A./Ternite, T./Bettencourt da Cruz, D. Kuhrmann, M. 2006, Zugriff über: [ONLINE 14] am 15.08.2009

DRUMMOND, H.(1996)

Escalating in Decision-Making, Oxford University Press, New-York, 1996

DUTTA, S. Prof. (2007)

Recognising the true value of software assets, Studie des Instituts INSEAD,
Zugriff über: [ONLINE 15] am 09.07.2009

E

EBERING, A.(2005)

Behavioral Economics – Konzepte und Anwendungen, Lohmar/Köln, 2005

EBERT, CH.(2006)

Outsourcing kompakt – Entscheidungskriterien und Praxistipps für Outsourcing und Offshoring von Software-Entwicklung, München, 2006

EICHHORN, P., Prof. Dr.(2000)

Das Prinzip Wirtschaftlichkeit, Basis der Betriebswirtschaftslehre, Wiesbaden, 2000

EILENBERGER, G.(2003)

Betriebliche Finanzwirtschaft, 7. Auflage, München, 2003

ENGELHARDT, S. v. (2006)

Die ökonomischen Eigenschaften von Software, Arbeits- und Diskussionspapiere der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität Jena,
Zugriff über: [ONLINE 16] am 15.01.2008

ENGELS, G./LOHMANN, M./WAGNER, A.(o.J.)

Prozess der Entwicklung von Webanwendungen, Universität Paderborn, o.J.
Zugriff über: [ONLINE 17] am 10.03.2010

ELZER, P.F. (1994)

Management von Softwareprojekten: Eine Einführung für Studenten und Praktiker,
Braunschweig/Wiesbaden 1994

ERNST&YOUNG (2002)

IT-Kosten und IT-Performance 2002 – Betriebswirtschaftliche Studie der Schweizer
Informatikabteilungen, 2002, o.O.
Zugriff über: [ONLINE 18] am 19.07.2010

ESSIGKRUG, A. / MEY, T. (2003)

Rational Unified Process kompakt, Heidelberg/Berlin, 2003

ESSIGKRUG, A./MEY, T.(2007)

Rational Unified Process kompakt, 2. Auflage, Heidelberg/Berlin, 2003

ETZEL, H.-J./ HEILMANN, H./RICHTER, R. (Hrsg.) (2000)

IT-Projektmanagement – Fallstricke und Erfolgsfaktoren, Erfahrungsberichte aus
der Praxis, Heidelberg, 2000

F

FENTON, N.E: (1991)

Software Metrics: A Rigorous Approach, Chapman & Hall, 1991

FICHERT, F.(2002)

Wettbewerbspolitik im digitalen Zeitalter. Öffnung vermachteter Märkte virtueller
Netzwerküter. Beitrag zum 3. Workshop 'Ordnungsökonomik und Recht' des Wal-
ter Eucken Instituts. 2002.

FINKEISSEN, A.(1999)

Prozesswertschöpfung, Heidelberg, 1994

FISCHER, H. / HAASIS H.-D. (2006):

Checklisten und Vorgehensweisen zum Skill-Management. In: Haasis(Hrsg.)/
Bouncken/Fischer: Skill Management: Eine Vielzahl von Möglichkeiten und Chan-
chen für KMU, Mittelstand und öffentliche Verwaltung, Eschborn 2006, S.118-129

FRANKE G. /HAX H. (1988)

Finanzwirtschaft des Unternehmens und Kapitalmarkt, Berlin er.al., 1988

FRESE, E. (1993)

Grundlagen der Organisation. Konzept – Prinzipien – Strukturen, 5.Auflage, Wies-
baden 1993

FRICK, D./GADATSCH, A./SCHÄFFER-KÜLZ U.G. (2007)

Grundkurs SAP ERP: Geschäftsprozessorientierte Einführung mit durchgehenden Fallbeispielen, 2007, (o.O.)

FRIEDEWALD et. al. (2001)

Friedewald, M., Rombach, H.D./ Stahl, P./ Broy, M./ Hartkopf, S./ Kimpler, S./ Kohler, K./ Wucher, R./ Zoche, P.: Softwareentwicklung in Deutschland – eine Bestandsaufnahme in Informatik-Spektrum, 24.April 2001, S.81

G**GÄFGEN, G. (1974)**

Theorie der wirtschaftlichen Entscheidung: Untersuchung zur Logik und Bedeutung des rationalen Handelns, 3. Aufl., Tübingen, 1974

GAULKE, M. (2004)

Risikomanagement in IT-Projekten, 2.Auflage, 2004

GEHRING, R.A. (2009)

FOSS, die Firma und der Markt; in einem Interview der Bundeszentrale für politische Bildung, Zugriff über [ONLINE 19] am 2.4.2009

GEORGE, G.(1999)

Kennzahlen für das Projektmanagement – Projektbezogene Kennzahlen und Kennzahlensysteme; ein Ansatz zur Unterstützung des Projektmanagements, Frankfurt et al., 1999

GERHARDT, T. (1991)

Strategie und Struktur in der deutschen Softwareindustrie: Eine ökonomische Untersuchung der Unternehmensentwicklung in der Softwarebranche, Dissertation, München 1991

GfU/GfK (2008)

Der Markt für Consumer Electronics – Deutschland 2008, Zugriff über: [ONLINE 20] am 16.06.2009

GfK / IESE / ISI (2000)

„Analyse und Evaluation der Softwareentwicklung in Deutschland“, Eine Studie für das Bundesministerium für Bildung und Forschung, Projektgemeinschaft: GfK Marktforschung GmbH, Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE, Fraunhofer- Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung ISI, 2000, Zugriff über [ONLINE 21] am 21.10.2007

GHOSH, D.(1997)

De-escalation strategies: Some experimental evidence, Behavioral Research in Accounting, Vol. 9, 1997, 88-113

GHOSH, R.A.(2009)

Die große Welt der vielen Kleinen; in einem Interview der Bundeszentrale für politische Bildung, Zugriff über [ONLINE 22] am 2.4.2009

GÖBEL, A.(2006)

Extreme Programming, Ausarbeitung zum Referat vom 20.11.2006 im Rahmen der Veranstaltung Softwareengineering-Projekt an der TU Berlin im WS 2006/07, Zugriff über: [ONLINE 23] am 17.03.2006

GOTTWALD, R. (1990)

Entscheidung unter Unsicherheit: Informationsdefizite und unklare Präferenzen, Wiesbaden, 1990

GPM / PA CONSULTING GROUP (2004)

Studie zur Effizienz von Projekten in Unternehmen, Zugriff über: [ONLINE 24] am 29.06.2009

GPM / PA CONSULTING GROUP (2006)

„Konsequente Berücksichtigung weicher Faktoren“, Gemeinsame Studie von GPM Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement e.V. und PA Consulting Group, Zugriff über [ONLINE 25] am 15.08.2009

GPM / PA CONSULTING GROUP (2008)

„Erfolg und Scheitern im Projektmanagement“, Gemeinsame Studie von GPM Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement e.V. und PA Consulting Group, Zugriff über: [ONLINE 26] am 19.07.2009

GPM (2009),

„über uns“, Zugriff über [ONLINE 27] am 15.08.2009

GRABBE, H.-W.(1976)

Investitionsrechnung in der Praxis – Ergebnisse einer Unternehmensbefragung, Köln, 1976

GRAF, A.(2007)

Mobbing – Theoretische und empirische Untersuchung von Konflikten im Bereich des Berufsschulwesens und Ableitung von Handlungsempfehlungen für Schule und Individuum, Dissertation an der Universität Kassel, 2007

GRASSMUCK, V.(2002)

Freie Software – Zwischen Privat- und Gemeineigentum; Bundeszentrale für politische Bildung, Bonn, 2002

GRASSMUCK, V.(2009)

Zirkulieren plus Zahlen; in einem Interview für die Bundeszentrale für politische Bildung, Zugriff über [ONLINE 28] am 2.4.2009

GROB, L./REEPMEYER, J.-A./BENSBERG, F.(2004)

Einführung in die Wirtschaftsinformatik., 5. Aufl., München, 2004.

GRÖGER, M. Prof. Dr. (2004)

Projektmanagement: Abenteuer Wertvernichtung, Eine Wirtschaftlichkeitsstudie zum Projektmanagement in deutschen Organisationen, München, 2004

GRUBER, W. Dr. / SÜß G. (2003)

Projekt-Management-Lexikon, München, 2003

GRÜN, O. (1992)

Projektorganisation, in HWO, hrsg. von Frese, E., 3.Auflage, Stuttgart 1992, Sp. 2101-2114

GRUNERT, K. G. / ELLEGAARD, C. (1993),

The Concept of Key Success Factors: Theory and Method, in Baker, M.J. (Ed.), Perspectives on Marketing Management, Vol. 3, Chichester: Wiley, S. 245-274

GUTSCHE, J.(1995)

Produktpräferenzanalyse: Ein modelltheoretisches und methodisches Konzept zur Marktsimulation mittels Präferenzermittlungsmodellen, in Dichtl, E./Böckner, F./Diller, H./Bauer, H./Müller, S. (Hrsg.): Schriften zum Marketing, Band 40, Berlin, 1995

H

HABERFELLNER, R et. al. (1992)

Systems Engineering, Methodik und Praxis, hrsg. Von Daenzer, W.F. / Huber, F., 7. Auflage, Zürich, 1992

HANS L. / WARSCHBURGER, V. (1997)

Controlling in der Datenverarbeitung (Teil II), in: WISU, 1997, S.1048

HARS, A./OU, S. (2001)

Working for Free? – Motivations of Participating in Open Source Projects, 34th Annual Hawaii International Conference on System Sciences

HARTMANN, A./SATTLER, H.(2002)

Wie robust sind Methoden zur Präferenzmessung, Research Papers on Marketing and Retailing, Universität Hamburg, 2002
Zugriff über: [ONLINE 29] am 17.08.2009

HARTUNG, J./ELPELT, B.(2007)

Multivariate Statistik – Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik, 7.Auflage, München/Wien, 2007

HEEMSTRA, F.J.(1992)

Software cost estimation, in Information Software Technology, 1992, vol. 34, no.10, pp.627-639

HEINRICH, J.L. / LEHNER, F.(2003)

Informationsmanagement – Planung, Überwachung und Steuerung der Informationsinfrastruktur, 7. Auflage, München u.a., 2005

HEINRICH, J.L. / LEHNER, F.(2005)

Informationsmanagement – Planung, Überwachung und Steuerung der Informationsinfrastruktur, 8. Auflage, München u.a., 2005

HEINRICHSMEIER, S. (1997)

Entwicklung eines Modells zur Absatzprognose in frühen Phasen der Produktentstehung, Dissertation, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, 1997

HEMM, M.(2002)

Softwareeinsatz für die Produktionslogistik in der Holzernte, München, 2002

HENFRIDSSON, O. (2000)

Ambiguity in IT adaptation: making sense of first class in a social work setting. Information Systems Journal, 10, 87–104

HENKE, M.(1972)

Zum Stoppen von Forschungs- und Entwicklungsprojekten, in Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft, 128. Band, 1972, S.39-64

HERTEL, G. / NIEDNER, S. / HERRMANN, S.(2003)

Motivation of Software Developers in Open Source Projects, Research Policy 32:7, S.1159-1177

HERTWECK, D.(2003)

Escalating Commitment als Ursache gescheiterter DV-Projekte – Methoden und Werkzeuge zur Deeskalation, Wiesbaden, 2003

HEUSLER, B./MATHYS, R.(2004)

IT-Vertragsrecht; praxisorientierte Vertragsgestaltung in der Informationstechnologie, Zürich, 2004

HILDEBRANDT, L. (1989)

Die quantitative Analyse strategischer Erfolgsfaktoren in der Marketingforschung, Habilitation, Technische Universität Berlin, 1989

HILDEBRANDT, L. (1992)

Erfolgsfaktoren, in Diller H. (Hrsg.), Vahlens großes Marketinglexikon, München, 1992, S. 272-274

HILLIG, T.(2006)

Verfahrensvarianten der Conjoint-Analyse zur Prognose von Kaufentscheidungen – Eine Monte-Carlo-Simulation, Wiesbaden, 2006

HINTERHUBER, H.H.(1975)

Innovationsdynamik und Unternehmungsführung, Wien/New York, 1975

HOLY, M.(2008)

Steigende Stundensätze, in Computerwelt online 21.05.2008, Printausgabe 10/2008

HORVÁTH, P. Prof. Dr./KAUFMANN, L. Dr.(1998)

Balanced Scorecard – ein Werkzeug zur Umsetzung von Strategien, in HARVARD BUSINESS manager 5/1998

HÜRTEIN, R. (2005)

Function-Point Analysis Theorie und Praxis – Die Grundlage für das moderne Softwaremanagement, 2., erweiterte Auflage, Renningen, 2005

HUBNER, E. (1996)

Abbruchentscheidungen im F&E-Management – der Abbruch industrieller Forschungs- und Entwicklungsprojekte als Entscheidungsproblem, Wien, 1996

HUBIG, R./MORSCHER/I.(1997)

Quality and Productivity Improvement in Object Oriented Software Development, in LEHNER, F./DUMKE, R./ABRAN, A.(1997) Software Metrics – Research and Practice in Software Measurement, Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, 1997

I**IAGB (2009)**

Welche Rolle spielt das V-Modell international? Zugriff über [Online 30] am 17.08.2009

IBM/Rational Software(2006)

Rational Business Driven Development for Compliance, IBM-Redbooks, Zugriff über [ONLINE 31] am 09.09.2009

IBM/Rational Software(2007)

IBM rational Unified Process, Zugriff über [ONLINE 32] am 09.09.2009

ISBSG (2002)

The Software Metrics Compendium, ISBSG, Warrandyte, Victoria, 2002

J**JANIS, I.(1982)**

Groupthink, 2. Auflage, Houghton Mifflin, Boston, 1982

JAZDI, N.(1997-2003)

Komponentenbasierte Entwicklung eingebetteter Systeme, in ROSENSTIEL, W., Abschlussbericht DFG-Schwerpunktprogramm 1040: Entwurf und Entwurfsmethodik eingebetteter Systeme, Universität Tübingen, 1997-2003

JONES, C.(2008)

Applied Software Measurement – Global Analysis of Productivity and Quality, 3. Auflage, New York, 2008

JUGEL (2003)

Wirtschaftlichkeit von IT-Projekten, in KÜTZ (2003) S.125-132

K

KAHNEMAN, D./ TVERSKY, A. (1979)

Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk, in: *Econometrica*, 1979, vol. 47, S.251-263

KAPLAN, R. S. Prof./NORTON, D.P. (1997a)

Balanced Scorecard in BOERSCH, C./ELSCHEIN, R.(2007), „Das Summa Summarum des Management“, Wiesbaden, 2007, S.137-148

KAPLAN, R. S. Prof./NORTON, D.P. (1997b)

Balanced Scorecard – Strategien erfolgreich umsetzen, Stuttgart, 1997

KEIL, M./TIWANA, A.(2006)

Relative importance of evaluation criteria for enterprise systems: a conjoint study, Georgia State University, Department of Computer Information Systems and Iowa State University, College of Business, 2006
Zugriff über [ONLINE 33] am 15.08.2009

KEMERER, C. F. (1987)

An Empirical Validation of Software Cost Estimation Models, in *Communications of the ACM*, May 1987, Volume 30, Number 5, S.416-429

KEPLINGER, W. (1991)

Merkmale erfolgreichen Projektmanagements, Dissertation der Technischen Universität Graz, 1991

KERN, W./ SCHRÖDER H.-H. (1977)

Forschung und Entwicklung in der Unternehmung, Reinbek, 1977

KERTH, N.L. (2003)

Post mortem – IT-Projekte erfolgreich auswerten, Bonn, 2003

KEßLER H. / WINKELHOFER G. Dr. (2002)

Projektmanagement, Leitfaden zur Steuerung und Führung von Projekten, 3. erweiterte und überarbeitete Auflage, Berlin/Heidelberg/u.a., (2002)

KIESELER, C.A.(1971)

The psychology of commitment, Academic Press, New York, 1971

KIRSCH, W. (1977)

Einführung in die Theorie der Entscheidungsprozesse, Bd. 1, 2. Auflage, Wiesbaden, 1977

KLEINSCHMIDT, P./PFEIFER A.(2007)

Softwareintegrierte Produkte in der Fertigungswirtschaft – Empirische Analyse und Handlungsempfehlungen für veränderte Wettbewerbsbedingungen im deutschsprachigen Raum, Passau/München, 2007

KLOOCK J./SIEBEN G./SCHILDBACH T./HOMBURG C.(2005)

Kosten- und Leistungsrechnung, 9. Auflage, Stuttgart, 2005

KOLLISCHAN, K. (2003)

Erfolgsbewertung von Vorgehensmodellen, in Praxistauglichkeit von Vorgehensmodellen, 10. Workshop der Fachgruppe WI-VM der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), Hrsg.: Petrasch R./Wiemers M./Kneuper R., Aachen, 2003

KOOTH S./ LANGENFURTH, M. / KALWEY, N.(2003)

Dieckheuer, Gustav (Hrsg.) ; Kooths, Stefan (Hrsg.): MICE Economic Research Studies. Bd. 4: Open-Source-Software. Eine volkswirtschaftliche Bewertung, Münster, Muenster Institute for Computational Economics, 2003

KOREIMANN, D.S. (2002)

Projektmanagement: Technik, Methodik, Soziale Kompetenz, Heidelberg, 2002

KPMG(1994)

IT-Runaway Systems, Studie der KPMG Management Consulting, o.O., 1994

KRISMER, R.(2006)

Die 600 wichtigsten Fragen und Antworten im Personalmanagement, Zürich, 2006

KROLL, P./KRUCHTEN, P.(o.J.)

Rational Unified Process Made Easy - A Practitioner's Guide to RUP, Hrsg.: IBM Software Group

KRÜGER, W. (1988)

Die Erklärung von Unternehmenserfolg: Theoretischer Ansatz und empirische Ergebnisse, Die Betriebswirtschaft, 48. Jg., S.27-43

KRUSCHWITZ, L. (1985)

Investitionsrechnung, 2.Auflage, Berlin/New York, 1985

KUBE, C. (1991)

Erfolgsfaktoren in Filialsystemen, Wiesbaden, 1991

KÜCHLIN, W./WEBER, A. (2005)

Einführung in die Informatik. Berlin u.a., 2005

KÜTZ, M. (Hrsg.) (2003)

Kennzahlen in der IT – Werkzeuge für Controlling und Management, Heidelberg, 2003

KUSTER J. et al. (2006)

Handbuch Projektmanagement, 1. Aufl. Berlin/Heidelberg, 2006

L

LANGE, E.C. (1993)

Abbruchentscheidungen bei F&E-Projekten, Wiesbaden, 1993

LAUX, H. (1982)

Entscheidungstheorie, Berlin/Heidelberg/New York, 1982

LECHLER, T. / GEMÜNDEN H.G. (1998)

Kausalanalyse der Wirkstruktur der Erfolgsfaktoren des Projektmanagements in „Die Betriebswirtschaft 1998“, S.435ff

LEDERER, A.L. / PRASAD, J.(1993)

Information systems software cost estimation: A current assessment, in Journal of Information Technology, 1993, no. 8, pp. 22-33

LEHNER, F.(2000)

Organisational Memory – Konzepte und Systeme für da organisatorische Lernen und das Wissensmanagement, München/Wien, 2000

LERNER, J. / TIROLE, J. (2001):

The Simple Economics of Open Source, Zugriff über [ONLINE 34] am 13.07.2009

LILIEN, G.L./KOTLER, P. / MOORTHY, K.S. (1992)

Marketing Models, New Jersey, 1992

LINGENFELDER, M. (1990)

Die Marketingorientierung von Vertriebsleitern als strategische und empirische Bestandsaufnahme in der Markenartikelindustrie, Dissertation, Mannheim, 1990

LITKE H.-D. (1991)

Projektmanagement – Methoden, Techniken, Verhaltensweisen, München/Wien, 1991

LUENENDONK(2009a)

TOP 25 der Standard-Software-Unternehmen in Deutschland 2008, Zugriff über [ONLINE 35] am 11.07.2009

LUENENDONK (2009b)

Top 25 der IT-Beratungs- und Systemintegrations-Unternehmen in Deutschland 2008 Zugriff über [ONLINE 36] am 11.07.2009

LUM, K./BRAMBLE, M./HIHN, J./HACKNEY, J./KHORRAMI, M./MONSON, E./KUYKENDALL, F.(2003)

Handbook for Software Cost Estimation, Pasadena, California, 2003, Zugriff über [ONLINE 37] am 14.08.2009

LUTHIGER, B. (2004)

Alles aus Spaß? Zur Motivation von Open-Source-Entwicklern; in Open-Source-Jahrbuch 2004, hrsg. von Robert A. Gehring und Bernd Lutterbeck, Berlin 2004. Zugriff über [ONLINE 38] am 17.09.2009

LUTHIGER STOLL, B. (2006)

Spas und Software-Entwicklung. Zur Motivation von Open-Source-Programmierern. Dissertation, Universität Zürich, Zürich 2006.

M

MADAUSS, B.J. (1994)

Projektmanagement, 5.Auflage, Stuttgart, 1994

MEISE, F.(1998)

Realoptionen als Investitionskalkül – Bewertung von Investitionen unter Unsicherheit, München/Wien, 1998

MELLES, T./HOLLING, H.(1998)

Einsatz der Conjoint-Analyse in Deutschland - Eine Befragung von Anwendern, Westfälische Wilhelms-Universität Psychologisches Institut IV, 1998, Zugriff über [ONLINE 39] am 17.08.2009

MONTEALEGRE, R./KEIL M.(2000)

De-Escalating Information Technology Projects: Lessons from the Denver International Airport, MIS Quarterly, Vol. 24, No. 3 (Sep., 2000), pp. 417-447
Published by: Management Information Systems Research Center, University of Minnesota

MOTZEL, E. (2006)

Projektmanagement Lexikon, Weinheim, 2006

MÜLLER, R. (1999)

Erfolgsfaktoren kleiner und mittlerer Softwareproduktunternehmen im Lebenszyklus, Dissertation, Frankfurt am Main, 1999

MUNNS, A.K./BJEIRMI, B.F. (1996)

The role of project management in achieving project success, in: International Journal of Project Management, 14:2 (1996), S.81-87

N

NARASIMHAN, C./SEN, S.K. (1983)

New Product Models für Test Market Data, in Journal of Marketing, Vol. 47, Winter 1983, S.11-24

NEUBAUER, F.-F. (1997)

Das PIMS-Program und Portfolio-Management, in: Strategische Unternehmensplanung – Strategische Unternehmensführung: Stand und Entwicklungstendenzen, hrsg. v. HAHN, D. / TAYLOR B., 7. Auflage, Heidelberg, 1997

NORTHCRAFT, G./ WOLF, G. (1984):

Dollars, sense and sunk costs: A life cycle model of resource allocation decisions. In: Academy of Management Journal, 9. Jahrgang, S. 225-234.

O

OECD (Hrsg.) (1985):

Software: An Emerging Industry, Paris 1985

OECHTERING, R. P. (2003)

Theorie kontra Praxis: Wie offen lassen sich Projektrisiken kommunizieren, in projektmagazin Ausgabe 14/2003, Zugriff über [ONLINE 40] am 6.6.2006

OESTEREICH, B. (2006)

Der agile Festpreis und andere Preis- und Vertragsmodelle, Zugriff über [ONLINE 41] am 17.03.2009

OTTO D. (2006):

Recht für Software- und Web-Entwickler : Checklisten, Musterverträge, Steuern, Urheberrecht, Selbstständigkeit, 2. Auflage, Bonn, 2006

P

PAYNE, J./BETTMAN, J./JOHNSON, E.(1988)

Adaptive Strategy Selection in Decision Making, In: Journal of Experimental Psychology, 14. Jg., S.534-552

PETERS, T. / WATERMAN, R. (1982):

In search of excellence: Lessons from America`s best-run companies, 2. Auflage, New York, 1982

PFEIFFER, W./STAUDT, E.(1974)

Forschung und Entwicklung, betriebliche, in: Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, hrsg. v. E. GROCHLA/WITTMANN, W., 4. A. Stuttgart, 1974, S. 1521-1530

PINTO, J.K. / SLEVIN, D.P. (1989):

Critical Success Factors in R&D Projects, Research&Technology Management, 32, S.31-35

PREISS, F. (1992)

Strategische Erfolgsfaktoren im Software-Marketing: Ein Konzept zur Erfassung und Gewichtung strategischer Erfolgsfaktoren mit Hilfe quantitativer Verfahren, Dissertation, Frankfurt am Main u.a., 1992

PREIßNER, A.(2006)

Projekterfolg durch Qualitätsmanagement. Projekte planen und sicher steuern, München/Wien, 2006

PROJEKTMAGAZIN – GLOSSAR (2007a)

Projektmagazin Glossar, Zugriff über [ONLINE 42] am 19.11.2007

PROJEKTMAGAZIN - GLOSSAR (2007b)

Projektmagazin Glossar, Zugriff über [ONLINE 43] am 19.11.2007

PROJEKTMAGAZIN - GLOSSAR (2007c)

Projektmagazin Glossar, Zugriff über [ONLINE 44] am 19.11.2007

PROJEKTMAGAZIN - GLOSSAR (2007d)

Projektmagazin Glossar, Zugriff über [ONLINE 45] am 19.11.2007

PROJEKTMAGAZIN - GLOSSAR (2007e)

Projektmagazin Glossar, Zugriff über [ONLINE 46] am 20.12.2007

PRITSCH, G./WEBER, J.(2001)

Die Bedeutung des Realloptionenansatzes aus Controlling-Sicht in HOMMEL/SCHOLICH/VOLLRATH(Hrsg.)(2001), S.13-14

Q

QUAH, D. (2003)

Digital Goods and the New Economy, London School of Economics, CEP Discussion Papers, London, 2003

R

REICHMANN, T. (1997)

Controlling mit Kennzahlen und Managementberichten, 5. Auflage, München, 1997

REINHOLD, M.(2001)

Rational Unified Process 2000 versus V-Modell '97: A Comparison of the two most common used Process Models in Germany, erschienen in Leichte Vorgehensmodelle, 8. Workshop der Fachgruppe 5.11 der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), Hrsg.: Kneuper, R./Wiemers, M., Aachen, 2001

RISCHMÜLLER G. (1980)

Die multi-attributive Nutzentheorie – Ein Entscheidungshilfverfahren bei mehrfacher Zielsetzung. Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 32, S.498-518

ROBERTS, G. (1955)

Stopping Research Projects, Chemical and Engineering News, 33, S.2136

ROBLES, G. / SCHEIDER, H. / TRETROWSKI, I. / WEBER, N. (2001)
Who is doing it? A research on Libre Software developers, Zugriff über [ONLINE 47] am 23.01.2007

ROOCK S./WOLF H. (o.J.)
Festpreisvertrag und agil nützt nicht viel? Vortrag der akquinet it-agile GmbH mit Sitz in Hamburg, Zugriff über [ONLINE 48] am 16.03.2009

ROYCE, W. W. Dr. (1987)
Managing the development of large software systems, aus: Proceedings of the 9th international conference on Software Engineering, veröffentlicht durch IEEE Computer Society Press, Seite 328 – 338, 1987

RUBINSTEIN, D. (2007)
Standish Group Report: There`s Less Development Chaos Today, SD Times March 1, 2007, Zugriff über [ONLINE 49] am 17.12.2007

RUMPE, B. Prof. Dr. (o.J.)
Extreme Programming – Back to Basics? Technische Universität München, Zugriff über [ONLINE 50] am 11.7.2009

S

SCHÄLING, B.(2009)
Der moderne Softwareentwicklungsprozess mit UML, E-Book, Zugriff über [ONLINE 51] am 11.07.09

SCHMALEN, H.(1995)
Preispolitik, 2. Auflage, Stuttgart/Jena, 1995

SCHMALEN, H.(2002)
Grundlagen und Probleme der Betriebswirtschaft, 12.Auflage, Stuttgart, 2002

SCHMIDT, E.(2009)
COCOMO und COCOMOII, Vortrag am Lehrstuhl Prof. Dr. Ing. Michael Trautwein, FH, Aachen, 2009

SCHMIDT, R.(1996)
Marktorientierte Konzeptfindung für langlebige Gebrauchsgüter: Messung und QFD-gestützte Umsetzung von Kundenforderungen und Kundenurteilen, Wiesbaden 1996

SCHMITZ, L. (2007)
Erfolgsfaktoren der Softwarebranche anhand des Unternehmenslebenszyklus, Diplomarbeit am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik I, Universität Passau, 2007

SCHOLZ, R./VROHLINGS, A.(1994)

Prozess-Redesign und kontinuierliche Prozessverbesserung, in Gaitanides, M. u.a.(1994): Prozessmanagement, München/Wien, 1994, S.99-122

SCHREDELSEKER, K.(2002)

Grundlagen der Finanzwirtschaft: ein informationsökonomischer Zugang, München/Wien/Oldenbourg, 2002

SCHULZ, C.(2005)

Carsten Schulz: Dezentrale Softwareentwicklungs- und Softwarevermarktungskonzepte - Vertragsstrukturen in Open Source Modellen, Köln/Berlin/München, 2005

SEIBERT, S. (2005)

Vortrag „Einzelprojektcontrolling - Kapitel 5: Projektaufwandsschätzung“, Fachhochschule Darmstadt, Zugriff über [ONLINE 52] am 23.08.2010

SEICHT, G.(1993):

Das Problem des richtigen Liquidationszeitpunktes, in: Gläubigerschutz, Betriebswirtschaftslehre und Recht, hrsg. V. G. SEICHT, Wien, 1993, S.121-128

SHERER, S.A. (1993)

Purchasing software systems: managing the risks. Information and Management, 24, 257–266

SICKING, H.(2008)

Preisanalysen - Conjoint-Analyse; Veröffentlicht auf www.marktforschung.de – Portal für Marktforschung, Studien, Beratung, Zugriff über [ONLINE 53] am 20.10.2009

SIMON, D. (1986)

Schwache Signale: Früherkennung von strategischen Diskontinuitäten durch Erfassung von „weak signals“, Wien, 1986

SIMON, H.(1992)

Preismanagement: Analyse, Strategie, Umsetzung, 2.Auflage, Wiesbaden, 1992

SIX, B./ECKES, A.(1991)

Der Zusammenhang von Arbeitszufriedenheit und Arbeitsleistung – Resultate einer metaanalytischen Studie, in Fischer, L. (Hrsg.), Arbeitszufriedenheit, Stuttgart, 1991, S.21-45

SNEED, H. (1988)

Software-Qualitätssicherung, 1.Auflage, Köln, 1988

SOMMERFELD, B. (1999)

„Wie es begann... Eine kurze Geschichte von Linus und ‚Open Source‘“, o.O., 1999

STABENOW, M. (2008)

Arbeitszeit in der EU – weniger schaffen nur Schweden und Dänen, Artikel der Frankfurter Allgemeinen Zeitung vom 19.September 2008, Brüssel, Zugriff über [ONLINE 54] am 21.07.2009

STATISTISCHES BUNDESAMT DEUTSCHLAND (2007)

30000 Softwarehäuser in Deutschland tätig, Zugriff über [ONLINE 55] am 25.10.2007

STAW, B.M./ROSS, J. (1980)

Commitment in an Experimenting Society: An Experiment on the Attribution of Leadership from Administrative Scenarios, in: Journal of Applied Psychology, 1980, vol. 65, S.249-260

STAW, B.M./ROSS, J.(1987)

Behavior in escalating situations: antecedents, prototypes and solutions, Research in Organizational Behavior, Vol. 9 (1987), S.39-78

STEIMLE, T. (2007)

Softwareentwicklung im Offshoring, Berlin/Heidelberg, 2007

STICKEL, E. (2001)

Einsatz der Optionspreistheorie zur Bewertung von Softwareentwicklungsprojekten, in HOMMEL/SCHOLICH/VOLLRATH(Hrsg.)(2001), S.231-250

STONER, J.A.F. (1961):

A comparison of individual and group decision involving risk. Unpublished M.A. thesis. Massachusetts Institute of Technology, 1961

STOYAN, R. (2004)

Teil I, in STOYAN, R. (Hrsg) (2004), S.1-222

STOYAN, R.(Hrsg.) (2004)

Management von Webprojekten – Führung, Projektplan, Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, 2004

STRAUB, W. (2007)

Kostenüberschreitung in IT-Verträgen, in JÖRG, F.S./ARTER, O.(2007), 10 Tagungsband IT-Verträge, Bern, 2007

SÜCHTING, J. (1980)

Finanzmanagement, 3.Auflage, Wiesbaden, 1980

SWOBODA, P. (1986)

Investition und Finanzierung, 3.Auflage, Göttingen, 1986

T

TADISINA, S.K. (1986):

Support System for the Termination Decision in R&D Management. Project Management Journal, 17, S.97-104

TEMNENCO, V. (2006)

UML, RUP, and the Zachman Framework: Better together, IBM Developer Works, Zugriff über [ONLINE 56] am 11.07.09

THALER, R.H. (1980)

Toward a positive theory of consumer choice, in: Journal of Economic Behavior and Organization, vol. 1, S.39-60

THE STANDISH GROUP (1995)

The Standish Group Report 1995, Reprint for academic purposes, Zugriff über [ONLINE 57] am 13.07.2007

THE STANDISH GROUP (2006)

The CHAOS Chronicles 2006, Zugriff über [ONLINE 58] am 10.02.2007

TROST, R. (1991)

Entscheidung unter Risiko: Bernoulliprinzip und duale Theorie. Frankfurt am Main, 1991

TRINTER, H.(2009)

Geld verdienen mit Freeware; Zugriff über [ONLINE 59] am 2.4.2009

TVERSKY, A./FOX, C.R.(2000)

Weighing Risk and Uncertainty, in: Kahneman, D./Tversky, A.(Hrsg.): Choices Values and Frames, Cambridge University Press, Cambridge et.al., S.93-117

TVERSKY, A./KAHNEMAN, D.(1992)

Advances in Prospect Theory: Cumulative Representation of Uncertainty, in: Journal of Risk and Uncertainty, 1992, vol. 5, 297-323

U

UNIVERSITÄT OXFORD (2003)

The State of IT Project Management in the UK 2002-2003, Universität Oxford (Sauer/Cuthbertson), 2003

V

VERSTEEGEN, G. (2000)

Projektmanagement mit dem Rational Unified Process, Berlin/Heidelberg, 2000

VOLLAND, A (2005)

Befragung zur Erfassung und Nutzung historischer Projektdaten, Ergebnisse einer Umfrage von pmqs.de durchgeführt im November/Dezember 2005, 2005, o.O., Zugriff über [ONLINE 60] am 17.10.2008

VOLLERT, A.(2003)

A Stochastic Control Framework for Real Options in Strategic Valuation, Boston/Basil/Berlin, 2003

VOLLRATH, R.(2001)

Die Berücksichtigung von Handlungsflexibilität bei Investitionsentscheidungen – Eine empirische Untersuchung, in Hommel/Scholich/Vollrath (2001), S.45-78

VUMA (2008)

Verbrauchs- und Medienanalyse 2008, durchgeführt von Ifak Institut, Marplan, Media Markt Analysen im Zeitraum zwischen 2005 und 2007, veröffentlicht durch Arbeitsgemeinschaft Verbrauchs- und Medienanalyse, Zugriff über [ONLINE 61] am 9.3.2009

V-MODELL XT Version 1.3

V-Modell XT Version 1.3, deutsche Fassung, Bereitgestellt vom Beauftragten der Bundesregierung für Informationstechnik, Zugriff über [ONLINE 62] am 13.04.2009

W**WÄHRISCH, M.(1999)**

Zur Beurteilung der einfachen internen Zinsfuß-Methode und der Baldwin-Methode aus der Sicht der Praxis, aus Finanz Betrieb, Heft 10, S.295-299, 1999

WALKER, T. (2007)

Software-Einsatz in der Filmproduktion : auf dem Weg zur Professionalisierung, München 2007

WALLHOFFEN, PH. von (2007)

Die Bedeutung von Software in Produkten und deren Chancen und Risiken, Diplomarbeit am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik I, Universität Passau, 2007

WALDBAUER, R./KÜTZ, M.(2003)

Objekte des IT-Controllings, in KÜTZ, M.(2003), S.6-22

WEBER J. /SCHÄFFER U. (2000)

Balanced Scorecard & Controlling, 3. Auflage, Wiesbaden, 2000

WEHRLE-STREIF, U. (1989)

Empirische Untersuchung zur Investitionsrechnung, Köln, 1989

WEINKNECHT J./VETH P.(1997)

Hard- und Softwareeinsatz in der Anwaltskanzlei: eine Anleitung, Köln, 1997

WELLER, I. (2001)

Fluktuationsneigung und Commitment, eine empirische Betrachtung bei F&E-Mitarbeitern, Berichte der Werkstatt für Organisations- und Personalforschung e.V., Berlin, 2001, Zugriff über [ONLINE 63] am 24.08.09

WIECZORREK, H.W./ MERTENS P. (2007)

Management von IT-Projekten, 2. überarbeitete und erweiterte Auflage, Berlin/Heidelberg, 2007

WIEDEMANN, C. (1998)

Neuronale Netze und Fuzzy-Logik in der Neuprodukt-Erfolgsfaktorenforschung, Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Wirtschaftswissenschaften, Passau, 1998

WILDEMANN, H. / KERSTEN, W. (2000)

Kundenorientiertes Management der Software-Entwicklung. Zeitschrift für Betriebswirtschaft. 70 (Nr.11):1215-1239.

WILKENS, U. (2004)

Management von Arbeitskraftunternehmern – Psychologische Vertragsbeziehungen und Perspektiven für die Arbeitskräftepolitik in wissensintensiven Organisationen, Habilitationsschrift an der technischen Universität Chemnitz, 2004

WIND, Y. (1984)

A Framework for Classifying New-Product Forecasting Models, in Wind, Y./Mahajan, V./Cardozo, R.N. (Hrsg.): New Product Forecasting, Lexington, 1994

WIRTSCHAFTSLEXIKON24.net (2008)

Erwerbswirtschaftliches Prinzip, o.O., 2008, Zugriff über [ONLINE 64] am 28.10.2008

WIRTZ, R. (2006),

Das V-Modell im internationalen Umfeld, erschienen in: IT-Projekte erfolgreich mit dem V-Modell XT, Hrsg.: Broy, M. / Rausch, A. / Ternite, T./ Cruz, D./ Kuhrmann, M., Technische Universität München, Tagungsband zum 2. Jahreskongress, 2006, Zugriff über [ONLINE 65] am 15.08.2009

WITTINK, D.R./CATTIN, P. (1989)

Commercial use of conjoint analysis: An update. Journal of Marketing, 53, S. 91-96.

WITTINK, D.R./ VRIENS, M./BRUHENNE, W. (1994),

Commercial Use of Conjoint Analysis in Europe: Results and Critical Reflections, in International Journal of Research in Marketing, Vol.11, S.41-52, 1994

WÖHE, G. (2005)

Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 22. Auflage, München, 2005

WYSER, J. DR. / WÖLL, P. (2002)

IT-Kosten und IT-Performance – Betriebswirtschaftliche Studie der Schweizer Informatikabteilungen, durchgeführt von Ernst&Young, o.O. 2002 Zugriff über [ONLINE 66] am 20.05.2008

X

XOX Industrie IT (o.J.)

Embedded Systems – die Hidden Champions der Industrie, Zugriff über [ONLINE 67] am 17.09.2009

Z

ZAHRNT, CH. (2004)

Ursachen für Misserfolg oder für Erfolg von IT-Projekten, Zugriff über [ONLINE 68] am 29.07.2009

ZAHRNT, CH. (2008)

IT-Projektverträge: Rechtliche Grundlagen, Heidelberg, 2008

ZAYER, E. (2007)

Verspätete Projektabbrüche in F&E – eine verhaltensorientierte Analyse, Wiesbaden, 2007

ZEHLER, T. (2004)

Software-Entwicklung im Bereich Finanzdienstleistungen, Eine Veröffentlichung des VSEK Projekts, Version 1.0 vom 03.06.2004

ZOGG, A. (1974)

Systemorientiertes Projektmanagement, Zürich, 1974

Verzeichnis der Online-Quellen

KURZ	LINK
[ONLINE 1]	http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Querschnittsveroeffentlichungen/WirtschaftStatistik/VerdiensteArbeitskosten/Arbeitszeitunternehmensbefragung,property=file.pdf
[ONLINE 2]	http://www.wi.uni-muenster.de/inst/arbber/ab117.pdf
[ONLINE 3]	http://www.pdf.berkemeyer.net/Gallup-Studie.pdf
[ONLINE 4]	http://www.bitkom.org/files/documents/Studie_BITKOM_Embedded-Systeme_11_11_2008.pdf
[ONLINE 5]	http://www.bitkom.org/files/documents/EingebetteteSysteme_web.pdf
[ONLINE 6]	http://pages.unibas.ch/wwz/stat/lehre/ss03/riphahn/Thesen7.pdf
[ONLINE 7]	http://www.bundesfinanzministerium.de/nn_4314/DE/BMF__Startseite/Service/Downloads/Abt__II/Personalkostens_C3_A4tze_202006,templateId=raw,property=publicationFile.pdf
[ONLINE 8]	http://www.orghandbuch.de/nn_412522/OrganisationsHandbuch/DE/2__Vorgehensmodell/21__Projektvorbereitung/213__Risikomanagement/risikomanagement-node.html?__nnn=true
[ONLINE 9]	http://www.pt-it.pt-dlr.de/_media/Embedded_Systems_Infoblatt.pdf
[ONLINE 10]	http://www.bmg.bund.de/cln_169/nn_1168248/SharedDocs/Downloads/DE/Statistiken/Gesetzliche-Krankenversicherung/Geschaeftergebnisse/Krankenstand-April2008,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Krankenstand-April-2008.pdf
[ONLINE 11]	http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/wi-enzyklopaedie/lexikon/uebergreifendes/Kontext-und-Grundlagen/Markt/Softwaremarkt/Individualsoftware
[ONLINE 12]	http://btn1x2.inf.uni-bayreuth.de/apache/publications/daubner/Informatik-2003.pdf
[ONLINE 13]	http://www.inar.de/index.php?op=printView&articleId=9003&blogId=1
[ONLINE 14]	http://www4.informatik.tu-muenchen.de/publ/papers/Tagungsband-CR.pdf
[ONLINE 15]	http://www.insead.edu/facultyresearch/centres/elab/publications/docs/Insead%20report4.pdf
[ONLINE 16]	http://www.wiwi.uni-jena.de/Papers/wp-sw1406.pdf
[ONLINE 17]	http://www.cs.uni-paderborn.de/uploads/tx_sibibtex/Entwicklungsprozess_von_Web-Anwendungen.pdf
[ONLINE 18]	http://www2.eycom.ch/publications/items/saas_it_costs/de.pdf

[ONLINE 19]	http://www.bpb.de/themen/4VXBTJ,1,0,FOSS_die_Firma_und_der_Markt.html
[ONLINE 20]	http://www.gfu.de/srv/easyedit/home/sl_1264763579594/link01/de_CEMarkt2008.pdf
[ONLINE 21]	http://www.isi.fhg.de/publ/downloads/isi00b69/software.pdf
[ONLINE 22]	http://www.bpb.de/themen/6UGKXC,0,0,Die_gro%DFe_Welt_der_vielen_Kleinen.html
[ONLINE 23]	http://swt.cs.tu-berlin.de/lehre/sepr/ws0607/referate/Vorgehensmodelle-XP_Ausarbeitung.pdf
[ONLINE 24]	www.gpm-ipma.de/docs/fdownload.php?download=Effi-Studie
[ONLINE 25]	http://www.gpm-ipma.de/docs/showsite.php?menu=0101050203
[ONLINE 26]	http://www.gpm-ipma.de/fileadmin/user_upload/Know-How/Ergebnisse_Erfolg_und_Scheitern-Studie_2008.pdf
[ONLINE 27]	http://www.gpm-ipma.de/docs/showsite.php?menu=0101&GSAG=30339aa649270f9d1520b2fa67d3d514
[ONLINE 28]	http://www.bpb.de/themen/NU92NK,0,Zirkulieren_plus_Zahlen.html
[ONLINE 29]	http://www.uni-hamburg.de/fachbereiche-einrichtungen/fb03/ihtm/rp4.pdf
[ONLINE 30]	http://v-mo-dell.iabg.de/index.php?option=com_content&task=view&id=50&Itemid=39
[ONLINE 31]	http://www.redbooks.ibm.com/redbooks/pdfs/sg247244.pdf
[ONLINE 32]	ftp://ftp.software.ibm.com/software/rational/web/datasheets/RUP_DS.pdf
[ONLINE 33]	http://www.bus.iastate.edu/tiwana/pdfs/j/isj2005.pdf
[ONLINE 34]	http://opensource.mit.edu/papers/
[ONLINE 35]	http://www.luenendonk.de/standard_software.php
[ONLINE 36]	http://www.luenendonk.de/it_beratung.php
[ONLINE 37]	http://www.ceh.nasa.gov/downloadfiles/Web%20Links/cost_hb_public-6-5.pdf
[ONLINE 38]	http://ig.cs.tu-berlin.de/oldstatic/Think-Ahead.ORG/pdfs/II-2-Luthiger.pdf
[ONLINE 39]	http://www.conjointanalysis.net/CANet/Manuskripte/CAEinsatz.pdf
[ONLINE 40]	http://www.projektmagazin.de/magazin/abo/download/2003/14032_Risikokommunikation.pdf
[ONLINE 41]	http://www.sigs.de/publications/os/2006/01/oestereich_OS_01_06.pdf
[ONLINE 42]	http://www.projektmagazin.de/glossar/gl-0088.html
[ONLINE 43]	http://www.projektmagazin.de/glossar/gl-0090.html
[ONLINE 44]	http://www.projektmagazin.de/glossar/gl-0299.html
[ONLINE 45]	http://www.projektmagazin.de/glossar/gl-0060.html
[ONLINE 46]	http://www.projektmagazin.de/glossar/gl-0386.html
[ONLINE 47]	http://widi.berlios.de/paper/study.html

[ONLINE 48]	http://www.it-agile.de/agilerfestpreis.html
[ONLINE 49]	http://www.sdtimes.com/article/story-20070301-01.html
[ONLINE 50]	http://www4.in.tum.de/publ/papers/Rum01.pdf
[ONLINE 51]	http://www.highscore.de/uml/
[ONLINE 52]	http://www.siegfried-seibert.de/uploads/WI-PPC/PC05_Aufwandsschaetzung.pdf
[ONLINE 53]	http://www.marktforschung.de/information/fachartikel/marktforschung/preisanalysen-conjoint-analyse/
[ONLINE 54]	http://www.faz.net/s/RubC43EEA6BF57E4A09925C1D802785495A/Doc~EB401199C63E34A079AF2EC08180A8303~ATpl~Ecommon~Scontent.html
[ONLINE 55]	http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/zdw/2007/PD07__032__p002.psml
[ONLINE 56]	http://www.ibm.com/developerworks/rational/library/nov06/temnenco/
[ONLINE 57]	http://www.projectsmart.co.uk/docs/chaos-report.pdf
[ONLINE 58]	http://www.standishgroup.com/chaos/intro2.php
[ONLINE 59]	http://hagentrinter.de/geld-verdienen-mit-freeware-56
[ONLINE 60]	http://alt.pmqs.de/cms/20051129_Erfassung_und_Nutzung_historischer_Projektdatei.pdf
[ONLINE 61]	http://de.statista.com/statistik/diagramm/studie/87110/filter/87231/fcode/9/umfrage/marken--preisbewusstsein-beim-kauf-von-pc-software/#info
[ONLINE 62]	http://www.v-modell-xt.de/
[ONLINE 63]	ftp://hermes.unibw-hamburg.de/werkstatt/berichte/bericht06.pdf
[ONLINE 64]	http://www.wirtschaftslexikon24.net/d/erwerbswirtschaftliches-prinzip/erwerbswirtschaftliches-prinzip.htm
[ONLINE 65]	http://www4.informatik.tu-muenchen.de/publ/papers/Tagungsband-CR.pdf
[ONLINE 66]	http://www2.eycom.ch/publications/items/saas_it_costs/de.pdf
[ONLINE 67]	http://www.xoxind.de/wp-content/uploads/embedded-systems-die-hidden-champions-der-industrie-ll-081010.pdf
[ONLINE 68]	http://www.dpunkt.de/leseproben/2263/Kapitel_1.pdf