

## Bachelorarbeit

# Konzipierung eines Vorgehensmodells für die strukturierte Expertenschätzung

**Christian Grotherr**

---

Christian.Grotherr@gmx.de

Studiengang Wirtschaftsinformatik

Matr.-Nr. 6245556

Fachsemester 6

Betreuer: Dr. Gryczan

Erstgutachter: Dr. Gryczan

Zweitgutachter: Prof. Dr. Böhmman

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VI
Zusammenfassung	VII
<b>1 Problemstellung</b>	<b>1</b>
1.1 Untersuchungsanlässe . . . . .	1
1.1.1 Bedeutung der Aufwandsschätzung für ein Software- und Beratungsunternehmen . . . . .	1
1.1.2 Gefahren der Aufwandsschätzung . . . . .	1
1.1.3 Aufwandsschätzverfahren in Forschung und Praxis . . . . .	2
1.1.4 Vorzüge der Expertenschätzung gegenüber den modellbasierten Schätzverfahren . . . . .	4
1.2 Unzulänglichkeiten und Risiken einer unstrukturierten Expertenschätzung . .	4
1.3 Forschungsbedarf im Bereich der Expertenschätzung . . . . .	5
1.4 Zentrale Forschungsfrage der Untersuchung . . . . .	6
1.5 Ablauf der Untersuchung . . . . .	8
<b>2 Grundlegendes zur Perspektive der Untersuchung</b>	<b>9</b>
2.1 Verbesserung der Expertenschätzung aus der Sicht der Praxis . . . . .	9
2.1.1 Vorstellung des betrachteten mittelständischen Software- und Beratungsunternehmens PPI AG . . . . .	9
2.1.2 Der Weg zur Professionalisierung der Aufwandsschätzung . . . . .	11
2.2 Begriffserläuterungen . . . . .	12
2.3 Anforderungen an ein Schätzverfahren . . . . .	13
2.4 Vorzüge einer strukturierten Expertenschätzung . . . . .	14
<b>3 Vorstellung eines Vorgehensmodells für die strukturierte Expertenschätzung</b>	<b>15</b>
3.1 Hinführung zum strukturierten Vorgehensmodell . . . . .	16
3.2 Schnittmengen der Aufwandsschätzung mit verschiedenen Projektrollen . . .	16
3.3 Informationserfassung und -verarbeitung während der Aufwandsschätzung . .	19
3.4 Aufwandsschätzzeitpunkte und Aktivitäten im Schätzprozess . . . . .	20
<b>4 Detaillierte Betrachtung der Tätigkeiten und Einflüsse im Schätzprozess</b>	<b>22</b>
4.1 Verhinderung von Schätzverzerrungen durch psychologische Faktoren . . . . .	22
4.1.1 Schätzverzerrung durch unternehmenspolitische Zielkonflikte . . . . .	23
4.1.2 Schätzverzerrung durch den Ankereffekt und durch irrelevante Informationen . . . . .	25
4.1.3 Schätzverzerrung durch die Überschätzung der eigenen Leistungsfähigkeit	27

4.2	Vorbereitende Maßnahmen vor Beginn der Aufwandsschätzung . . . . .	29
4.2.1	Grundsätze für eine hohe Schätzqualität . . . . .	29
4.2.2	Informationsgrundlagen für die Aufwandsschätzung . . . . .	30
4.2.3	Verbesserung der Schätzgenauigkeit durch die Verkleinerung des Schätzobjekts . . . . .	32
4.3	Verbesserung der Schätzzuverlässigkeit durch Gruppendiskussionen . . . . .	34
4.3.1	Gründe für und gegen Gruppendiskussionen . . . . .	34
4.3.2	Vorbereitung der Gruppendiskussion . . . . .	35
4.3.3	Varianten der Gruppendiskussion und -schätzung . . . . .	37
4.4	Erhöhung der Schätzgenauigkeit durch die Kombination von Schätzverfahren . . . . .	40
4.4.1	Bottom-up-Aufwandsschätzung durch Projektzerlegung . . . . .	42
4.4.2	Unterscheidung zwischen Produkt- und Projektschätzung bei der Aufwandsschätzung . . . . .	42
4.4.3	Top-down-Schätzung und Plausibilisierung durch Vergleich mit abgeschlossenen Projekten . . . . .	48
4.5	Einsatz der Dreipunkt-Schätzung zur Verbesserung der Schätzzuverlässigkeit . . . . .	49
4.6	Hinreichende Risikoberücksichtigung in der Aufwandsschätzung . . . . .	57
4.6.1	Bedeutung von Risiken für die Aufwandsschätzung . . . . .	57
4.6.2	Die Verzahnung von Aufwandsschätzung mit dem Risikomanagement . . . . .	57
4.6.3	Risikoanalyse . . . . .	57
4.6.4	Risikoportfolio: Einordnung der Risiken und Gegenmaßnahmen . . . . .	58
4.6.5	Risikocheckliste . . . . .	58
4.6.6	Umgang mit Risiken . . . . .	61
4.6.7	Fortlaufende Kontrolle der Risiken . . . . .	61
4.6.8	Unzulänglichkeiten des Risikomanagements . . . . .	61
4.7	Abschluss der Schätzphase durch Evaluation des Schätzprozesses . . . . .	63
4.8	Rückwirkungen und Einflüsse auf die Aufwandsschätzung von anderen Projektaktivitäten . . . . .	65
4.8.1	Zwei-Phasen-Schätzung durch Rückkopplungsprozesse . . . . .	65
4.8.2	Trennung von Aufwandsschätzung und Ressourcenplanung . . . . .	66
4.8.3	Die Produktivität eines Teams als Problem der zutreffenden Aufwandsschätzung . . . . .	66
4.8.4	Rückwirkungen auf die Aufwandsschätzung bei Überschreitung des Budgetrahmens . . . . .	68
4.9	Die Rolle des Managements für die Zuverlässigkeit der Aufwandsschätzung . . . . .	70
4.9.1	Rolle des Projektmanagements . . . . .	70
4.9.2	Sicherstellung der Verbindlichkeit der Anforderungen . . . . .	72
4.9.3	Die Unzulänglichkeiten des Projektmanagements: Die vermeintliche Punktlandung . . . . .	74
4.9.4	Planerische Tätigkeiten: Abhängigkeiten zu anderen Projekten analysieren . . . . .	74
4.10	Kontrolle von Projekten zur Gewährleistung der Schätzzuverlässigkeit . . . . .	75
4.11	Erfahrungsdatensammlung zur Verbesserung der Schätzqualität . . . . .	77

4.11.1	Gründe für die Dokumentation . . . . .	77
4.11.2	Mögliche Widerstände gegen den Aufbau einer Erfahrungsdatenbank .	78
4.11.3	Auswahl der projektbezogenen Eingabedaten für die Erfahrungsdatenbank	79
4.11.4	Mögliche Formen für eine Erfahrungsdatenbank . . . . .	80
4.11.5	Schlussfolgerung für die Einführung einer Erfahrungsdatenbank . . . .	80
<b>5</b>	<b>Fazit</b>	<b>81</b>
5.1	Zusammenfassendes Ergebnis . . . . .	81
5.2	Limitationen der Untersuchungsergebnisse . . . . .	82
5.3	Ausblick auf Lehre und Forschung im Bereich der Aufwandsschätzung . . . .	83
	<b>Literatur</b>	<b>VIII</b>
<b>A</b>	<b>Anhang</b>	<b>XVII</b>
A.1	Leitfaden für Interviews . . . . .	XVII
A.2	Konus der Unsicherheit . . . . .	XXXIV
A.3	Kano Modell . . . . .	XXXV

---

# Abbildungsverzeichnis

2.1	Allgemeine Anforderungen an ein Schätzverfahren und Beurteilung, welche von der Expertenschätzung erfüllt werden . . . . .	14
3.1	Vorgehensmodell für eine strukturierte Expertenschätzung . . . . .	17
3.2	Beteiligte Projektrollen bei der Aufwandsschätzung . . . . .	18
3.3	Lebenszyklus des Schätzprozesses . . . . .	20
4.1	Preisdruck auf die Aufwandsschätzung . . . . .	24
4.2	Von der Schätzung zum Angebotspreis . . . . .	25
4.3	Faktoren, die eine Schätzverzerrung bei der Expertenschätzung hervorrufen können	28
4.4	Grundsätzliche Vorgehensweise bei einer Gruppendiskussion . . . . .	38
4.5	Kombiniertes Schätzverfahren aus Bottom-up- und Top-down-Schätzung zur Plausibilisierung . . . . .	41
4.6	Kostentreiber für das Gesamtprojekt . . . . .	43
4.7	Kosteneinflussfaktoren auf das Produkt . . . . .	44
4.8	Kosteneinflussfaktoren auf das Projekt . . . . .	44
4.9	Kosteneinflussfaktoren-Checkliste für die Projektbewertung . . . . .	47
4.10	Unterschied zwischen Normal- und Beta-Verteilung . . . . .	50
4.11	Unterscheidung zwischen Beta- und Dreiecksverteilung . . . . .	52
4.12	Aufwandsbudget mit x% Eintrittswahrscheinlichkeit und Berechnung . . . . .	54
4.13	Projektbezogenes Risikoportfolio mit Beispielen und Konsequenzen für die Aufwandsschätzung . . . . .	59
4.14	Beispiel für eine Risikocheckliste . . . . .	60
4.15	Validierungscheckliste zur Evaluation des Schätzprozesses . . . . .	64
4.16	Rückkopplung zwischen Projektaktivitäten . . . . .	65
4.17	Iterative Aufwandsschätzung und Ressourcenplanung . . . . .	66
4.18	Iterative Aufwandsschätzung und -kalkulation . . . . .	69
4.19	Die Auswirkungen der projektbegleitenden Aufwandskontrolle durch die Managementrollen auf die Schätzzuverlässigkeit . . . . .	71
4.20	Eingriffe des Projektmanagements nach einer Projektfortschrittskontrolle . . . . .	76
A.1	Konus der Unsicherheit . . . . .	XXXIV
A.2	Kano-Modell . . . . .	XXXV

## Tabellenverzeichnis

1.1	Negative Einflussfaktoren auf die Aufwandsschätzung und deren Qualität . . .	7
4.1	Beispielsrechnung für Bottom-up- und Top-down-Schätzung im Zusammenhang mit dem Gesetz der großen Zahlen . . . . .	33
4.2	Vergleichsrechnung 1: pessimistische und optimistische PERT-Dreipunkt-Schätzung und Dreiecksverteilung . . . . .	53
4.3	Vergleichsrechnung 2: pessimistische und optimistische PERT-Dreipunkt-Schätzung und Dreiecksverteilung . . . . .	53
4.4	Beispiel für Risikoberechnung . . . . .	62

---

# Abkürzungsverzeichnis

<b>Bsp.</b>	Beispiel
<b>bspw.</b>	beispielsweise
<b>bzw.</b>	beziehungsweise
<b>COCOMO</b>	Constructive Cost Model
<b>CMMI</b>	Capability Maturity Model Integration
<b>DB</b>	Datenbank
<b>d.h.</b>	das heißt
<b>engl.</b>	englisch
<b>etc.</b>	et cetera
<b>evtl.</b>	eventuell
<b>inkl.</b>	inklusive
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization
<b>ggf.</b>	gegebenenfalls
<b>NEF</b>	negativen Einflussfaktoren
<b>PERT</b>	Program Evaluation and Review Technique
<b>PT</b>	Personentag
<b>Sa</b>	Satzung
<b>sog.</b>	sogenannte
<b>u.A.</b>	unter Anderem
<b>vgl.</b>	vergleiche
<b>z.B.</b>	zum Beispiel
<b>z.T.</b>	zum Teil

---

# Zusammenfassung

Die Expertenschätzung (*engl. expert estimation* oder *expert judgement*) ist in der Praxis das mit Abstand am häufigsten verwendete Aufwandsschätzverfahren für Softwareprojekte. Diverse empirische Untersuchungen konnten bislang nicht den Beweis erbringen, dass die modellbasierten Schätzverfahren zu genaueren und zuverlässigeren Ergebnissen führen.

Die Expertenschätzung basiert vor allem auf Intuition und Erfahrung des Schätzers, ist in der Regel wenig dokumentiert und deshalb intersubjektiv schwer überprüfbar. Infolge der starken Subjektivität der unstrukturierten Expertenschätzung, die aus Zeitmangel allzu oft „ad-hoc“ in der Praxis eingesetzt wird, kann das Schätzergebnis in Einzelfällen leicht durch Inkonsistenzen im Schätzprozess oder durch eine Schätzverzerrung resultierend aus bewussten oder unbewussten Interessenlagen des Schätzers von dem tatsächlich festgestellten Aufwand des abgeschlossenen Projekts abweichen und ggf. zum Verlustgeschäft führen. Der Entscheidungsprozess jedes Menschen ist intransparent, sodass mögliche Einflüsse auf den Schätzprozess und das Schätzergebnis nicht erkennbar sind.

Um die Expertenschätzung zu verbessern, müssen der kognitive Prozess der Entscheidungsfindung und die bewussten und unbewussten Auswirkungen von Wechselwirkungen auf das Schätzergebnis verstanden werden. Ansätze zur verbesserten Strukturierung der Expertenschätzung sind in der wissenschaftlichen Literatur wenig zu finden. Die vereinzelt vorzufindenden Verbesserungsvorschläge beziehen sich auf einzelne Teilbereiche, ohne das Schätzverfahren im Gesamtbild zu untersuchen und zu strukturieren.

Eine strukturierte Vorgehensweise bei der Expertenschätzung unter der Berücksichtigung des Faktors Mensch zielt auf einen nachvollziehbaren und wiederholt ausführbaren Schätzprozess ab. Hauptaugenmerk ist dabei nicht allein die Schätzgenauigkeit zu verbessern, sondern eine höhere Schätzqualität unternehmensweit zu etablieren. Nicht die Betrachtung von Teilgebieten der Aufwandsschätzmethoden, sondern die ganzheitliche Sichtweise auf die Aufwandsschätzung und das Verfahren stellen den Untersuchungsgegenstand dar.

Damit rückt die Entwicklung eines Vorgehensmodells für die strukturierte Expertenschätzung in den Fokus der Untersuchung. Primäres Ziel der Arbeit ist nicht – wie es die wissenschaftliche Forschung über Jahrzehnte versucht hat – Alternativen zur Expertenschätzung zu untersuchen oder zu entwickeln, sondern das Aufwandsschätzverfahren selbst zu verbessern, insbesondere zu formalisieren, reglementieren und verobjektivieren mit dem Ergebnis, Unsicherheiten während des Schätzprozesses zu minimieren und die Schätzqualität zu erhöhen.

# 1 Problemstellung

Die Problemstellung wird auf die Bedeutung der Untersuchung im Bereich der Aufwandsschätzung und auf die Unzulänglichkeiten der *unstrukturierten* Expertenschätzung eingehen und den Bedarf aufzeigen, diese Schwächen durch die Einführung eines strukturierten Vorgehensmodells zu reduzieren.

## 1.1 Untersuchungsanlässe

### 1.1.1 Bedeutung der Aufwandsschätzung für ein Software- und Beratungsunternehmen

Aus der Sicht des Projektmanagements eines Software- und Beratungsunternehmens wird die Aufgabe der genauen und zuverlässigen Aufwandsschätzung als sehr bedeutsam für den Projekterfolg angesehen. In Studien von *A. Lederer* und *J. Prasad* in den Jahren 1992 und 1995 äußerten 84% der befragten Versuchsteilnehmer aus dem Projektmanagement diese Auffassung [LP92, S. 52], [LP95, S. 128]. Sie beschreiben diese Projektstätigkeit jedoch als eine der schwierigsten Aufgaben im Rahmen des Projektmanagements, die oftmals nicht zufriedenstellende Ergebnisse liefert [Yan+08, S. 258].

Das Hauptziel der Aufwandsschätzung besteht darin, den zeitlichen und finanziellen Rahmen eines Softwareprojekts zu ermitteln. Die Aufwandsschätzung wird weiterhin genutzt, um [KJS05, S. 14], [Yan+08, S. 254], [Man+11, S. 568]

- den Budgetrahmen für das Projektteam festzulegen,
- aus dem Budgetrahmen mit Zuschlägen den Angebotspreis als Basis für die Vertragsverhandlungen zu ermitteln,
- unternehmensinterne Preise durch eine Kosten-/Nutzenanalyse in einer Vorstudie zu ermitteln, damit der Preis für ein Projekt angegeben werden kann, der einen Gewinn erzielen lässt,
- die Projektplanung mit dem Ressourcen- und Personalbedarf durchführen zu können,
- Projektprioritäten im Vergleich zu anderen Projekten festzulegen.

Die Aufwandsschätzung tritt damit sowohl im Außenverhältnis bei der Angebots- und Vertragsgestaltung als auch im Innenverhältnis bei der Ressourcenplanung in Erscheinung [KJS05, S. 14].

### 1.1.2 Gefahren der Aufwandsschätzung

Die Aufwandsschätzung findet bei Softwareprojekten in frühen Projektphasen und oft unter großem Zeit- und Termindruck statt. Die Angebotsabgabe erfolgt in diesem Fall „ad-hoc“ und intuitiv „aus dem Bauch“ heraus ohne Anwendung eines systematischen Schätzverfahrens [Sei05a, S. 2]. Jedoch birgt dieses Vorgehen große Risiken. Der Aufwand, die Zielvorstellungen und der Zeitplan werden häufig vor der Genehmigung eines Projekts konkret festgelegt, obwohl über den Inhalt und die Anforderungen des Mandanten oftmals keine ausreichenden Informationen vorliegen. Die Gefahr der Aufwandsschätzung liegt für den Dienstleister in der Unterschätzung des Gesamtaufwands. Wenn der tatsächliche Aufwand zu niedrig geschätzt wird, ergibt sich hieraus ein Verlustprojekt.

Für den Mandanten wird es in diesem Fall problematisch, wenn als Folge daraus die Funktionen und die Qualität der Software soweit reduziert werden, dass der Budgetrahmen eingehalten wird. Derartige Gegensteuerungsmaßnahmen für eine Fehlkalkulation bei der Aufwandsschätzung müssen aus Sicht des Dienstleisters als kurzfristiger Erfolg angesehen werden, da sie langfristig die Kundenzufriedenheit verringern und die möglichen Kosten aus einer Mangelgewährleistung den Gesamtgewinn des Unternehmens reduzieren.

In der *CHAOS-Studie der Standish Group* aus dem Jahre 1994 wurde bei über 50% der Softwareprojekte von einer Budgetüberschreitung von bis zu 189% berichtet [The95, S. 2]. Die Verifizierung dieser Zahl wurde in Untersuchungen bereits in der Literatur diskutiert, denn Studien in Unternehmen haben ergeben, dass das Ausmaß weitaus geringer einzuschätzen ist. Ergebnisse dieser Studien zeigen, dass 60–80% der Projekte durchschnittlich 30–40% über dem geschätzten Aufwand liegen [MJ03, S. 208ff]. Auch wenn diese Ergebnisse der Studien im untersuchten Software- und Beratungsunternehmen strittig sind, kann dennoch ein Zusammenhang zwischen der Größe von Projekten und dem Ausmaß von Budgetüberschreitungen aufgrund der Zunahme von Unsicherheitsfaktoren angenommen werden [INT13a], [Yan+08, S. 257].

Die Kalkulation von hohen Risikozuschlägen in der Praxis scheint infolge der häufigen Budgetüberschreitungen deshalb im ersten Moment plausibel. Die Problematik dieser Vorgehensweise besteht darin, dass die Aufwandsschätzung keinen unangemessenen Unsicherheitszuschlag aufweisen sollte, denn es besteht die Gefahr des Verlusts des Projektauftrags an einen Wettbewerber [INT13a], [INT13b].

Auch der rechtliche Druck und die Verantwortung der Unternehmensleitung im Umgang mit Risiken ist gewachsen. Die Professionalisierung der Aufwandsschätzung ist ein Schritt, der Pflicht der Prävention von Unternehmensrisiken nach dem Gesetz zur Kontrolle und Transparenz im Unternehmensbereich (KonTraG) und der persönlichen Haftung des Vorstands für bestimmte Sachverhalte nach dem Aktiengesetz (AktG) nachzukommen (siehe 4.6 Hinreichende Risikobetrückung in der Aufwandsschätzung, Seite 57) [KJS05, S. 14]. Aus diesem Grund ist eine genaue und zuverlässige Aufwandsschätzung für die Existenz eines Software- und Beratungsunternehmens essentiell, um am Markt ein starker Wettbewerber zu sein und in gleicher Weise der Gefahr eines Verlustprojekts entgegenzuwirken.

### 1.1.3 Aufwandsschätzverfahren in Forschung und Praxis

#### (1) Akzeptanz der Expertenschätzung in der Praxis

Empirische Untersuchungen und Metastudien über Fachzeitschriftenartikel aus dem Bereich Aufwandsschätzung von *M. Jørgensen* haben ergeben, dass die Expertenschätzung in der Praxis mit einem Anteil von 78–83% das am weitesten verbreitete Schätzverfahren für Softwareprojekte ist, sich jedoch nur zwischen 15–17% der englischsprachigen Fachzeitschriftenartikel mit der Thematik der Expertenschätzung auseinandersetzen. Die Expertenschätzung hat in der Literatur gegenüber den modellbasierten Schätzverfahren in den letzten Jahrzehnten eine untergeordnete Rolle gespielt [Jør04, S. 38ff], [JS07, S. 39]. Diese Form der Expertenschätzung basiert vor allem auf der Intuition und der Erfahrung des Schätzers und ist für Außenstehende schwer nachvollziehbar, da Annahmen und Entscheidungsgründe oftmals nicht dokumentiert werden.

Die Forschungsinteressen der Wissenschaftler waren deshalb schwerpunktmäßig darauf fokussiert, die als inkonsistent und unstrukturiert angesehene Expertenschätzung („Daumenregel“ [Jon96]) durch andere Schätzverfahren zu ersetzen anstatt ein Vorgehen zu entwickeln, welches zu einer Verbesserung der Schätzqualität bei der Expertenschätzung beitragen kann [JS07, S. 39].

Eine Ausnahme von dieser allgemeinen Tendenz in der Literatur stellt *Magne Jørgensen*, Professor an der Universität Oslo und Wissenschaftler an dem norwegischen Forschungsinstitut Simula Research Laboratory <sup>1</sup>, dar. Vor dem Hintergrund der Identifizierung der Chancen und Risiken der Expertenschätzung durch eine Vielzahl empirischer Untersuchungen und Metastudien seit 1999 [Mac10, S. 373] bildet *M. Jørgensen* einen Gegenpol zu den modellbasierten Schätzverfahren und kann als Vorreiter in dem Forschungsgebiet der Expertenschätzung angesehen werden [JBR09, S. 14]. Angesichts dieser Tatsache müssen eine Vielzahl seiner Werke zum Thema Expertenschätzung eine zentrale Rolle in wissenschaftlichen Untersuchungen spielen, was nicht als einseitige Quellenorientierung interpretiert werden sollte.

## **(2) Geringe Verbreitung der modellbasierten Schätzverfahren in der Praxis**

Modellbasierte Schätzverfahren sowie deren Einflussfaktoren sind in der Literatur zahlreich diskutiert worden [Jør04, S. 39]. Klassische Schätzverfahren wie das „Constructive Cost Model“ (COCOMO) oder die „Function-Points“ beziehen sich jedoch primär auf Eigenentwicklungsprojekte mit einem Wasserfall-Vorgehensmodell und wurden für größere Unternehmen aus der Luft- und Raumfahrt entwickelt [Sei05b, S. 10]. Der bekannteste Hauptvertreter der modellbasierten Verfahren ist *Barry W. Boehm*. Er hat mit seiner Veröffentlichung „*Software Engineering Economics*“ im Jahre 1981 den Grundstein der wissenschaftlichen Aufbereitung der Aufwandsschätzung gelegt [Boe81].

Die Ablehnung der modellbasierten Schätzverfahren in der Praxis wird vor allem mit deren Komplexität begründet. Sie sind ohne Schulungen kaum verständlich [INT13g], [INT13a], [MJ03, S. 21], [JBR09, S. 17]. Diese müssen – bevor sie genaue Schätzergebnisse liefern – auf die organisatorischen Eigenschaften justiert werden und erfordern unternehmerische Erfahrungsdaten aus früheren Projekten [Yan+08, S. 254ff]. Auf den Aufbau einer Erfahrungsdatenbank wird in der Unternehmenspraxis aus Kosten- und Zeitgründen und wegen des aufwendigen Einführungsprozesses oftmals verzichtet. Dies stellt nicht nur ein Defizit für die Kalibrierung der modellbasierten Schätzverfahren dar, sondern limitiert die Möglichkeit, aus vergangenen Projekten Wissen zu generieren und dieses zu einer Verbesserung der Expertenschätzung einzusetzen (siehe 4.11 Erfahrungsdatensammlung zur Verbesserung der Schätzqualität, Seite 77). Die Eignung der modellbasierten Schätzverfahren wie bspw. den Function-Points für die Bewertung von homogenen Systemen wird den Anforderungen von modernen IT-Projekten angesichts der steigenden Einführung von Standardsoftware sowie der Integration von Systemen nicht gerecht, da sie sich in der Aufwandsschätzung von den Eigenentwicklungsprojekten unterscheiden [INT13a], [FA10, S. 260].

Eine weitere Schwäche der modellbasierten Schätzverfahren sind die Eingabeparameter, die aufgrund von Projektunsicherheiten bei frühen Schätzzeitpunkten nicht mit hinreichender Sicherheit bestimmt werden können [Str+07, S. 106]. Die scheinbare Objektivität der modellbasierten

---

<sup>1</sup>Simula Research Laboratory, [www.simula.no](http://www.simula.no)

Schätzverfahren wird dadurch widerlegt, dass die Feinjustierung und Kalibrierung der Eingaben von Experten vorgenommen wird. Somit ist die Durchführung der Berechnung frei von subjektiven Einflüssen und folgt einem standardisierten Vorgehen, die Vorbereitung der Eingaben sowie die Interpretation der Ergebnisse unterliegt dennoch der Subjektivität und Inkonsistenz eines Individuums [JG05, Kapitel 2], [Li+08, S. 224], [JBR09, S. 16]. Daneben haben modellbasierte Schätzverfahren das Defizit, dass diese projektspezifische Informationen schwer bis gar nicht abbilden können [Mac10, S. 372]. Es ist deshalb ein Irrglaube, dass parametrische Modelle frei von Subjektivität sind, insbesondere wenn kein gelenkter und strukturierter Schätzprozess etabliert ist [MS11, S. 81].

### 1.1.4 Vorzüge der Expertenschätzung gegenüber den modellbasierten Schätzverfahren

Nach *M. Jørgensen* liegt der primäre Grund, dass modellbasierte Schätzverfahren der Expertenschätzungen in ihrer Genauigkeit grundsätzlich nicht überlegen sind und oftmals keine besseren Schätzergebnisse liefern, vor allem in dem fallspezifischen Wissen eines Experten, welches nicht in einem generalisierenden Modell abgebildet werden kann [Jør04, S. 37ff]. So sind in frühen Projektphasen nicht alle Anforderungen klar definiert und ein Mangel an Informationen und einer detaillierten Anforderungsanalyse lässt modellbasierte Verfahren keine validen Ergebnisse liefern. Experten hingegen können insbesondere, wenn keine empirischen Daten aus vergangenen Projekten verfügbar sind, mit ihrer Expertise und den kontextbezogenen Informationen im Vergleich zu modellbasierten Schätzverfahren genaue Schätzergebnisse erzeugen [Jør04, S. 42], [Jør07, S. 460], [JBR09, S. 14]. Der intuitive und schnelle Zugang zu den Schätzergebnissen ohne Verwendung von computergestützten Programmen und ohne Kalibrierung der Parameter auf unternehmensspezifische Merkmale ist ein klarer Vorzug der Expertenschätzung [RR01, S. 272], insbesondere vor dem Hintergrund eines hohen Zeitdrucks, der im „Tagesgeschäft“ des Projektmanagements und in der Softwareberatung vorherrscht [INT13f], [KJS05, S. 19]. Zudem liefert die Expertenschätzung bei instabilen Beziehungen bessere Ergebnisse, denn Unsicherheitsfaktoren wie eine unklare Anforderungsdefinition, mangelnde Kenntnisse in einer Technologie oder Widerstände beim Mandanten oder dem Entwicklungsteam können angemessen bewertet und berücksichtigt werden. Zudem können auch soziale Merkmale wie bspw. die Motivation und Vorkenntnisse eines Teams abbildet werden, die Einfluss auf die Produktivität im Projekt haben [WO96, S. 99], [Jør07, S. 453], [JBR09, S. 17].

## 1.2 Unzulänglichkeiten und Risiken einer unstrukturierten Expertenschätzung

### (1) Intransparenz der unstrukturierten Expertenschätzung

Die Studien in den von *M. Jørgensen* untersuchten Unternehmen haben ergeben, dass die Wahl des Schätzverfahrens aufgrund von Zeitmangel oftmals auf die „ad-hoc“-Expertenschätzung fällt [Jør04, S. 37], [KJS05, S. 19]. Auch wenn Experten Zusammenhänge und Probleme mithilfe ihrer Erfahrungen leicht identifizieren können, weißt die Form der unstrukturierten Expertenschätzung einige Schwächen im Bereich der Datensammlung und deren Interpretation auf. Die Vorgehensweise der Expertenschätzung wird als Intuition und kognitiver Prozess deklariert und ist kein expliziter, analytischer Vorgang, der leicht zugänglich und beurteilbar ist [Jør07, S. 451]. Eine

Kombination aus Logik, Menschenverstand, Fähigkeiten, Erfahrungen und Beurteilung führt dazu, dass die Entscheidung des Schätzers für einen bestimmten Aufwandsbetrag für Außenstehende schwer nachvollziehbar ist [RR01, S. 273]. Die Ergebnisse der Expertenschätzung sind damit einer intersubjektiven Überprüfung schwer zugänglich. Das in der Regel unstrukturierte Schätzverfahren bietet weder Transparenz noch werden bei unerfahrenen Schätzern regelmäßig genaue Schätzergebnisse erzielt.

### **(2) Inkonsistenzen in der unstrukturierten Expertenschätzung**

Ein weiteres Problem der unstrukturierten Expertenschätzung stellt die Inkonsistenz und das „Wunschdenken“ des Schätzers dar [JBR09, S. 16]. Eine Untersuchung von *S. Grimstad* und *M. Jørgensen* in Form von zwei Schätzexperimenten zeigte, dass eine Schätzgruppe, denen im Abstand von mehreren Monaten die gleichen Informationen über ein Schätzobjekt gegeben wurden, jedoch im zweiten Versuch eine anders formulierte Ausgangsbasis vorlag, verschiedene Ergebnisse in der Aufwandsschätzung zu den unterschiedlichen Zeitpunkten hervorbrachten. Gleiche Projektinformationen unter unterschiedlichen Darstellungsformen der Datengrundlagen und Zeitpunkten sowie durch den Einfluss irrelevanter Informationen führten zu abweichenden Schätzergebnissen, deren Divergenz im Rahmen von bis zu 71% liegen konnte (siehe 4.1.2 Schätzverzerrung durch den Ankereffekt und durch irrelevante Informationen, Seite 25)[GJ07, S. 1770].

Einflüsse durch unternehmenspolitische Ziele, Termindruck sowie persönliche und fachliche Erfahrungen führen zu Schätzverzerrungen. Sie sind für Außenstehende sowie z.T. für den Schätzer selbst schwer nachverfolgbar, müssen jedoch vermieden werden. Somit handelt es sich bei der Expertenschätzung häufig um eine „Black-Box-Schätzung“ [Har01, S. 60], [RR01, S. 276]. Die Überschätzung der eigenen Leistung stellt ebenfalls einen Faktor für fehlerhafte Schätzergebnisse durch unrealistische Erwartungen und Annahmen dar und wird in „4.1.3 Schätzverzerrung durch die Überschätzung der eigenen Leistungsfähigkeit“ auf Seite 27 näher behandelt.

### **(3) Bedeutung der Schätzgenauigkeit für den Schätzer als Arbeitnehmer**

Eine unstrukturierte Expertenschätzung ist aus der Sicht des Schätzers als Arbeitnehmer insofern nicht unproblematisch, denn bei vorsätzlicher oder grob fahrlässiger fehlerhafter Auftragskalkulation begeht er eine arbeitsvertragliche Pflichtverletzung und der Arbeitnehmer hat bei einem nachgewiesenen Vermögensschaden des Arbeitgebers diesem gegenüber Schadensersatz zu leisten. Eine vorwerfbare fehlerhafte Aufwandsschätzung kann z.B. vorliegen, wenn der Schätzer wesentliche Komponenten, die Kosten verursachen, unberücksichtigt gelassen oder unternehmensinterne Kalkulationsvorgaben missachtet hat (vgl. Urteile des Landesgerichts Hamm vom 17.02.2011, 8 Sa 1774/10; vom 22.11.2012, 8 Sa 714/12, juris-Rechtsportal). Insofern kann die Aufwandsschätzung aus der Sicht des Schätzers bis zu einem gewissen Grade als risikobehaftete Arbeit angesehen werden, die einer Strukturierung bedarf, um sich vor eventuellen Haftungsrisiken zu schützen.

## **1.3 Forschungsbedarf im Bereich der Expertenschätzung**

### **(1) Forschungsstand in der Wissenschaft**

Der Forschungsbedarf im Themenbereich der Expertenschätzung und der Fokus auf den Menschen wird in den Ergebnissen von Studien hervorgehoben [RR01, Kapitel 5], [JS07, S. 40], [MS11, S.

81]. *M. Jørgensen* fordert die Verbesserung der Expertenschätzung als Forschungsschwerpunkt, insbesondere durch eine Prozessunterstützung und das bessere Verständnis des menschlichen Handelns [Fra+09, Kapitel 4]. In seiner Metastudie über Fachzeitschriftenartikel und Studien zeigte er, dass in jüngerer Zeit bereits mehr Forschungstätigkeit im Bereich der Expertenschätzung getätigt wird (1990–1999: 13%, 2000–2004: 21% der veröffentlichten Fachbeiträge) und dass ein Rückgang der modellbasierten Verfahren in der Forschung zu verzeichnen ist (1990–1999: 29%, 2000–2004: 14% der veröffentlichten Fachbeiträge) [JS07, S. 39].

## (2) Negative Einflussfaktoren auf eine Aufwandsschätzung

Die wissenschaftliche Literatur hat in zahlreichen Untersuchungen Faktoren ermittelt, die einen negativen Einfluss auf die Aufwandsschätzung in der Form der Expertenschätzung haben und dazu beitragen, dass es zu Abweichungen im Laufe des Projekts von dem initialen Soll-Aufwand kommen kann. Wenige Beiträge haben sich mit Maßnahmen zur Vermeidung und Reduktion dieser Einflüsse befasst. In der folgenden Tabelle 1.1 auf Seite 7 sind Faktoren aufgelistet, die einen negativen Einfluss auf das realistische Projektbudget und auf die Aufwandsschätzung ausüben. Aus verschiedenen Untersuchungen wurden Problemfelder herauskristallisiert und zu Kategorien zusammengefasst. Folgende Quellen wurden für die Sammlung herangezogen: [LP92], [LP93], [LP95], [SB95], [RR01], [JM04], [GJ07], [MPÖ08], [Yan+08], [MBF12].

Die nachfolgende Untersuchung wird sich vor allem mit dieser Problematik auseinandersetzen und die in Tabelle 1.1 genannten Faktoren aufgreifen. Ziel wird es sein, durch gezielte Gegensteuerungsmaßnahmen in Form eines *Vorgehensmodells* bzw. von *Empfehlungen* die Auswirkungen dieser Unsicherheitsfaktoren sowie die Unzulänglichkeiten bei der Expertenschätzung zu reduzieren. Auf die Bearbeitung der negativen Einflussfaktoren (=NEF) wird in der Bachelorarbeit durch grau hinterlegte Texte in folgender Weise hingewiesen:

Verminderung von NEF (X) – ...

## 1.4 Zentrale Forschungsfrage der Untersuchung

*Durch welche Maßnahmen und Prozesse kann die Expertenschätzung so strukturiert werden, dass das Ergebnis der Aufwandsschätzung möglichst genau und nachvollziehbar ist, Schätzrisiken vermindert werden und die Schätzqualität kontinuierlich verbessert wird?*

Weitere Hilfsfragestellungen sind dabei:

- Wie kann die Expertenschätzung zu einem Verfahren gestaltet werden, sodass ein gewisser Standard verfolgt wird und dieser an jüngere, unerfahrene Schätzverantwortliche weitergegeben werden kann?
- Welche Schätzproblematiken existieren und wie muss mit ihnen umgegangen werden?
- Welche Gegensteuerungsmaßnahmen können ergriffen werden?

NEF	Kategorie	negativer Einflussfaktor	Beschreibung
NEF 1	Mensch	Inkonsistenzen und Subjektivität des Schätzers	Der Mensch neigt dazu, seine eigene Arbeitsleistung optimistischer einzuschätzen im Vergleich zur Bewertung fremder Arbeitsleistung und tendiert zu optimistischen Einschätzungen. Zudem können wiederholte Schätzungen auf der gleichen Datenbasis zu unterschiedlichen Schätzergebnissen führen und persönliche Präferenzen/Interessenslagen werden nicht bewusst behandelt.
NEF 2		Schätzqualität hängt von Erfahrung ab	Falls Erfahrungen in einer Domäne, Technologie oder vergleichbaren Projekten nicht vorhanden sind, birgt die Expertenschätzung große Risiken.
NEF 3		übersehene und unterschätzte Tätigkeiten	Beispiel: grafische Oberflächengestaltung wird oft unterschätzt [INT13d]. Hier gilt die 80:20 Regel (Paretoprinzip): 80% des Layouts können in 20% der Zeit geschaffen werden; die Feinabstimmung und -gestaltung (Ausrichtungen) erfordern weitaus mehr Zeit.
NEF 4	Methode	Schätzung schwer nachvollziehbar/nicht dokumentiert	Wenn ein Experte die Organisation verlässt, geht das Wissen ebenfalls verloren und mangelnde Dokumentation reduziert die Transparenz.
NEF 5		mangelhafte Standardisierungen und fehlende Richtlinien	Keine geeigneten Guidelines sowie nicht ausreichende Zeitplanung für den Schätzprozess führen dazu, dass die Ergebnisse ungenau werden und Tätigkeiten übersehen werden.
NEF 6		keine Evaluierung/kein Feedback der Schätzung	Ein mangelndes Feedback über den Projektverlauf mindert den Lerneffekt. Deshalb ist es schwierig, aus Fehlern vergangener Projekte Konsequenzen zu ziehen.
NEF 7		keine Erfahrungsdatenbank vorhanden/benutzt	Die Ergebnisse aus Feedbackrunden sollten unternehmensweit zur Verfügung gestellt werden, damit Lerneffekte für künftige Projekte erzielt werden können.
NEF 8	Kommunikation	schlechte/unvollständige/nicht verstandene Anforderungen	Die Aufwandsschätzung wird oftmals auf einer Datenbasis durchgeführt, die weder vollständig noch mit dem Mandanten abgestimmt ist und eine Fehlkalkulation ist die Folge.
NEF 9		schlechte Kommunikation/Kooperation mit Stakeholdern	Mangelnde Kommunikation und Verständnis des Mandanten sowie des Dienstleisters führen dazu, dass Anforderungen unpräzise oder gar nicht definiert werden und Schätzungenauigkeiten entstehen. Änderungswünsche des Mandanten, Abstimmungsschwierigkeiten und schleichtender Funktionszuwachs sind die Folge.
NEF 10	unternehmenspolitische Konflikte	keine realistische Einschätzung des Mandanten über Projektkosten	Durch den Druck des Managements und des Mandanten kann es zur falschen Einschätzung des Leistungsumfangs durch Wunschdenken kommen.
NEF 11	Management	führungsschwaches Projektmanagement, schlechte Projektplanung	Ein nicht ausgereiftes Risikomanagement birgt die Gefahr übersehener Risiken und kann durch die Zusatzaufwände zum Scheitern des gesamten Projektes führen. Auch müssen Ressourcen projektübergreifend geplant werden, denn bspw. durch Mitarbeiterfluktuation steht das Personal nicht in allen Phasen des Projekts zur Verfügung.
NEF 12		keine formale Kostenkontrolle	Die Projektfortschrittkontrolle kann Indizien aufzeigen, dass die Arbeit im Projekt nicht wie geplant durchgeführt wird, um der Gefahr der Budgetüberschreitung entgegenzuwirken.

Tabelle 1.1: Negative Einflussfaktoren auf die Aufwandsschätzung und deren Qualität (eigene Darstellung)

## 1.5 Ablauf der Untersuchung

Durch leitfadengestützte Experteninterviews [MN09, S. 472] innerhalb der PPI AG<sup>2</sup> sowie durch die Untersuchung der Dokumentation des dortigen Qualitätsmanagement-Systems, welches u.a. die Dreipunkt-Schätzung beinhaltet, wurde ein Einblick in den aktuellen Stand der in dem betrachteten mittelständischen Software- und Beratungsunternehmen verwendeten Schätzverfahren gewonnen. Dieser praxisbezogene Einblick bildet die Ausgangssituation für die weitere Untersuchung (Leitfaden siehe Anhang A.1). Im Text der Arbeit sind die in den Interviews von den PPI-Mitarbeitern geäußerten Auffassungen mit der Quellenangabe „INT13<x>“ gekennzeichnet.

In einem nachfolgenden Schritt wurden die bestehenden wissenschaftlichen Erkenntnisse zu der jeweiligen Schätzthematik vergleichend herangezogen. Die Analyse der verfügbaren Literatur und eine Gegenüberstellung der Forschungserkenntnisse wird mit dem Ziel durchgeführt, signifikante Unterschiede zwischen Forschung und Praxis herauszufinden und die Vertreter spezifischer Schätzverfahren zu identifizieren.

Aus der Gegenüberstellung der wissenschaftlichen Erkenntnisse aus der Literatur und den Ergebnissen aus den Interviews ergibt sich der Fortentwicklungsbedarf der Expertenschätzung als Aufwandsschätzverfahren in der Softwareentwicklung. Deren Unzulänglichkeiten und Probleme werden näher analysiert. Die Entwicklung eines Vorgehensmodells für die strukturierte Expertenschätzung steht im Fokus der Bachelorarbeit.

Die folgende Auflistung gibt einen Überblick über den Ablauf der Untersuchung sowie den Inhalt der einzelnen Kapitel:

### 1. Kapitel 1 – Problemstellung

- Es wird in diesem Kapitel auf die allgemeine Schätzproblematik und deren Bedeutung aus verschiedenen Perspektiven eingegangen. Die Gefahren der Aufwandsschätzung und die Problematik der Expertenschätzung im Bereich der Psychologie wie die Subjektivität des Entscheidungsträgers wird untersucht.
- Mit der zentralen Forschungsfrage und dem Vorgehen zur Erhebung der Untersuchungsergebnisse endet dieser Abschnitt.

### 2. Kapitel 2 – Grundlegendes zur Perspektive der Untersuchung

- In diesem Kapitel werden Begriffe einheitlich definiert und das mittelständische Unternehmen PPI AG vorgestellt.
- Erste Untersuchungsergebnisse aus der Literatur im Vergleich zur Praxis werden vorgestellt und das Erfordernis einer strukturierten Vorgehensweise zur Verbesserung des „ad-hoc“-Prozesses aufgezeigt.

### 3. Kapitel 3 – Vorstellung eines Vorgehensmodells für die strukturierte Expertenschätzung

- Zur Reduktion der Unsicherheiten in einem Projekt sowie der spezifischen Probleme der Expertenschätzung wird ein Vorgehensmodell im Überblick vorgestellt. Die

---

<sup>2</sup>PPI AG Informationstechnologie, [www.ppi.de](http://www.ppi.de)

behandelten Themenbereiche und die Aktivitäten für eine strukturierte Expertenschätzung werden im Gesamtbild aufgezeigt. Sie stellen den Schwerpunkt der weiteren Untersuchung dar.

4. Kapitel 4 – Detaillierte Betrachtung der Tätigkeiten und Einflüsse im Schätzprozess
  - Die in Kapitel 3 aufgeführten Themenbereiche und Aktivitäten im Schätzprozess werden im Detail betrachtet, analysiert und bewertet. Die Bedeutung der menschlichen Psyche und des Managements wird untersucht und die Aktivitäten im Schätzprozess wie die Vorbereitungs-, Durchführungs- und Abschlussphase werden beschrieben.
5. Kapitel 5 – Fazit
  - Es erfolgt eine Untersuchungszusammenfassung der Ergebnisse und eine Bewertung der Unzulänglichkeiten des vorgestellten Modells. Abschließend wird die Einsatztauglichkeit des Vorgehensmodells beschrieben und ein Ausblick auf weitere Forschungstätigkeiten gegeben.

## 2 Grundlegendes zur Perspektive der Untersuchung

Der folgende Abschnitt beleuchtet die grundsätzliche Bedeutung einer strukturierten Vorgehensweise bei der Expertenschätzung für ein mittelständisches Software- und Beratungsunternehmen. Zudem erfolgt eine begriffliche Abgrenzung.

### 2.1 Verbesserung der Expertenschätzung aus der Sicht der Praxis

#### 2.1.1 Vorstellung des betrachteten mittelständischen Software- und Beratungsunternehmens PPI AG

Die vorliegende Bachelorarbeit setzt sich mit dem Thema *Konzipierung eines Vorgehensmodells für die strukturierte Expertenschätzung* am Beispiel des mittelständischen Software- und Beratungsunternehmens PPI AG auseinander. Die PPI AG, vor dem Jahre 2000 noch Pape und Partner Informationssysteme GmbH, beschäftigt in den Geschäftsbereichen Consulting, Software-Entwicklung und Produkte ca. 360 Mitarbeiter (Stand 2012) [PPIc]. Die PPI AG vertreibt im Geschäftsbereich „Produkte“ Standardsoftware für den E-Banking-Sektor (Homebanking, Internet Banking, Ratinganwendungen [PPIb]) durch den Verkauf von Lizenzen. Die Sparte „Software-Entwicklung“ produziert demgegenüber Individualsoftware. Die Beratungsschwerpunkte des „Consulting-Bereichs“, der das umsatzstärkste Geschäftssegment der PPI AG bildet, liegen in der Banken- und Versicherungsbranche und umfassen SAP-, IT-, Business- und Management-Consulting. Der „Consulting-Bereich“ setzt sich primär mit der Unterstützung der Planung strategischer Vorhaben durch Anforderungsdefinition und der Erarbeitung von Fachkonzepten auseinander, er liefert Umsetzungsbegleitung, Testunterstützung und tritt somit als ein Dienstleister dem Mandanten gegenüber auf [PPIa], [Unt13, S. 1].

Nicht nur die PPI AG steht dem problematischen Thema der genauen und zuverlässigen Aufwandsschätzung gegenüber, sondern auch andere Softwarehäuser, die ihre Beratungsdienstleistung und Softwareentwicklung anbieten, müssen sich mit den Unsicherheiten bei der Projektinitialisierung und den damit entstehenden Problemen für die Aufwandsschätzung auseinandersetzen. Aus einem ersten Gespräch mit einem Mandanten ergeben sich oftmals vage Softwarevorstellungen, die auf dessen Wunsch aufwandsmäßig möglichst präzise geschätzt werden sollen, um die Machbarkeit des Projekts zu ermitteln und ggf. einen Budgetrahmen festzulegen. Das Anforderungsmanagement der PPI AG steht vor der Aufgabe, auf Basis dieser Anforderungen dem Mandanten ein Angebot zu unterbreiten, welches sämtliche Arbeitsschritte und die benötigten Ressourcen wie Personal und Termine präzise geschätzt enthält. Für dieses Vorhaben stehen den Mitarbeitern aus der Beratung eine Vielzahl von Schätzmethoden und -verfahren aus der Forschung und aus der Praxis zur Verfügung.

Die PPI AG kann sich trotz negativer Einschätzung der Geschäftslage in der Finanzbranche und der permanent bestehenden Projektrisiken erfolgreich als Software- und Beratungsunternehmen im Markt behaupten. Der Grund hierfür liegt vor allem in den langfristigen Beziehungen zu den Mandanten, die durch eine Werteorientierung in Richtung Termin-/Budgettreue und durch hohe Qualität der entwickelten Software gelenkt ist. Kompetenz und Qualität nehmen in der Finanzbranche bei den Geschäftsbeziehungen eine sehr große Rolle ein [Reh09], [Unt13, S. 1]. In den Interviews wurde deutlich, dass die Qualitätsansprüche der Mandanten an das Produkt sowie den Prozess einen hohen Stellenwert haben und insbesondere für die genannte Termin-/Budgettreue geeignete Maßnahmen zur Einhaltung erforderlich sind.

Somit hängt der Erfolg der Projektinitialisierung und des Projektabschlusses nicht nur von der Realisierbarkeit der Anforderungen ab, sondern ebenfalls von einer genauen und zuverlässigen Aufwandsschätzung, die der Problematik einer oftmals unsicheren Datenbasis, der Subjektivität des Schätzers und dem Wunsch des Mandanten, in kürzester Zeit ein Angebotsvorschlag zu unterbreiten, gegenübersteht.

Der Wunsch der PPI AG nach einem präzisen und standardisierten Schätzverfahren entstand aus zwei Gründen heraus. Die Problematik der Aufwandsschätzung liegt nicht primär in der Budgetüberschreitung der Projekte, weshalb das Ergebnis aus *M. Jørgensens* Studie einer durchschnittlichen Budgetüberschreitung von 30–40% im untersuchten mittelständischen Software- und Beratungsunternehmen nicht bestätigt werden konnte. Der Fokus liegt auf der Weitergabe der Erfahrungen und des Vorgehens der Mitarbeiter im Bereich der Aufwandsschätzung an jüngere unerfahrene Projektmitarbeiter und erweist sich aufgrund der mangelnden Standardisierung als ein Defizit einer unstrukturierten Expertenschätzung. Die in der PPI AG verwendete Dreipunkt-Schätzung stellt einen Ausgangspunkt für eine Standardisierungsmaßnahme dar und durch die Bachelorarbeit sollen die Potentiale eines ganzheitlichen Vorgehensmodells für die strukturierte Expertenschätzung aufgezeigt werden. Das Ziel dieser Untersuchung kommt dem zweiten Wunsch nach einer professionellen Vorgehensweise in der Projektarbeit innerhalb des Unternehmens nach.

### 2.1.2 Der Weg zur Professionalisierung der Aufwandsschätzung

Qualitätsmodelle spielen im Rahmen der Professionalisierung der Unternehmen eine bedeutende Rolle für das Auftreten nach außen und für die interne Vorgehensweise. Je größer ein Projektteam wird, desto notwendiger wird die Bedeutung gelenkter Prozesse. Deren Einhaltung unterstützt die Effektivität und Effizienz in einem Projekt durch Standards, die in dem Unternehmen kommuniziert und praktiziert werden [Sch13, S. 15]. Das *Capability Maturity Model Integration* (CMMI) ist ein Qualitätsmanagementmodell, das bewährte Praktiken insbesondere in der Softwareentwicklung zur Verbesserung des Arbeitsprozesses in einer Organisation über mehrere Stufen etabliert. Die fünf Stufen, die sog. Reifegrade (*engl. maturity level*), sind aufeinander aufbauende Professionalisierungsmaßnahmen zur Beurteilung und Verbesserung der Qualität von Entwicklungsprozessen, die eine Menge von Prozessen zur Erreichung von Zielen beinhalten [SS08, S. 36], [CMM10, S. 461].

Das CMMI hat die Vereinheitlichung von Prozessen zum Ziel und laut *R. Kneuper* ähnelt der in Deutschland weit verbreitete ISO 9000 Standard den Anforderungen des CMMI. Beispielsweise kann ein ISO 9001 zertifiziertes Unternehmen annähernd dem Reifegrad 3 zugeordnet werden, sollte jedoch nicht gleichgesetzt werden, da sich im Detail die Anforderungen unterscheiden [Kne12]. Der Bezug zur strukturierten Aufwandsschätzung besteht bspw. im Reifegrad 2 des CMMI darin, dass besonderer Wert auf eine nachvollziehbare Schätzung des Aufwands gelegt und die Verwendung historischer Daten gefordert wird [Kne12].

Der Grad der Professionalisierung wird nicht nur durch den Reifegrad ausgedrückt, sondern auch durch sog. Fähigkeitsgrade, die eine Struktur vorgeben, wie eine Prozessverbesserung stattfinden sollte [CMM10, S. 439]. Auf den Schätzprozess bezogen handelt es sich konkret um das generische Ziel „Generic Goal (GG) 2: Geführte Prozesse institutionalisieren“, insbesondere die generische Umsetzung „Generic Practice (GP): 2.1 Organisationsweite Leitlinien etablieren“. Das in der Untersuchung vorgestellte Vorgehensmodell kann als Leitlinie betrachtet werden, dessen Ziel es ist, dieses in der Organisation zu etablieren und durch Schulungsmaßnahmen zu verbreiten („GP 2.5 Aus- und Weiterbildung“) [CMM10, S. 65ff]. Eine Erfahrungsdatenbank mit Kennzahlen zur Produktgröße inkl. Qualitätsbewertung und Kosten würde die Vergleichbarkeit und Interpretationen von Messungen effektiv unterstützen und den Schätzprozess ergänzen (siehe 4.11 Erfahrungsdatensammlung zur Verbesserung der Schätzqualität, Seite 77) [CMM10, S. 197ff], [Kne12]. Dieses würde dem generischen Ziel „GG 3: Definierte Prozesse institutionalisieren“ und der generischen Umsetzung „GP 3.2: Verbesserungsinformationen sammeln“ entsprechen.

In Deutschland waren im Jahre 2012 69 Unternehmen CMMI zertifiziert, wobei die Reifegrade 2 und 3 am häufigsten anzutreffen waren [Sof12, S. 19ff]. Zu den bekanntesten Vorreitern der in Deutschland mit CMMI zertifizierten Unternehmen gehören u.A. Siemens und Bosch. Die Postbank Systems<sup>3</sup> wurde im Jahre 2008 als erster Finanzdienstleister mit dem Reifegrad 2 zertifiziert [SS08].

Die Einführung von Standards erhöht nicht nur die Professionalität und somit das Image des Unternehmens, sondern führt zu einer einheitlichen Einarbeitung neuer Mitarbeiter und schafft

---

<sup>3</sup>Postbank Systems AG, [www.postbank.de/systems](http://www.postbank.de/systems)

eine Basis, Erfahrungen effizient durch einen Kommunikationskanal auszutauschen. Dies sollte bei einem Software- und Beratungsunternehmen möglichst auch für die Aufwandsschätzung gelten.

## 2.2 Begriffserläuterungen

Die zentralen Begriffe, die im Laufe der Untersuchung verwendet werden, sind im Folgenden erläutert und voneinander abgegrenzt. Der Grund dafür liegt in der unterschiedlichen Verwendung dieser Begriffe in der Literatur, die z.T. als Synonyme sowie widersprüchlich verwendet werden.

- Heuristisches Verfahren, „ad-hoc“ Schätzverfahren und Expertenschätzung [Jan08, S. 35]:
  - Diese Begriffe werden hier als Synonyme verwendet, da das Berechnungsverfahren nicht standardisiert erfolgt im Gegensatz zu den modellbasierten Schätzmethoden.
- Methoden und Verfahren [KJS05, S. 16]:
  - Eine Methode dient unter Verwendung von Rechenvorschriften zur Berechnung eines Aufwandswertes aus Eingabeparametern (Bsp.: „4.5 Einsatz der Dreipunkt-Schätzung zur Verbesserung der Schätzzuverlässigkeit“).
  - Ein Verfahren ist die konkrete Vorgehensweise für eine Schätzung und nutzt Schätzmethoden zur Ermittlung des Aufwands (Bsp.: Expertenschätzung).
- Schätzgenauigkeit, Schätzzuverlässigkeit und Schätzqualität:
  - Mit der Schätzgenauigkeit ist der Zustand gemeint, dass das initiale Schätzergebnis vor Projektbeginn alle Aufwandstreiber und Risiken auf Basis der vorhandenen Informationen zum Schätzzeitpunkt weitgehend vollständig beinhaltet. Es mathematisch exakt und reproduzierbar. (Soll-Aufwand = Ist-Aufwand vor Projektbeginn, bspw. eine „Scheingenauigkeit“ von 10,72 PT).
  - Unter Schätzzuverlässigkeit einer Aufwandsschätzung wird die Wahrscheinlichkeit verstanden, dass der geschätzte Aufwand nahe dem tatsächlich realisierten Projektaufwand zum Projektabschluss liegt. Im Gegensatz zur Schätzgenauigkeit dürfen kleine Abweichungen durch Unsicherheiten eintreten. Im Gesamtbild müssen sich die Fehleinschätzungen annähernd ausgleichen (Soll-Aufwand  $\approx$  Ist-Aufwand, bspw.: Schätzzuverlässigkeit +/- 5%).
  - Mit Schätzqualität ist die gleichzeitige Erfüllung einer hohen Schätzgenauigkeit und einer hohen Schätzzuverlässigkeit gemeint.
- Belastbare Aufwandsschätzung:
  - Eine belastbare Aufwandsschätzung ist gegeben, wenn trotz Eintreten von Risiken und sonstigen unvorhergesehenen Aufwandstreibern (bspw. Änderungswünsche des Mandanten) der initial geschätzte Aufwand dem tatsächlichen Aufwand zum Projektende entspricht, ohne dass Maßnahmen wie signifikante Funktionskürzungen, die einen Einfluss auf die Qualität der Software ausüben, durchgeführt wurden (Soll-Aufwand = Ist-Aufwand und Soll-Anforderungen = Ist-Anforderungen).
- Schätzung und Kalkulation [Hür05, S. 29]:

- Beim Schätzen handelt es sich um eine Vorstellung, die pauschal und intuitiv den Umfang eines Objekts oft im Vergleich zu anderen Objekten bestimmt.
- Kalkulation hingegen ist eine detaillierte und verbindliche Berechnung eines Objekts, dessen Kostentreiber voll umfänglich spezifiziert sind. Es erfolgt eine konkrete Berechnung.
- Aufwand und Kosten:
  - Die Begriffe Aufwand und Kosten werden in dieser Untersuchung synonym verwendet, auch wenn der kostenrechnerische Begriff Kosten nicht vollkommen mit dem Begriff Aufwand aus dem Externen Rechnungswesen gleichzusetzen ist.
- Softwaremetrik und Schätzung:
  - Eine Softwaremetrik ist eine Funktion, dessen Eingabeparameter Bestandteile einer Software (Komponenten, Klassen etc.) sind und als Ergebnis einer mathematischen Berechnung einen Zahlenwert liefert. Die Qualitätseigenschaft einer Software-Einheit wird dadurch bewertbar [IEE98, S. 3] (Bsp.: Lines of Code, Function-Points, COCOMO).
  - Die Schätzung beinhaltet keine exakte Berechnung wie die Softwaremetrik. Es wird nicht gemessen, da die Einflussgrößen nicht bekannt oder berechenbar sind, sondern es wird durch einen Näherungswert eine Bewertung für die Eigenschaften des geschätzten Objekts abgegeben [Dow08, S. 13].
- Budget bzw. Projektbudget:
  - Mit dem Begriff Budget bzw. Projektbudget ist die betragsmäßige Vorgabe des Managements gemeint, die den Aufwand (gemessen in Personentagen = PT oder gemessen in Geldeinheiten) eines anstehenden Projekts bis zu seinem Abschluss limitiert.
- Vorgehensmodell:
  - Der Begriff Vorgehensmodell ist in der Untersuchung als ein verfahrensmäßig gestalteter Prozess zu verstehen, der in strukturierte Abschnitte unterteilt ist, für die wiederum bestimmte vorgegebene Verfahren und Methoden zu beachten sind. Der Schätzprozess muss damit organisatorisch bestimmte Bedingungen beachten und prozessmäßig bestimmte Stufen durchlaufen, um mögliche Fehler bei der Aufwandsschätzung zu verringern.

## 2.3 Anforderungen an ein Schätzverfahren

In der Abbildung 2.1 auf Seite 14 werden allgemeine Anforderungen, die ein Schätzverfahren erfüllen sollte, definiert und erläutert [BW02, S. 50], [Dow08, S. 29ff], [Fro09, S. 42], [Inf13]. Die unstrukturierte Expertenschätzung wird dort eingeordnet mit dem Ziel, die Schwächen dieses Verfahrens zu identifizieren, um im Folgenden ein Vorgehen zu entwickeln, welches die in der Abbildung 2.1 genannten Anforderungen möglichst erfüllt und damit zu einem ausgereifteren Schätzverfahren führt.

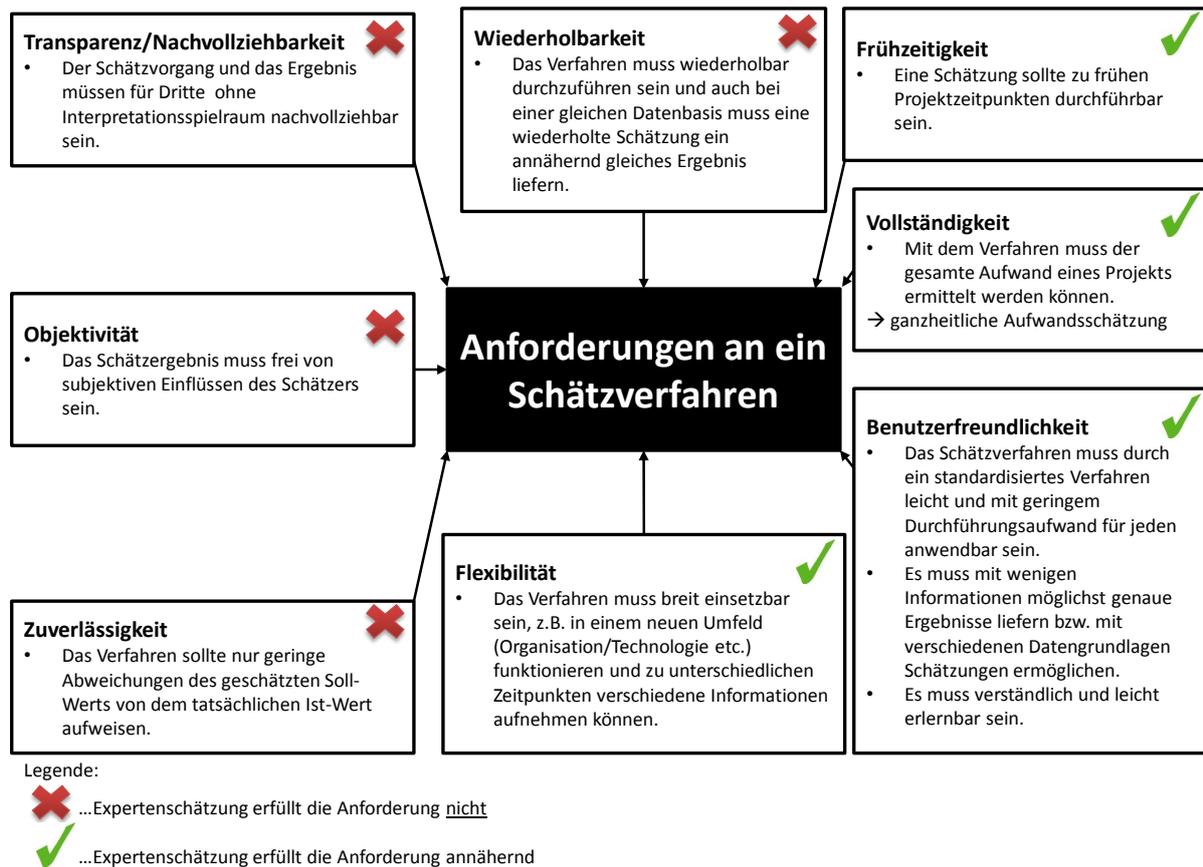


Abbildung 2.1: Allgemeine Anforderungen an ein Schätzverfahren und Beurteilung, welche von der Expertenschätzung erfüllt werden (*eigene Darstellung*)

## 2.4 Vorzüge einer strukturierten Expertenschätzung

Die Überschreitung des Budgetrahmens um durchschnittlich 30–40% ist in der Softwareindustrie das Ergebnis des unternehmenspolitischen Drucks bei den Vertragsverhandlungen, entsteht aus Unsicherheiten durch nicht präzierte Anforderungen, aus unerwarteten Ereignissen (Risiken) und ist zusammenfassend Folge eines unstrukturierten Vorgehens in der Anforderungsdefinition und in der Expertenschätzung [Mol+04, S. 223].

Der Faktor Mensch und die Probleme mit der Subjektivität betreffen nicht nur die Expertenschätzung, sondern ebenfalls die Eingabeparameter und das Ergebnis modellbasierter Schätzverfahren zur Aufwandsschätzung. Die letztgenannten Verfahren sind dem Interpretationsspielraum des Experten ebenfalls ausgesetzt und es zeigt sich, dass ein Bedarf besteht, den Menschen und seine Entscheidungsfindung zu analysieren und Verbesserungspotentiale und -wege aufzuzeigen [RR01, S. 275].

Kurzfristig lässt sich der Schätzprozess durch die Analyse und Dokumentation von Risiken sowie die Auswahl qualifizierter Schätzer verbessern. Zur dauerhaften Verbesserung der Schätzergebnisse sind langfristig Maßnahmen gefordert, die in der Einführung z.T. langwierig und mit Widerstand verbunden sind. Eine Standardisierung der Aufwandsschätzung, -kalkulation und Projektdokumentation, mit der systematische Auswertungen ermöglicht werden, erzielt innerhalb der Organisation Lerneffekte, was zu einer Professionalisierung beiträgt [KJS05, S. 20]. Dieser Strukturierungsansatz wird aus den modellbasierten Schätzverfahren auf die Expertenschätzung

übertragen, um den Entscheidungs- und Denkprozess des Individuums bei der Ermittlung des Gesamtaufwands zu unterstützen [Str+07, S. 108]. Die Probleme und Risiken der Expertenschätzung sollen durch die Entwicklung von Gegenmaßnahmen entschärft werden, damit dieses Schätzverfahren ihre Bedeutung und Chancen verstärken kann. Es ist für eine genaue und zuverlässige Aufwandsschätzung notwendig, die Inkonsistenzen durch einen gelenkten Schätzprozess und durch die Kombination von Schätzmethoden zu reduzieren [Har01, S. 60], [GJ07, S. 1771].

Untersuchungen und Versuche in Organisationen aus der Finanzdienstleistungs-<sup>4</sup> und der Sicherheitsbranche<sup>5</sup>, die einen strukturierten Schätzprozess eingeführt haben, erzielten langfristig bessere Schätzergebnisse, was die These von *M. Jørgensen*, dass das Fehlen eines systematischen Schätzvorgehens zu ungenaueren Schätzergebnissen führt, bestätigt [JM04, S. 993], [Str+07, S. 116], [PAP10, S. 16], [Cun+11, S. 96]. *J.C.Cunha* konnte durch die Einführung eines definierten Prozesses für die Expertenschätzung in einem mittelständischem Unternehmen die Schätzungenauigkeit von 15% auf 6% *reduzieren* [Cun+11, S. 96]. Durch eine Struktur in der Entscheidungsfindung wird das „nicht-sichtbare“ implizite Wissen, die Kombination von Logik, Wissen und Erfahrung greifbar und kann somit von anderen Individuen adaptiert werden. Dies führt dazu, dass durch die prozessorientierte Expertenschätzung die Unabhängigkeit von einem einzelnen Schätzer vergrößert und die Gefahr des Verlustes des Wissens, wenn der Schätzexperte die Organisation verlässt, vermindert wird [Cun+11, S. 93]. Eine methodische Aufwandsschätzung sorgt mit der standardisierten Vorgehensweise für reproduzierbare Schätzergebnisse, schafft eine solide Kommunikations- und Entscheidungsbasis, fördert die Nachvollziehbarkeit, Transparenz und liefert genaue Schätzergebnisse. Ein besseres Verständnis der menschlichen Entscheidungsfindung ist entscheidend, damit Schätzungenauigkeiten eliminiert werden, denn der Mensch spielt in jedem Schätzprozess und -verfahren eine zentrale Rolle [GJ09, S. 435]. Der Aufbau von Richtlinien, die aus einer Auswahl und Adaption von Verfahren zur Aufwandsschätzung beitragen, helfen den Individuen, bewusster und strukturierter mit dieser Problematik umzugehen. Im Ergebnis wird sich erwartungsgemäß eine Prozessverbesserung ergeben, die zu genaueren und verlässlicheren Schätzergebnissen führt.

### 3 Vorstellung eines Vorgehensmodells für die strukturierte Expertenschätzung

Im folgenden Abschnitt wird ein *Vorgehensmodell für die strukturierte Expertenschätzung* zunächst in den Grundzügen vorgestellt. Ziel ist es, ein Gesamtbild über den Schätzprozess mit seinen Aktivitäten und den Einflussfaktoren für eine genaue und zuverlässige Expertenschätzung zu geben. In Kapitel „4 Detaillierte Betrachtung der Tätigkeiten und Einflüsse im Schätzprozess“ ab Seite 22 wird das Vorgehensmodell im Detail beschrieben.

---

<sup>4</sup>Bausparkasse Schwäbisch-Hall AG, [www.schwaebisch-hall.de](http://www.schwaebisch-hall.de)

<sup>5</sup>Critical Software S.A., [www.criticalsoftware.com](http://www.criticalsoftware.com)

### 3.1 Hinführung zum strukturierten Vorgehensmodell

Der Lösungsweg für die in Kapitel 1 und 2, insbesondere in Tabelle 1.1 auf Seite 7 aufgeführten Unzulänglichkeiten einer unstrukturierten Expertenschätzung stellt ein Vorgehensmodell für die strukturierte Expertenschätzung dar. Die Konzipierung eines Vorgehensmodells für den Umgang, die Vermeidung von Schätzverzerrungen und das Bewusstsein für menschliche Einflussfaktoren oder unternehmenspolitische Interessenlagen des Managements verfolgen das Ziel einer hohen Schätzgenauigkeit und Schätzzuverlässigkeit bei der Expertenschätzung. Dieses Vorgehensmodell ist Teil der Qualitätssicherung und sollte unternehmensweit bspw. durch das Intranet oder durch ein Qualitätsmanagementsystem (QMS) bereitgestellt werden.

Das Vorgehensmodell in Abbildung 3.1 auf Seite 17 untergliedert sich in die *Querschnittsaufgaben*, die *Aktivitäten in der jeweiligen Schätzphase*, Ergebnisse, die aus den *Schätzzeitpunkten* resultieren und in *Informationen*, die in eine Aufwandsschätzung einfließen sollten. Im Folgenden wird die Abbildung 3.1 in den Grundzügen erläutert.

### 3.2 Schnittmengen der Aufwandsschätzung mit verschiedenen Projektrollen

#### (1) Querschnittsaufgaben

In einem Projekt existieren verschiedene Projektrollen, die z.T. in einer Person vereint sein können, allerdings unterschiedliche Verantwortlichkeiten und Tätigkeiten aufweisen. Eine gemeinsame Eigenschaft der Projektrollen ist – ungeachtet unterschiedlicher Präsenz und Priorität – die kontinuierliche Anwesenheit und Verantwortung für ihre Aufgabenbereiche. Die Aufwandsschätzung sollte nicht von einer einzelnen Person durchgeführt oder als einzelne Projektrolle verstanden werden. Die Verantwortlichkeit für ein genaues und zuverlässiges Schätzergebnis lässt sich nur in dem Zusammenwirken verschiedener Bereiche im Unternehmen bzw. Projektrollen erzielen, die Einfluss auf das Schätzergebnis haben. Abbildung 3.2 auf Seite 18 verdeutlicht die Einflüsse verschiedener Projektrollen auf den Projektaufwand.

Das *Anforderungsmanagement* zeigt durch die Erhebung und Dokumentation der Anforderungen in der Vorbereitungsphase eine hohe Präsenz und liefert für den Schätzprozess die verbindliche Datenbasis. Als Bindeglied zwischen dem Mandanten und dem Projektteam hat es dafür Sorge zu tragen, dass die Anforderungen von beiden Projektparteien verstanden worden sind. Im Laufe der Projektphase besteht die Tätigkeit aus der Identifikation von Anforderungsänderungen und deren Kommunikation und ggf. Bewertung.

Das *Risikomanagement* hat in jeder Phase des Projekts eine bedeutende Stellung, denn die Analyse, Bewertung und Entwicklung von geeigneten Gegenmaßnahmen zur Risikoprävention ist relevant für den Projekterfolg. Risiken verursachen Zusatzaufwände und müssen – sofern sie nicht auszuschließen sind – durch einen Aufwandszuschlag quantifiziert und im Projektaufwand berücksichtigt werden.

Das *Projektmanagement* hat unterschiedliche Aufgabenbereiche, die sich von der Durchführung der Projektaufwandsschätzung und Ressourcenplanung, über die Teamleitung bis hin zum

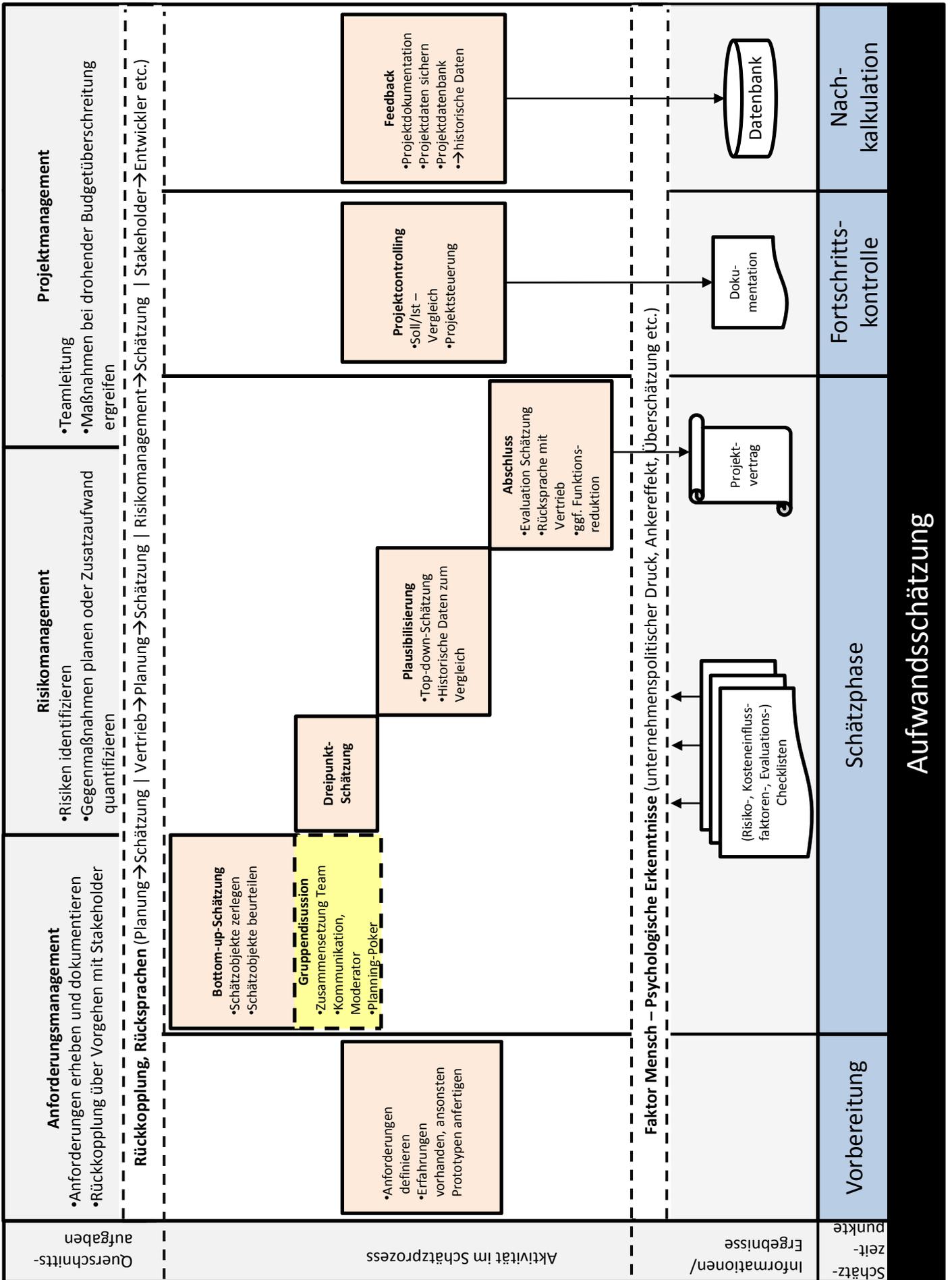


Abbildung 3.1: Vorgehensmodell für eine strukturierte Expertenschätzung (eigene Darstellung)



**Abbildung 3.2:** Beteiligte Projektrollen bei der Aufwandsschätzung (*eigene Darstellung*)

Projektcontrolling erstrecken kann. Eine erfahrene Projektleitung, die hinter seinem Entwicklungsteam steht und Führungskraft in allen Situationen beweist, erhöht die Chance maßgeblich, das Projekt ohne Budgetüberschreitung zum Erfolg zu führen und trägt zur Erhöhung der Schätzzuverlässigkeit bei [INT13b], [INT13g].

Das *Software-Entwicklerteam* unterstützt die Produktschätzung durch das technische Detailwissen über die Umsetzung von Design, Implementierung und Tests.

Das *Controlling* führt laufende Kostenrechnungen durch, um einen Soll-Ist-Vergleich der laufenden Kosten zu ermöglichen, bei signifikanten Abweichungen einen Hinweis zu geben und ggf. Gegensteuerungsmaßnahmen einzuleiten.

Der *Vertrieb* nutzt die Aufwandsschätzung für den Preisfindungsprozess bei der Angebotsabgabe gegenüber dem Mandanten. Somit stellt das Ergebnis der Schätzung eine Basis für den Bieter- und Vertragsprozess dar.

#### **(2) Trennung der Projektrollen und -verantwortlichkeiten**

In größeren Projekten ist die Trennung von Projektrollen und Personen empfehlenswert, um Interessenskonflikte und die Aufgabenkomplexität beherrschbar zu gestalten. Zwischen den unterschiedlichen Projektrollen und den Abteilungen in einem Projekt müssen fortlaufend *Rücksprachen* mit dem Ziel der Koordination und Abstimmung gehalten werden. Die Kommunikation spielt eine entscheidende Rolle. Eine strukturierte *Rückkopplung* wird empfohlen, damit trotz Trennung von Verantwortlichkeiten die Schätzung und der Vertrieb miteinander agieren können. Ein Ziel, das dabei verfolgt wird, ist die Auswirkungen von unternehmenspolitischen Einflüssen sowie die Budgetvorstellungen des Mandanten auszublenden, um einen bewussten Umgang mit diesen Faktoren herbeizuführen (siehe 4.1.1 Schätzverzerrung durch unternehmenspolitische Zielkonflikte, Seite 23).

### 3.3 Informationserfassung und -verarbeitung während der Aufwandsschätzung

#### (1) Faktor Mensch – Psychologische Erkenntnisse

Während der gesamten Aufwandsschätzung müssen den beteiligten Projektmitarbeitern die Grenzen der menschlichen Entscheidungsfähigkeit bewusst sein. Die Expertenschätzung ist durch die Subjektivität sowie durch die Erfahrungen des Schätzenden maßgeblich geprägt. Für die Schwächen und Einflüsse des Menschen muss ein Verständnis entwickelt werden, damit die negativen Auswirkungen sich nicht auf die Schätzzuverlässigkeit und -genauigkeit auswirken. Die menschliche Psyche wird in „4.1 Verhinderung von Schätzverzerrungen durch psychologische Faktoren“ ab Seite 22 näher betrachtet.

#### (2) Verwendung von Checklisten

Menschen haben Schwierigkeiten, relevante Informationen aus dem Langzeitgedächtnis zu holen und sie über einen längeren Zeitraum im Arbeitsgedächtnis zu halten. Auch besteht die Gefahr, dass irrelevante Informationen den Schätzer negativ beeinflussen [Har01, S. 61]. Checklisten unterstützen den Menschen dabei, wichtige Variablen und Aktivitäten in das Bewusstsein zu rufen, welche andernfalls übersehen worden wären. Unternehmen sehen die Verwendung von Checklisten als sehr nützlich und leicht umsetzbar an. Sie enthalten Erfahrungswissen aus vergangenen Projekten und werden benutzt, um zu einer genauen, standardisierten und nachvollziehbaren Aufwandsschätzung beizutragen [JM03, S. 135], [Jør04, S. 51]. Zudem ist der Umgang mit Risiken und Unsicherheiten im Schätzprozess oft nicht allgemein verbindlich geregelt, d.h. der Schätzer hat einen Ermessensspielraum mit derartigen Informationen umzugehen. Individuen berücksichtigen diese Aspekte unterschiedlich, weshalb Schätzverzerrungen auftreten können.

#### Verminderung von NEF (5) – Mangelhafte Standardisierungen und Richtlinien.

Eine formale Unsicherheitsbewertung mithilfe von Checklisten stellt ein geeignetes Hilfsmittel bereit, diese Inkonsistenz zu reduzieren. Mögliche Checklisten für die Durchführung der Aufwandsschätzung sind z.B.:

- *Vorbereitungskheckliste*, die den Schätzer an sämtliche Schritte erinnert, die *vor* einer Schätzung durchgeführt werden sollten.
- *Durchführungskheckliste*, die auf mögliche Gefahren und Einflüsse, die *während* einer Schätzung eintreten können, hinweisen und beschreiben, wie sie vermieden werden sollten.
- *Kosteneinflussfaktoren-Checkliste*, mit der der Produkt- und Projektumfang bewertet wird, sodass der Schätzer ein Bewusstsein für die Komplexität des gesamten Projekts erlangt und Tätigkeiten sowie Kosteneinflussfaktoren nicht übersieht (siehe Abbildung 4.9, Seite 47).
- *Risikochekliste*, die mögliche Projektrisiken identifiziert und den Umgang im Rahmen der Aufwandsschätzung behandelt (siehe Abbildung 4.14, Seite 60).
- *Validierungskheckliste*, mit der die Schätzqualität nach dem Abschluss der Schätzphase bewertet werden kann und ggf. Verbesserungsmaßnahmen ergriffen werden können (siehe Abbildung 4.15, Seite 64).

### 3.4 Aufwandsschätzzeitpunkte und Aktivitäten im Schätzprozess

#### (1) Aufwandsschätzzeitpunkte

Die gesamte Aufwandsschätzung lässt sich in vier Phasen untergliedern: Vorbereitung, Schätzphase, Fortschrittskontrolle und die Nachkalkulation. Die Aufwandsschätzung ist keine einmalige Aktivität, die lediglich in der Projektvorbereitungsphase stattfindet. Sie sollte wiederholt während der Projektlaufzeit durchgeführt werden und hat verschiedene Ziele in den unterschiedlichen Projektphasen [Mol+04, S. 214]. Abbildung 3.3 kennzeichnet diese Schätzzeitpunkte.

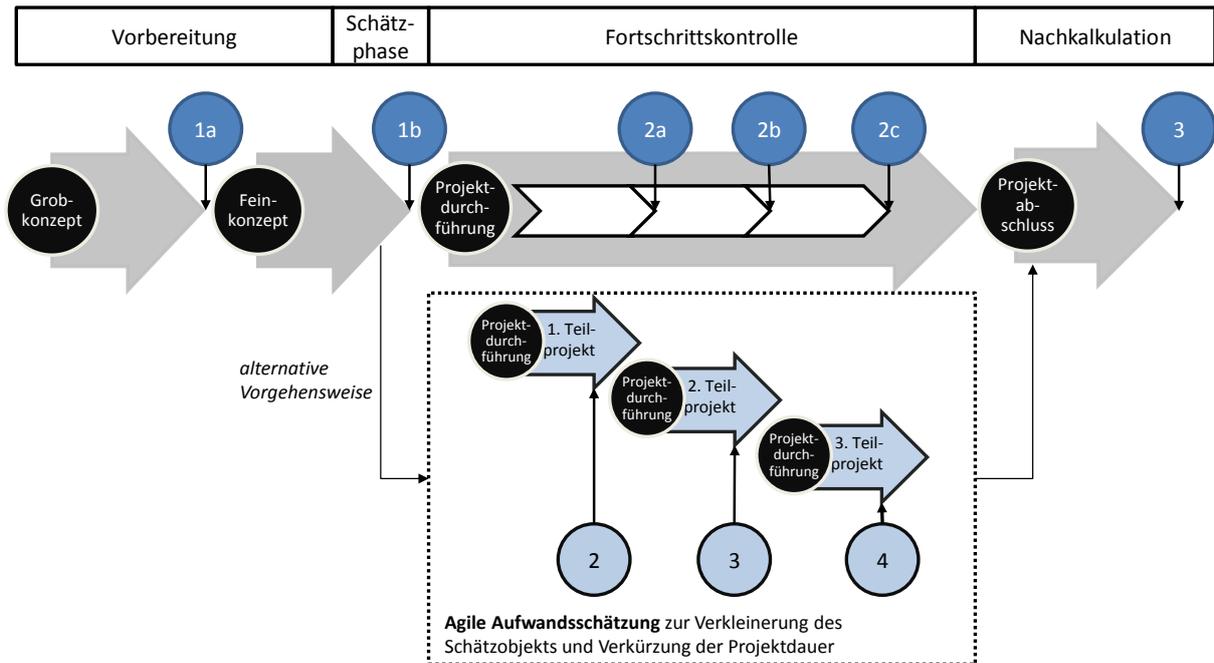


Abbildung 3.3: Lebenszyklus des Schätzprozesses (eigene Darstellung)

#### (2) Vorbereitung

Die schwierigste und gleichsam bedeutendste Aufwandsschätzung findet in der Phase der Projektvorbereitung und -initialisierung statt, in der auch das Grob- und Feinkonzept erstellt werden (1a, 1b) [Yan+08, S. 259]. Der Mandant möchte häufig schon auf Basis des Grobkonzepts (1a), welches z.T. nur aus „einem Zweizeiler“ besteht, einen Preis für das Softwareprojekt genannt bekommen [INT13d]. Es liegen zu diesem Zeitpunkt zahlreiche Unsicherheiten vor, da weder ausreichende Informationen über die Anforderungen noch über das Projektumfeld zur Verfügung stehen, um einen genauen Aufwandsbetrag nennen zu können.

In der Vorbereitungsphase müssen durch das Anforderungsmanagement die Anforderungen des Projekts identifiziert und festgelegt werden. Diese sollten einen verbindlichen Charakter aufweisen, denn nicht präzise und nicht verstandene Anforderungen äußern sich im Projektverlauf durch Änderungswünsche, die bei einer signifikanten Anzahl zu Budgetüberschreitungen führen können. Falls beim Entwicklungsteam oder Schätzer keine Erfahrungen in dem Projektumfeld vorhanden sein sollten, müssen die fehlenden Informationen beschafft oder generiert werden. Dies kann mithilfe einer unternehmensweiten Erfahrungsdatenbank aus vergleichbaren Projekten gewonnen werden. Bei einem vollständigen Fehlen von Wissen über eine neue Technologie kann die Entwicklung eines Prototypen für Abhilfe sorgen.

Diese Maßnahmen müssen ergriffen werden, da der erste ermittelte Aufwandsbetrag Gefahren für nachfolgende Schätzungen birgt. Ein frühes Schätzergebnis hat einen bedeutsamen Einfluss auf die weiteren Aufwandsschätzungen, da dieses als „Anker“ fungieren kann und sich der Schätzer und der Mandant bewusst oder unbewusst an diesem Ausgangswert orientieren (siehe 4.1.2 Schätzverzerrung durch den Ankereffekt und durch irrelevante Informationen, Seite 25) [JS01, S. 1]. Deshalb sollte, wenn dies ausdrücklich gefordert wird, eine Bereichsschätzung mit ausgedehnten Aufwandszuschlägen nach einer Gruppendiskussion (siehe 4.3.3 Varianten der Gruppendiskussion und -schätzung, Seite 37) angegeben werden, sodass der Mandant ein Verständnis für die Unsicherheiten und die Konsequenzen auf das Softwareprojekt infolge mangelnder Informationen erlangt [Cun+11, S. 94]. Eine genaue Aufwandsschätzung ist somit erst nach der Erstellung des Feinkonzepts (1b) möglich und sollte nicht vorher betrieben werden [PPI13b].

#### **(3) Schätzphase**

Die Schätzphase kann je nach Projektgröße Teile des in der Untersuchung vorgestellten Vorgehensmodells durchlaufen. Die ermittelten Anforderungen aus der Vorbereitungsphase werden in der *Bottom-up-Schätzung* zunächst in kleinere Aktivitäten zerlegt, welche durch eine *Dreipunkt-Schätzung* bewertet werden. Dieser Prozess kann bei kleineren Projekten von einer Einzelperson vollzogen werden, bei mittleren bis großen Projekten empfiehlt sich eine *Gruppendiskussion* für diese Tätigkeiten, damit Aktivitäten nicht übersehen werden und durch einen Perspektivenwechsel unter den Projektbeteiligten aufgrund einer differenzierten Zusammensetzung ein genaueres Schätzergebnis erzielt wird. Damit die Schätzqualität gewährleistet werden kann, empfiehlt sich eine *Plausibilisierung*, in der der geschätzte Aufwand mit vergleichbaren historischen Daten abgeglichen wird und bei signifikanten Unterschieden eine Überprüfung durchzuführen ist. Sollte sich beim *Abschluss* der Schätzung herausstellen, dass Unstimmigkeiten in dem Schätzprozess aufgetreten sind oder der Aufwand die Budgetvorstellungen des Mandanten übertrifft, muss eine Rückkopplung zwischen dem Vertrieb und der Planung erfolgen, um ggf. eine wiederholte – je nach Veränderungen der Funktionen – und vereinfachte Aufwandsschätzung vornehmen zu können.

#### **(4) Fortschrittskontrolle**

Damit die initiale Schätzung zuverlässig bleibt, muss der Projektfortschritt während der Projektdurchführung gemessen werden. Die Aufgabe des Projektcontrolling besteht darin, den Fortschritt durch den Vergleich des initialen Schätzwerts (Soll-Wert) mit dem tatsächlichen Aufwand (Ist-Wert) in regelmäßigen Zeiträumen zu überprüfen (2a, 2b, 2c), den Restaufwand zu schätzen und bei Abweichungen geeignete Gegenmaßnahmen einzuleiten (siehe Abschnitt 4.10 Kontrolle von Projekten zur Gewährleistung der Schätzzuverlässigkeit, Seite 75). Dieser Prozess entspricht der iterativen Vorgehensweise aus der Softwareentwicklung. Bei jeder Änderung und beim Erhalt neuer Informationen sollte die Schätzung kalibriert werden, damit ein vollständiges und transparentes Bild über den gegenwärtigen Projektaufwand möglich ist und der Kegel des Konus der Unsicherheit verkleinert wird (siehe Anhang A.2 Konus der Unsicherheit) [Cun+11, S. 93]. Wichtig in dieser Phase ist die Dokumentation von Änderungen der Anforderungen oder der Leistungserbringung, damit in der Evaluationsphase der Projektverlauf vollständig und nachvollziehbar bewertet werden kann.

Voraussetzung für die Zuverlässigkeit einer Schätzung sind nicht nur wiederholte Schätzungen im gesamten Projektablauf, sondern auch zyklische Risikobetrachtungen zur Identifikation und Behandlung von potentiellen Risiken, die den erfolgreichen Abschluss des Projekts gefährden, auf die im Abschnitt „4.6 Hinreichende Risikoberücksichtigung in der Aufwandsschätzung“ ab Seite 57 eingegangen wird.

#### **(5) Nachkalkulation**

Sofern ein Projekt abgeschlossen wurde, muss eine Nachkalkulation durch einen Soll-Ist-Vergleich erfolgen (3). Die Gründe für Abweichungen sollten analysiert und für künftige Projekte gesichert werden (siehe 4.11 Erfahrungsdatensammlung zur Verbesserung der Schätzqualität, Seite 77). Es wird das Ziel verfolgt, langfristig eine Projektdatenbank aufzubauen, die als Wissensgrundlage für folgende Aufwandsschätzungen dienen kann. In Feedbackrunden werden dafür Ergebnisse und Ereignisse – sowohl negative als auch positive – aus dem Projekt zusammengetragen und diskutiert, um Lerneffekte innerhalb des Projektteams erzielen zu können.

#### **(6) Übertragung des agilen Vorgehensmodells auf die Aufwandsschätzung**

Aus der Softwareentwicklung lässt sich die agile Vorgehensweise auf die Schätzmethodik übertragen. Das Gesamtprojekt wird in eigenständige Teilprojekte zerlegt, die nach ihrer Priorität angeordnet durchgeführt werden (siehe Abbildung 3.3 (2, 3, 4)). Die Teilprojekte sind unabhängig voneinander und haben als Ergebnis eine lauf- und einsatzfähige Softwarekomponente. Ein Projektzyklus besteht bei dieser Vorgehensweise aus einer Zielbeschreibung der Softwarekomponente (1a und 1b zusammengefasst) und wird in einer Entwicklungseinheit als Inkrement (bspw. (2)), in SCRUM „Sprint“ genannt [OW08, S. 427], umgesetzt. Am Ende dieser Entwicklung wird ein Feedback über die entwickelte Einheit gegeben und der tatsächlich benötigte Aufwand nachkalkuliert (3). Es ergibt sich eine Produktivitätskennzahl des Entwicklungsteams, im SCRUM auch „Velocity“ genannt [Coh05, S. 63]. Durch die Verkleinerung des Gesamtprojekts, die Verkürzung einer Projektdauer und die Produktivitätskennzahl kann relativ präzise der Entwicklungsaufwand für die ausstehenden Teilprojekte ermittelt werden (siehe 4.8.3 Die Produktivität eines Teams als Problem der zutreffenden Aufwandsschätzung, Seite 66).

## **4 Detaillierte Betrachtung der Tätigkeiten und Einflüsse im Schätzprozess**

Das folgende Kapitel wird die in der Abbildung 3.1 vorgestellten Tätigkeiten sowie Informationsflüsse im Detail beschreiben. Die Empfehlungen aus den Untersuchungsergebnissen können als Informationsbasis für die Einführung des Vorgehensmodells in das Unternehmen genutzt werden.

### **4.1 Verhinderung von Schätzverzerrungen durch psychologische Faktoren**

Um die Expertenschätzung zu verbessern muss der kognitive Prozess im Gehirn des Menschen verstanden werden, damit die bewussten und unbewussten Auswirkungen von unerwünschten

psychologischen Aspekten auf das Schätzergebnis vermieden werden können. Die „ad-hoc“ Expertenschätzung ist häufig intransparent und kann inkonsistent sein, sodass mögliche Einflüsse auf den Schätzprozess und das Schätzergebnis nicht erkennbar sind, diese jedoch eine große Auswirkung ausüben können (siehe 1.2 Unzulänglichkeiten und Risiken einer unstrukturierten Expertenschätzung, Seite 4).

**Verminderung von NEF (1) – Inkonsistenzen und Subjektivität des Schätzers**

### 4.1.1 Schätzverzerrung durch unternehmenspolitische Zielkonflikte

#### (1) Abgrenzung von Zielsetzung und Aufwandsschätzung

Das Geschäft von Software-Dienstleistern besteht zum großen Teil aus Projekten. Der wirtschaftliche Erfolg eines Unternehmens hängt von den Aufträgen seiner Mandanten ab. Die Software-Dienstleister stehen bei einer Projektausschreibung oftmals im Wettbewerb und Ziel ist es, durch einen niedrig kalkulierten Preis die Ausschreibung zu gewinnen [Unt13, S. 3]. Nicht selten spielen deshalb die auftragsstrategische Einflussnahmen sowie betriebswirtschaftliche Vorgaben eine zentrale Rolle für die Aufwandsschätzung. *F. Bundschuh* formuliert die Problematik folgendermaßen [BF00, S. 38]:

*„Als Hauptursache für die teils erheblichen Unterschätzungen wird die Tatsache erkannt, dass häufig statt einer realistischen eine politische Aufwandsschätzung vorgenommen wird. [...] Dies führt schließlich dazu, dass der Aufwand eines IT-Projekts in der Praxis nicht das Ergebnis einer Schätzung, sondern das Ergebnis einer Verhandlung ist.“*

Der Soll-Aufwand kann sich durch unternehmenspolitische Einflüsse ändern, der tatsächliche Aufwand für die gleiche Aufgabe hingegen nicht. Nicht selten nimmt die Preiserwartung des Mandanten Einfluss auf das Schätzergebnis bei der Aufwandsschätzung [Jør05, S. 58]. In der Praxis wird häufig nicht zwischen *Zielen*, die wünschenswerte Zustände darstellen, und *Schätzungen/Prognosen*, die eine Vorhersage über den wahrscheinlichen Aufwand abgeben, unterschieden [MHK06, S. 34]. Folgende Aussagen sollen diesen Unterschied verdeutlichen:

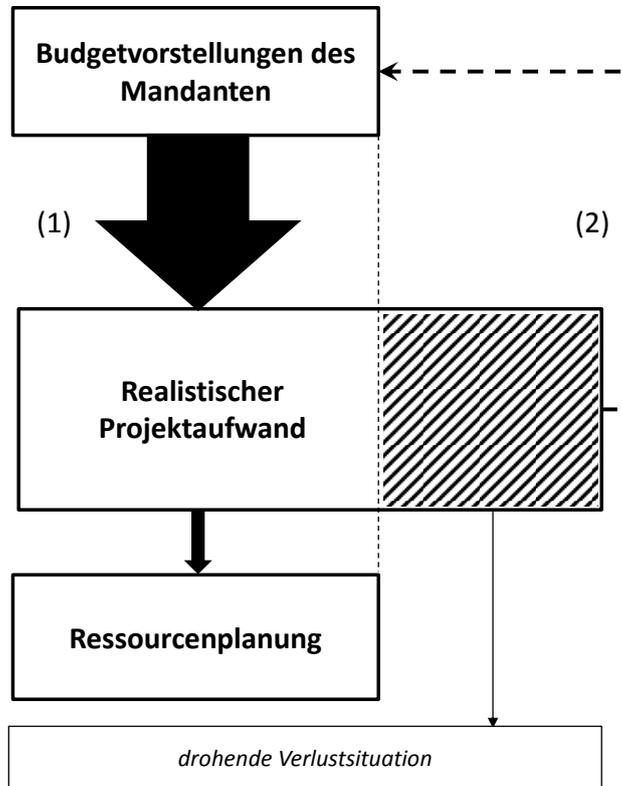
- „Das Projekt sollte nicht mehr als 1,5 Mio.€ benötigen.“ (Ziel)
- „Das Projekt wird ein Gesamtvolumen von 2 Mio.€ benötigen.“ (Schätzung)

**Verminderung von NEF (10) – Keine realistische Einschätzung des Mandanten über Projektkosten**

Der Schätzprozess sollte rational verlaufen und für unternehmensinterne Entscheidungen einen möglichst genauen Aufwandsbetrag für ein Softwareprojekt liefern. Unternehmenspolitische Einflüsse und Ziele wie ein einzuhaltendes Projektbudget oder der Wunsch, einen Kundenauftrag zu gewinnen, beeinflussen die individuellen Entscheidungen des Schätzers und stellen einen zu lösenden Interessenskonflikt im rationalen Schätzprozess dar [Jør04, S. 44].

Abbildung 4.1 auf Seite 24 verdeutlicht durch (1) den Preisdruck, der durch einen vorgegebenen Budgetrahmen entsteht. Fälschlicherweise wird oft das Ergebnis aus der Aufwandsschätzung an die Budget- oder Terminvorgaben des Mandanten angepasst, ohne dabei die Funktionalität zu reduzieren [BF00, S. 36]. Eine zuverlässige und belastbare Aufwandsschätzung ohne das

Risiko der Budgetüberschreitung würde im Idealfall den Budgetrahmen festlegen (2). Diese Vorgehensweise findet in der Praxis allerdings aufgrund des hohen Preisdrucks verursacht durch den Wettbewerb oder durch eingeschränkte finanzielle Möglichkeiten des Mandanten selten Anwendung [INT13i].



**Abbildung 4.1:** Preisdruck auf die Aufwandsschätzung (*eigene Darstellung*)

### (2) Begriffliche Abgrenzungen von Preis, Aufwand und Budget

Der Schätzer darf nicht von der Preiserwartung des Auftraggebers beeinflusst werden [Jør05, S. 58]. Deshalb ist die Trennung der Begriffe „Preis“, „Aufwand“ und „Budget“, das Bewusstsein um deren Unterschiede und eine Trennung der Verantwortlichkeit für Schätzung, Planung und Verhandlung eine Voraussetzung für eine realistische Aufwandsschätzung.

Der Begriff „Aufwand“ wird in einigen Organisationen gleichbedeutend mit „wahrscheinlicher Aufwand“ (Schätzung), „geplanter Aufwand“ (Planung) oder „Gesamtaufwand“ (Planpreis oder Angebotspreis) verwendet. Diese Begriffe stehen z.T. im Konflikt bei ihren Zielsetzungen [GJ06, S. 304].

Die oben und in dem vorherigen Abschnitt genannten Begriffe haben unterschiedliche Ziele. Abbildung 4.2 auf Seite 25 verdeutlicht die Differenzen [Jør04, S. 45], [Ram+10, S. 627]:

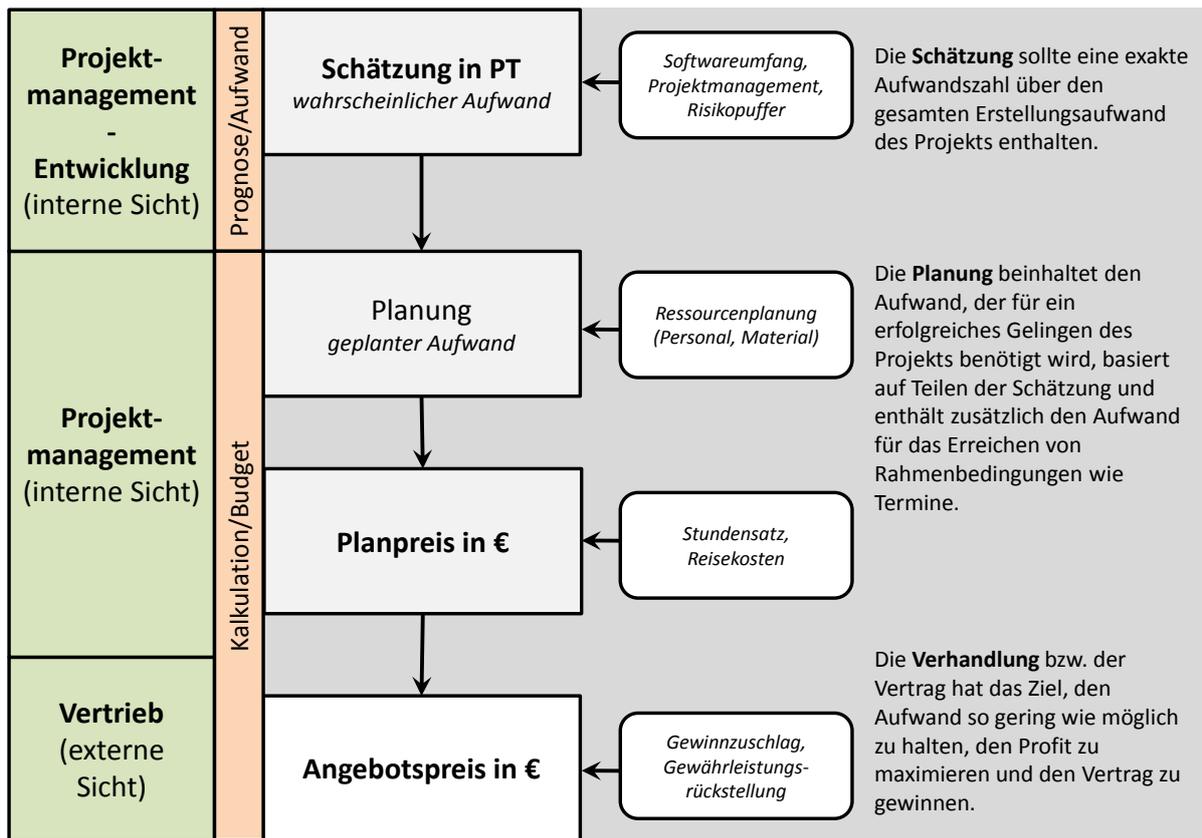


Abbildung 4.2: Von der Schätzung zum Angebotspreis (in Anlehnung an [Fro08, S. 9])

**Empfehlung für das Vorgehensmodell Nr. 1 (Begriffliche Klarheiten).**

1. Die unterschiedlichen Bedeutungen und Ziele der Begriffe „Aufwand“, „Budget“ und „Preis“ müssen dem Schätzer bewusst sein.
2. Die Budgetvorstellungen des Mandanten dürfen im Schätzprozess dem Schätzer nicht bekannt sein.
3. Die Projektaktivitäten Planung, Schätzung und Verhandlung sind als separate Prozesse zu behandeln.

### 4.1.2 Schätzverzerrung durch den Ankereffekt und durch irrelevante Informationen

#### (1) Grundlegendes zum Ankereffekt

Der Ankereffekt (*engl. anchoring effect*) ist eine unbewusste Neigung, die bei Entscheidungen unter Unsicherheit auftritt. Personen, die eine Schätzung in Form eines Zahlenwerts ohne sichere Vorstellungen über das Schätzergebnis zu haben abgeben, orientieren sich an einer bekannten Schätzgröße, dem sog. „Anker“. In zahlreichen Experimenten wurde bewiesen, dass sich Versuchspersonen leicht von bekannten Zahlengrößen beeinflussen lassen, ohne dabei bewusst auf diese Information zurückzugreifen [AE05, S. 346]. Auf die Aufwandsschätzung bezogen ist die erste Zahl der Aufwandsschätzung, die auch durch die Budgetvorstellungen des Mandanten geprägt sein kann, automatisch der Dreh- und Angelpunkt (Anker) für alle weiteren Schätzüberlegungen. Insbesondere in dem Fall, wenn geringes Expertenwissen in der Domäne vorhanden ist und

der Vergleich des bekannten Ausgangswerts mit dem geschätzten Wert nicht vorgenommen wurde, zeigte der Ankereffekt die größte Wirkung auf den Entscheidungsprozess des Individuums [Wil+96, S. 387]. Der Effekt tritt nahezu immer unter Unsicherheiten auf und der Mensch nutzt den Anker als Ausgangspunkt für seine Prognose, auch wenn er z.T. damit weit weg von dem tatsächlichen Aufwand liegt.

Während es sich bei der Preispolitik und den Verhandlungen des Vertriebs um einen bewussten Veränderungseffekt bei Angebotspreisen handelt, können *Preiserwartungen*, selbst wenn sie vom Mandanten nicht als verbindlich deklariert worden sind, den Ankereffekt unbewusst herbeiführen. Bei niedrigen Preiserwartungen des Mandanten tendieren die Schätzer dazu, ihre Schätzung nach unten zu korrigieren ohne Funktionalität zu reduzieren. Bei vermeintlich hohem Budgetvolumen durch hohe Zahlungsbereitschaft des Mandanten schöpft die Schätzung den Aufwandsrahmen in der Regel aus und das Ergebnis ist eine Schätzverzerrung (siehe 4.9.3 Die Unzulänglichkeiten des Projektmanagements: Die vermeintliche Punktlandung, Seite 74) [AE05, S. 354].

Wenn der Ausgangspunkt der Aufwandsschätzung eine vergleichbare Referenz aufweist, wie Schätzobjekte mit gleichen Merkmalen und Analogien, kann dieser Effekt einen positiven Einfluss hervorrufen [JH10, Kapitel 6.1]. Informationen wie Rahmenbedingungen (Termine und Preisvorstellungen) sollten hingegen bei einem Schätzprozess isoliert von den Schätzverantwortlichen in der Planungsphase behandelt werden, insbesondere, wenn die Erwartungen unrealistisch sind. Nicht immer ist die klare Trennung möglich, jedoch sollten sich die Schätzpersonen über die Neigung, die durch solch einen Anker hervorgerufen wird, bewusst sein. Auch darf der Zeitrahmen nicht bekannt sein, da der Schätzer dazu neigt, eine schnelle Lösung zu finden, dabei die Risikobetrachtung vernachlässigt und die eigene Arbeitsleistung überschätzt wird (siehe 4.1.3 Schätzverzerrung durch die Überschätzung der eigenen Leistungsfähigkeit, Seite 27) [JH10].

### **(2) Irrelevante Informationen vermeiden**

Irrelevante Informationen haben einen negativen Einfluss auf die Schätzgenauigkeit. Schätzer bedienen sich bei diesem kognitiven Prozess an einer Vielzahl von Informationen, ohne diese kritisch zu begutachten [JG08, S. 78].

Eine entscheidende Vorarbeit zur Vermeidung des Ankereffekts durch irrelevante Informationen liefert die Vorbereitung der Schätzung. Schätzungen können nur so gut sein wie ihre Datenbasis und die zur Verfügung gestellten Informationen. Informationen, die nicht zum Schätzen benötigt werden, üben oftmals einen negativen Einfluss auf den Schätzer aus, welcher implizit die Daten, die in Verbindung mit der Aufwandsschätzung stehen, als relevant einordnet und entsprechend bewertet [Jør04, S. 47]. Wenn als Beispiel in der Spezifikation der Aufwand für ein früheres System niedergeschrieben ist, wird der Schätzer – auch wenn die Information als unbedeutend deklariert ist – nicht unvoreingenommen die Schätzung durchführen können, sondern den vorgegebenen Wert als Basis nehmen und seine Aufwandsschätzung nach dieser justieren [JG11, S. 704]. Sollten die Systeme auf den ersten Blick ähnlich sein, sich in der Komplexität und Technologie allerdings grundlegend unterscheiden, können fehlerhafte Aufwandsschätzungen entstehen. Es ist somit von großer Bedeutung, mit welchen Kriterien verglichen wird. Diese sollten bei der Aufwandsschätzung zunächst kritisch hinterfragt werden [INT13b].

Irrelevante Informationen wie die Preiserwartungen oder Termine aus der Informationsbasis für den Schätzer zu entfernen, führt dazu, dass die Spezifikation nur gefilterte, für den Schätzprozess relevante Informationen enthält. Diese Informationen dürfen nicht nur für den Schätzer als „irrelevant“ deklariert werden, sondern müssen vollständig aus der Schätzdatenbasis gestrichen werden, da ansonsten der Ankereffekt unbewusst eintritt [JG08, S. 81]. Nur auf dieser Basis können realistische Schätzwerte ermittelt werden und der Fokus liegt darauf, *was* mit dem Projekt erreicht werden soll (Produkt). In einer zweiten Runde (siehe 4.8.1 Zwei-Phasen-Schätzung durch Rückkopplungsprozesse, Seite 65) werden Informationen über die Art und Weise der Durchführung eingearbeitet und der Gesamtaufwand kann ermittelt werden. Der Fokus liegt hierbei darauf, *wie* das Ziel erreicht werden kann. Das Wunschdenken (siehe 4.1.3 Schätzverzerrung durch die Überschätzung der eigenen Leistungsfähigkeit) sowie die zu frühe Reduktion der Funktionalität, um einen gegebenen Budgetrahmen einzuhalten, wird hierdurch vermieden [JG08, S. 82].

### Empfehlung für das Vorgehensmodell Nr. 2 (Irrelevante Informationen).

Für den Schätzprozess irrelevante Informationen wie bspw. die Budgetvorstellungen des Mandanten müssen vor der Aufwandsschätzung aus der Schätzdatenbasis vollständig entfernt werden.

### 4.1.3 Schätzverzerrung durch die Überschätzung der eigenen Leistungsfähigkeit

Dem Schätzverantwortlichen sollte bewusst sein, dass er bei seiner Denkweise zwischen dem *Wunschdenken* und dem *Realismus* unterscheiden sollte [Jør04, S. 45]. Ein Schätzer, der den Budgetrahmen kennt, wird nicht einen Aufwandsbetrag nennen, der weit von den Budgetvorstellungen abliegt, auch wenn die Rahmenbedingungen unrealistisch sind oder die Information als nicht bedeutsam deklariert wurde [JG11, S. 704].

Dieser Effekt lässt sich dadurch begründen, dass Individuen dazu neigen, ihre eigene Arbeitsleistung zu überschätzen [K+99, S. 1121], [Har01, S. 66], [Ric05, S. 25]. Zukünftige Ereignisse werden meist zu optimistisch eingeschätzt, die in der Vergangenheit liegenden hingegen realistischer angesehen, da die Illusion der Kontrolle für zukünftige Ereignisse trotz der Unsicherheit sehr groß ist [Mac10, S. 377]. Die Überschätzung der eigenen Arbeitsleistung wird auch dadurch gefördert, dass die Zeitdauer einer bereits abgeschlossenen Aufgabe als Referenz für die nächste, evtl. komplett anders strukturierte Aufgabe übertragen wird. Wenn die vorangegangene Aufgabe nun in kürzerer Zeit beendet wurde, sind weitere Schätzungen oft zu optimistisch [GJ09, S. 1]. Schätzer neigen dazu, zu niedrige Aufwandsschätzungen abzugeben, da dieses zunächst Konflikte vermeidet. Dabei werden unter Umständen unbewusst bestehende Risiken ausgeblendet. Niedrige Aufwandsschätzungen spiegeln aus der Sicht des Schätzers, insbesondere aus der Sicht des Managements oder der Projektleitung, die eigene Fähigkeit wider, mit geringem Ressourceneinsatz das gegebene Projektziel zu erreichen. Projekte werden nicht als risikobehaftete Geschäfte angesehen [MJ05, S. 104]. Die Schätzerlichkeit, die in diesem Fall als eine Bewertung der eigenen Qualifikation angesehen wird, kann hierdurch beeinträchtigt werden. Das Ergebnis sind Schätzverzerrungen [GJ08, S. 31], [BF00, S. 39], [JG11, S. 704].

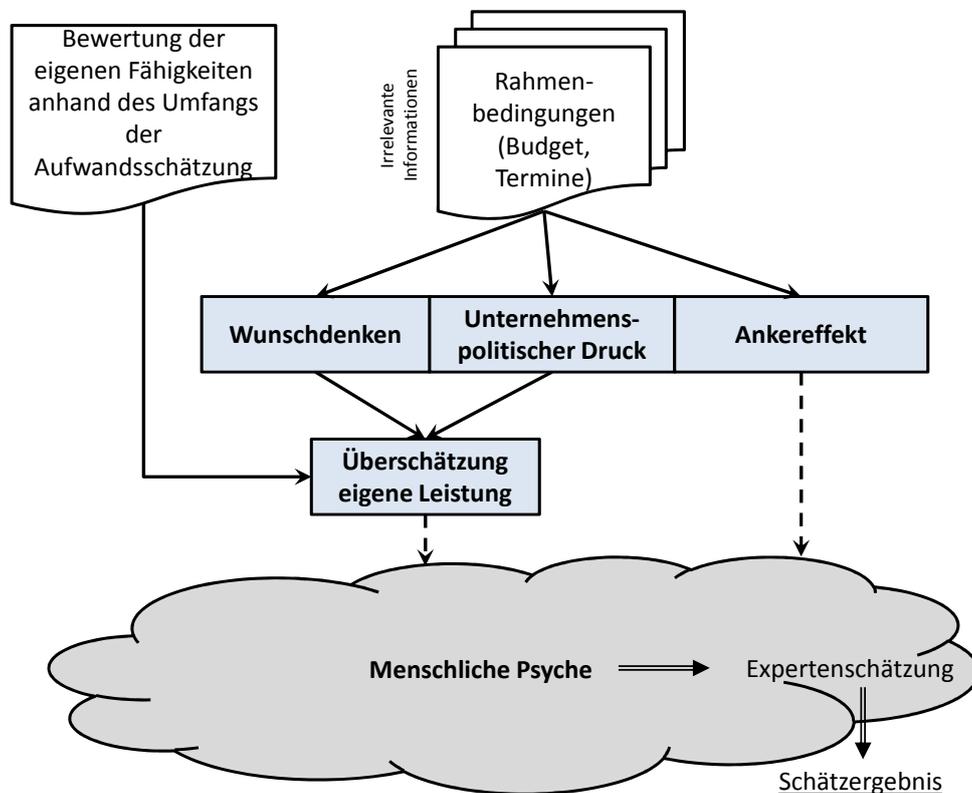
*N. Harvey* empfiehlt deshalb, die Schätzung nicht durch den Planungsverantwortlichen durchführen zu lassen. Der Grund dafür ist wie oben beschrieben, dass die eigene Arbeitsleistung oft optimistischer eingeschätzt wird als fremde Arbeitsleistung [Har01, S. 65]. Die Kritik an dieser Empfehlung besteht darin, dass Personen, die in der Umsetzung des Projekts involviert sind, Vorstellungen über die Umsetzbarkeit und über das Vorgehen in der Projektumsetzung in die Schätzung einfließen lassen und somit genauere Schätzwerte liefern. Es lässt sich deshalb insoweit keine allgemeingültige Empfehlung abgeben, da in der Unternehmenspraxis keine Vielzahl von Experten für Schätzungen, die nicht in dem Projekt mitwirken, zur Verfügung stehen.

Durch die Vergewenwärtigung der psychologischen Aspekte, die die Entscheidungsfindung des Schätzers bei der Aufwandsschätzung beeinflussen und durch das Ergreifen von präventiven Maßnahmen, damit diese Effekte nicht eintreten, wird die Schätzqualität erhöht [Jør04, S. 46].

**Empfehlung für das Vorgehensmodell Nr. 3 (Einschätzung der Arbeitsleistung).**

Die Einschätzung der eigenen Leistungsfähigkeit sollte bei der Schätzung kritisch hinterfragt werden. Es empfiehlt sich die Betrachtungsweise einzunehmen, wenn die Aufgabe durch die eigenen Person (*Die Aufgabe wird durch mich umgesetzt: x PT.*) und durch jemand anderen umgesetzt wird (*Person X benötigt y PT für die Aufgabe.*)

Abschließend soll Abbildung 4.3 die Zusammenhänge bei der Informationswahl sowie weitere unternehmenspolitische Einflüsse, die eine Bedeutung für die menschliche Psyche und damit eine Auswirkung auf das Schätzergebnis bei einer Expertenschätzung haben können, verdeutlichen.



**Abbildung 4.3:** Faktoren, die eine Schätzverzerrung bei der Expertenschätzung hervorrufen können (eigene Darstellung)

## 4.2 Vorbereitende Maßnahmen vor Beginn der Aufwandsschätzung

Im Folgenden werden typische Faktoren, die dazu beitragen, dass die Schätzqualität beeinträchtigt wird, genannt. Es werden in Kurzform Gegenmaßnahmen beschrieben, welche z.T. vor der Projektinitiierung durchgeführt oder während der Projektdurchführung ergriffen werden sollten.

### 4.2.1 Grundsätze für eine hohe Schätzqualität

#### (1) Bewusster Umgang mit Einflussfaktoren auf das Projekt

Viele wissenschaftliche Untersuchungen zielen darauf ab, negative Einflussfaktoren auf ein Projekt zu identifizieren (siehe 1.3 Forschungsbedarf im Bereich der Expertenschätzung, Seite 5). Die Entwicklung von Gegenmaßnahmen und die Bemühungen, positive Einflüsse auf ein Projekt bewusst herbeizuführen, wird in der Literatur nur unzureichend behandelt. *M. Jørgensen* und *W. Stewart* haben in ihren Untersuchungen positive Einflussfaktoren identifiziert und empfohlen, diese Faktoren anhand einer Checkliste bewusst herbeizuführen, um das Gelingen des Projekts zu fördern. Dem Projektmanagement sollten nicht nur die negativen Einflussfaktoren bewusst sein, damit sie in der Schätzung berücksichtigt werden. Der Fokus muss auch auf eine aktive Gegensteuerung und in der Prävention im Vorfeld liegen. Es ist bspw. effektiver, Risikovermeidung zu betreiben anstatt eingetretene Folgeschäden zu beseitigen. Negative Einflussfaktoren und Kostentreiber sollten durch geeignete Maßnahmen in der Projektvorbereitung bereits reduziert werden. In einer Untersuchung von *M. Jørgensen* wurden beispielhaft die folgenden positiven Einflussfaktoren auf ein Projekt ermittelt [JM04, S. 1002]:

- Bereithaltung von (Aufwands-)puffern, um unerwartete Ereignisse zu behandeln,
- einfach strukturierte Projekte mit Erfahrungswerten schätzen,
- Flexibilitäten bei der Implementierung der Anforderungen schaffen,
- projektbegleitende Kostenkontrolle,
- angemessen großer Zeitrahmen für die Erstellung einer Aufwandsschätzung.

Genauere und belastbare Aufwandsschätzungen erfordern Zeit für Vorbereitungen wie das Sammeln von Informationen sowie für die Durchführung der Schätzung und Validierung des Schätzergebnisses. Trotz des allgemeinen Zeitmangels im „Tagesgeschäft“ bei den Projektbeteiligten sollte in Abhängigkeit von der Projektgröße ein entsprechendes Zeitfenster für eine adäquate Aufwandsschätzung investiert werden.

#### (2) Dokumentation von Annahmen und Ergebnissen

Zu den formalen Anforderungen einer strukturierten Expertenschätzung gehört es, die Aufwandsschätzung immer objektiv zu begründen und zu dokumentieren, damit diese für außerhalb des Schätzprozesses stehende Personen nachvollziehbar ist [Jør05, S. 60]. Eine dokumentierte Aufwandsschätzung kann nicht nur zur Verhinderung von Schätzfehlern führen, sondern auch zur Nachkalkulation herangezogen werden und den Lerneffekt für den Aufwandsschätzer verbessern, da mögliche Schätzfehler besser identifiziert werden können. Nicht nur die Dokumentation der Schätzung zugrundeliegenden Anforderungen funktionaler und nicht-funktionaler Art durch das Anforderungsmanagement sind Bestandteil für eine nachvollziehbare Aufwandsschätzung. Auch sind die der Schätzung zugrundeliegenden Annahmen und die berücksichtigten Risiken zu

dokumentieren. Änderungen im Projektverlauf müssen in schriftlicher Form am Ende des Projekts für ein aussagefähiges Feedback zur Schätzqualität vorliegen, denn die Recherche für vergleichbare Software-Projekte in der Vergangenheit und der Umgang mit dem Schätzobjekt müssen aufgrund von Dokumenten bewertbar für den Schätzer bleiben (siehe 4.11 Erfahrungsdatensammlung zur Verbesserung der Schätzqualität, Seite 77).

### **Empfehlung für das Vorgehensmodell Nr. 4 (Grundsätze zur Aufwandsschätzung).**

1. Der strukturierte Schätzprozess muss als eigenständige Projektaktivität angesehen werden.
2. Es muss ein Verantwortlicher für die Durchführung und für die Kontrolle der Schätzqualität festgelegt werden.
3. Eine gute Aufwandsschätzung erfordert Zeit und sollte erst nach der Erstellung des Feinkonzepts erfolgen.
4. Falls der Mandant vor der Erstellung des Feinkonzepts einen Aufwandsbetrag einfordert, muss eine Bereichsschätzung durchgeführt werden, die den Grad der Unsicherheit widerspiegelt.
5. Die Aufwandsschätzer müssen im Projektthemengebiet erfahren und im Umgang mit dem Vorgehen der strukturierten Expertenschätzung geschult worden sein.
6. Sämtliche Annahmen vor der Aufwandsschätzung, Änderungen im Laufe des Projekts und deren Ergebnisse müssen fortlaufend dokumentiert werden. Dies kann mit einem Excel-Sheet erfolgen, welches zuvor festgelegte Mindestanforderungen erfüllt.

### **4.2.2 Informationsgrundlagen für die Aufwandsschätzung**

#### **(1) Umgang mit den Budgetvorstellungen des Mandanten vor der Aufwandsschätzung**

Die Budgetvorstellungen der Geschäftsleitung oder des Mandanten zur Entwicklung einer Software dürfen dem Schätzteam infolge des möglichen unternehmenspolitischen Drucks nicht bekannt sein (siehe 4.1.1 Schätzverzerrung durch unternehmenspolitische Zielkonflikte, Seite 23). In der Unternehmenspraxis dürfen die Kosten für die Aufwandsschätzung selbst durch das Fehlen einer derartigen Information nicht wesentlich in die Höhe getrieben werden. Äußert bspw. der Mandant in der Anforderungsermittlung einen limitierten Budgetrahmen von bspw. 50–100 PT und sollte sich bereits in der Anfangsphase der Schätzung eine grobe Aufwandseinschätzung von weit über 300 PT ergeben, sollten frühzeitig die weiteren Planschritte abgebrochen werden und ein Dialog mit dem Mandanten geführt werden, denn das Verständnis und die Annahmen über die Projektaufgaben auf Seiten des Mandanten sowie des Dienstleisters könnten sich als unzutreffend erweisen. Es ist somit hilfreich, wenn zumindest *ein* Schätzbeteiligter über ein Budgetintervall des Mandanten in Kenntnis gesetzt wurde, dieser jedoch keinen direkten Einfluss auf den Aufwandsbetrag ausüben und frühzeitig bei maßgeblichen Abweichungen eingreifen kann [INT13h].

### (2) Anforderungsanalyse zur Schaffung einer Ausgangsdatenbasis

Unzureichende Anforderungsdefinitionen durch ein ineffektives Anforderungsmanagement (*engl. requirements management*) stellen eine bedeutsame Ursache für das Scheitern von Softwareprojekten dar.

**Verminderung von NEF (8)** – Schlechte/unvollständige/nicht verstandene Anforderungen.

**Verminderung von NEF (9)** – Schlechte Kommunikation/Kooperation mit Stakeholdern.

Das Anforderungsmanagement ist verantwortlich für die systematische Erhebung, Organisation und Dokumentation von Anforderungen des Mandanten an ein System sowie für die Aufnahme und Verwaltung von Anforderungsänderungen [Ebe08, S. 32]. Selten stehen die Anforderungen des Auftraggebers verbindlich zu Projektbeginn fest. Die Erhebung der Anforderungen und der Umgang mit Änderungswünschen ist Aufgabe des Anforderungsmanagements. Darüber hinaus hat das Anforderungsmanagement die bedeutende Aufgabe, die zielorientierte Kommunikation zwischen Stakeholdern des Projekts und dem Dienstleister aufrecht zu erhalten. Das Anforderungsmanagement muss das Verständnis sowohl für die Anforderungen und die Aktivitäten in dem Projekt, als auch die Auswirkungen von Anforderungsänderungen auf den Projektverlauf hervorheben und kommunizieren [Ebe08, S. 115].

Aus Zeitgründen wird in der Praxis nicht selten bereits mit der Realisierung eines Softwareprojekts begonnen, obwohl die Anforderungen des Mandanten nicht hinreichend präzisiert sind [INT13d]. Dies birgt Gefahren wie unerwartete Funktionsänderungen und Funktionszuwächse in sich. Eine vollständige Aufwandskalkulation ist vor dem Projektbeginn nicht möglich. Für eine genaue und zuverlässige Aufwandsschätzung ist es unerlässlich, dass die Anforderungen des Mandanten vor Projektbeginn möglichst vollständig und im Detail vorliegen.

### (3) Entwicklung von Prototypen zur Erfahrungsgewinnung

Die Expertenschätzung basiert zum großen Teil auf Erfahrungen. Falls diese Erfahrungen nicht vorhanden sein sollten, besteht die Gefahr von „blinden“ Annahmen und die Aufwandsschätzung wird ungenau und unzuverlässig. Auch können Mandanten nicht in allen Fällen die Anforderungen an neue Produkte exakt formulieren.

**Verminderung von NEF (2)** – Schätzgenauigkeit hängt von der Erfahrung ab.

Ein Lösungsansatz für diese Problematik ist der Einsatz von *Prototypen*. Diese haben den Vorteil, dass schnell Erkenntnisse über die Technologie gewonnen werden können und eine Kommunikationsbasis mit dem Mandanten geschaffen wird. Eine erste lauffähige Software lässt sich mit relativ geringen Aufwand erstellen und kann zum Verständnis der Anforderungen und zur Beseitigung von Unsicherheiten eines Softwaresystems beitragen [INT13b], [Tot08]. So wird bei einer neuen Technologie für die Erstellung eines Prototypen etwa ein Anteil von 10% des Gesamtaufwands des Projekts benötigt [INT13a]. Es ist nicht in allen Fällen erforderlich, lauffähige Software zu entwickeln, da bei dialogbasierten Anwendungen Entwurfsskizzen mit einfachen Werkzeugen (PowerPoint, Paint) bereits eine ausreichend große Grundlage bilden können, um alle Anforderungen

zu erfassen und zu verstehen [INT13b]. Eine detaillierte Anforderungsdefinition mit Klärung sämtlicher Unsicherheiten durch die Befragung von externen Experten würde möglicherweise das gleiche Verständnis hervorrufen, jedoch noch keine demonstrierbare Softwareeinheit schaffen [INT13a].

### **Empfehlung für das Vorgehensmodell Nr. 5 (Anforderungen vor der Schätzung).**

1. Die Budgetvorstellungen des Mandanten dürfen nur einer nicht direkt in der Schätzung involvierten Person bekannt sein.
2. Anforderungen müssen vor Projektbeginn möglichst präzise und vollständig erfasst sowie hinreichend dokumentiert sein. Falls dieses nicht möglich ist, müssen entsprechende Vertrags- und Vorgehensmodelle für die Projektdurchführung etabliert werden.
3. Der Schätzer muss zwingend auf das Schätzobjekt bezogene Erfahrungen aufweisen können. Sind diese nicht vorhanden, können Befragungen oder Prototypen die notwendigen Informationen generieren.

### **4.2.3 Verbesserung der Schätzgenauigkeit durch die Verkleinerung des Schätzobjekts**

#### **(1) Schätzobjekttyp definieren**

Bevor geschätzt werden kann, müssen die Schätzobjekte vorliegen. Ein Vorteil der Expertenschätzung liegt darin, dass das Schätzobjekt einen unterschiedlich definierten Typ, Inhalt und Umfang aufweisen kann. Bei den möglichen Schätzobjekttypen kann es sich um Aktivitäten handeln, die während der Projektphase anfallen (prozessorientiert) oder um Systemkomponenten (produktorientiert).

Die vielfältige Einsetzbarkeit der Expertenschätzung bei unterschiedlichen Schätzobjekten stellt einen wesentlichen Vorteil gegenüber den modellbasierten Verfahren dar, die eine genau definierte Spezifikation benötigen. Wichtig ist der Informationsgehalt des Schätzobjekts, welcher für den Schätzer erkennbar sein muss sowie ein durchgängiges Inhaltsmuster, damit die Vergleichbarkeit unter den Schätzobjekten einfach und nachvollziehbar ist. Für die projektbegleitende Fortschrittskontrolle ist es notwendig, dass ein Schätzobjekt nicht nur schätzbar, sondern auch messbar ist. Sind beide Voraussetzungen gegeben, bleibt das Schätzobjekt über die Projektzeit kontrollierbar (siehe 4.10 Kontrolle von Projekten zur Gewährleistung der Schätzzuverlässigkeit, Seite 75), [BF00, S. 27].

Je mehr Informationen über das Schätzobjekt vorliegen, desto genauer kann die Aufwandsschätzung erfolgen. Allerdings sollten Informationen, die keinen direkten Zusammenhang mit der Schätzung des Projekts haben (bspw. Termine und Budgetvorstellungen) nicht Teil des Schätzobjekts sein, sondern separat in weiteren Schätzzyklen betrachtet werden (siehe 4.8.1 Zwei-Phasen-Schätzung durch Rückkopplungsprozesse, Seite 65).

**(2) Schätzobjektgröße bestimmen**

Die Zerlegung des Gesamtprojekts in mehrere kleinere Schätzobjekte schafft Überblick, reduziert die Komplexität und Unsicherheiten können durch bessere Transparenz minimiert werden. Diese Zerlegung lässt sich mit dem Programmierparadigma „teile und herrsche“ (*engl. divide and conquer*) vergleichen, bei dem ein Problem in kleinere Teilprobleme zerlegt wird und diese lösbar und „beherrschbar“ werden [Sch13, S. 17]. Bei zu großen Schätzobjekten droht eine Schätzungenauigkeit dadurch, dass Teilaufgaben nicht erfasst und ggf. Beziehungen zwischen einzelnen Objekten nicht beachtet werden [BE11, S. 16], [HTA00, S. 20].

**Verminderung von NEF (3) – Übersehene und unterschätzte Tätigkeiten.**

Als eine beherrschbare Objektgröße wird bspw. die Größenordnung von 5–10 PT genannt [INT13d]. Gegen diese Granularität spricht der drohende Verlust der Gesamtbilds. Die Erhebung und Schätzung vieler kleiner Arbeitspakete verursacht einen hohen Aufwand und führt ggf. dazu, dass der Überblick und somit die Sicht auf das Wesentliche verloren geht [INT13c].

**(3) Gesetz der großen Zahlen**

Bei der Zerlegung der gesamten Schätzaufgabe in kleinere Teileinheiten sollte der Vorteil, den das „Gesetz der großen Zahlen“ beinhaltet, möglichst genutzt werden. Ein größeres Softwareprojekt wird hierzu in kleinere Teile bzw. Aktivitäten zerlegt. Der Vorteil besteht darin, dass bei der Fehleinschätzung einzelner Objekte sich die aufwandsmäßigen Unter- und Überschätzungen kompensieren. Ein Beispiel in Tabelle 4.1 soll diesen Sachverhalt verdeutlichen (in Anlehnung an [MHK06, S. 149]):

Schätzobjekt	geschätzter Aufwand in PT	tatsächlicher Aufwand in PT	absoluter Fehler in PT	relativer Fehler
Teilpaket 1.1	200	248	+48	+24%
Teilpaket 1.2	300	228	-72	-24%
Teilpaket 1.3	300	372	+72	+24%
Teilpaket 1.4	500	620	+120	+24%
Summe $\Sigma$ (Bottom-up)	1300	1468	+168	+12,5%
Gesamtschätzung Projekt 1 (Top-down)	1150	1468	+318	+22%

**Tabelle 4.1:** Beispielsrechnung für Bottom-up- und Top-down-Schätzung im Zusammenhang mit dem Gesetz der großen Zahlen

In dem Beispiel wurde exemplarisch nach der Bottom-up- und nach der Top-down-Schätzung vorgegangen. Die letzte Zeile in der Tabelle 4.1 „Gesamtschätzung Projekt 1“ wurde durch ein Analogieverfahren (Top-down) an einem vergangenen Projekt mit einer Größe von 1000 PT und einem Zuschlag von 11,5% ermittelt. Die Summe „Teilpakete 1.X“ wurde mithilfe des Bottom-up-Verfahrens ermittelt. Es fällt auf, dass der relative Fehler bei beiden Verfahren annähernd gleich hoch war (+24%, +22%). Der aggregierte relative Fehler der Bottom-up-Schätzung beträgt jedoch nur 12,5%.

Das Gesetz der großen Zahlen besagt in diesem Fall, dass die Teilpakete bei der Bottom-up-Schätzung einen zu hohen oder einen zu niedrigen Schätzwert haben können ( $\pm x\%$ ), diese sich in der Summe betrachtet insgesamt stärker ausgleichen als bei einer Top-down-Schätzung.

### **Empfehlung für das Vorgehensmodell Nr. 6 (Schätzobjekte definieren).**

1. Vor der Schätzung muss eine vollständige Liste von Schätzobjekten vorliegen, die vergleichbare Eigenschaften untereinander aufweisen.
  - a) Die Schätzobjekte sollten vollständig beschrieben und verstanden sein.
  - b) Die Größe der Schätzobjekte untereinander sollte annähernd in der gleichen Größenordnung liegen.
  - c) Nicht-funktionale Anforderungen müssen ebenfalls berücksichtigt werden.
2. Je weiter diese Schätzobjekte zerlegt werden, desto genauer können die Beziehungen untereinander analysiert und bewertet werden.

## **4.3 Verbesserung der Schätzzuverlässigkeit durch Gruppendiskussionen**

### **4.3.1 Gründe für und gegen Gruppendiskussionen**

Untersuchungen haben ergeben, dass Gruppenschätzungen zu genaueren und belastbareren Schätzergebnissen führen als bei einer Kombination von Individualschätzungen [MJ04, S. 315], [MHK06, S. 186]. Die Grundidee einer Gruppendiskussion besteht in der Reduktion der individuellen Interessen und Fehleinschätzungen [MJ04, S. 316]. Der Einsatz von Gruppendiskussion führt zu einer weniger optimistischen Schätzung, denn durch die Diskussion werden neue Informationen gewonnen [MHB08, S. 2114]. Die Auseinandersetzung führt dazu, dass weitere Aktivitäten identifiziert werden, die durch einen individuellen Schätzer unbeachtet geblieben wären [MJ04, S. 315]. Vergessene Aktivitäten gehören zu den Hauptursachen für Aufwandsunterschätzungen [MJ05, S. 102].

### **Verminderung von NEF (3) – Übersehene und unterschätzte Tätigkeiten.**

Durch die unterschiedlichen Hintergründe der Experten und den möglichen Perspektivenwechsel wird das Risikoverständnis sowie die vollständige Erfassung sämtlicher Aktivitäten gefördert [MJ04, S. 324], [MHB08, S. 2114]. Die Gruppendiskussion hat den weiteren Vorteil, dass die Experten sich nicht alleinig mit der Schätzung auseinandersetzen, sondern ebenfalls mit den während der Schätzung aufgestellten Annahmen befassen und diese nachvollziehen müssen.

In der Unternehmenspraxis problematisch ist der Zeitbedarf, der für eine Gruppendiskussion anfällt. Das „Tagesgeschäft“ ist durch den hohen Zeitdruck und die Tätigkeiten vor Ort beim Mandanten geprägt. Somit stellt es eine Hürde dar, insbesondere für kleinere Projekte, eine SchätZRunde ohne Widerstände zu organisieren. Besonders bei größeren Projekten, die von vielen Unsicherheiten geprägt sind, bspw. durch den Einsatz neuer Technologien oder unerfahrener Entwickler, wird die Schätzqualität durch die Gruppendiskussion erhöht. Ein individueller

Schätzer kann bei der Komplexität von größeren Softwareprojekten leicht Aktivitäten übersehen. Dies würde zu einer Schätzungenauigkeit führen.

Eine weitere Grundvoraussetzung für eine hohe Schätzqualität sind präventive Maßnahmen und Strukturen, die dazu beitragen, dass die Gruppendiskussionen und somit die Aufwandsschätzung nicht durch Interessenskonflikte sowie durch die verschiedenen Zielsetzungen der Teilnehmer beeinträchtigt werden. Ein unterschiedliches Verständnis des Begriffs „Aufwand“ sowie unternehmenspolitische Einflüsse wie die Budgetvorstellung des Auftraggebers sorgen für Druck und Missverständnisse innerhalb der Gruppe, was dazu führen kann, dass kein Konsens gefunden wird (siehe 4.1.1 Schätzverzerrung durch unternehmenspolitische Zielkonflikte, Seite 23). Durch Vorgaben von Seiten des Mandanten oder des Vertriebs neigen auch Gruppen dazu, den Fokus auf das Erreichen des Ziels zu legen und nicht auf eine unabhängige Schätzung [BMG05, S. 61]. Es besteht darüber hinaus die Gefahr, dass Individuen mit einer starken, hervortretenden Persönlichkeit die anderen Teilnehmer durch ihre Ansichten beeinflussen und ggf. dominieren. Für diese Problematik gibt es jedoch Lösungen wie Planning Poker oder einen Moderator, der die Gesprächsrunde leitet. Hierauf wird im Folgenden eingegangen.

#### 4.3.2 Vorbereitung der Gruppendiskussion

##### (1) Vorbereitende inhaltliche Auseinandersetzung mit dem Schätzobjekt

Aufgrund der in dem Abschnitt 4.3.1 genannten Schwierigkeiten, die mit der Gruppendiskussion verbunden sind, ist es nicht nur entscheidend, *was* in der Diskussion besprochen und geschätzt wird, sondern auch *wie* der Prozess aufgebaut und vorbereitet ist. Es genügt nicht nur Expertenwissen, sondern auch der Umgang mit den Schätzverfahren sollte bekannt sein, damit die Schätzgenauigkeit erhöht werden kann [Hal+12, S. 256]. Die Produktivität in der SchätZRunde wird erhöht, wenn sich die Teilnehmer auf die Diskussion vorbereiten. Dabei sollten sie nicht bereits die Schätzung durchführen, sondern die Aktivitäten des Projekts bestimmen (siehe Abbildung 4.4 (1), Seite 38). Die Reihenfolge der Schätzung spielt aufgrund des „Ankereffekts“ eine nicht unwesentliche Rolle. Für den Fall, dass in der Diskussionsrunde übersehene Aktivitäten identifiziert wurden, besteht die Möglichkeit, dass der Schätzer aufgrund seines Ausgangspunkts, dem „Anker“, nicht in der Lage ist, eine unabhängige neue Schätzung durchzuführen. Es besteht die Gefahr, dass der Anfangswert mithilfe der neu gewonnenen Informationen anpasst und ggf. der Aufwand unterschätzt wird [MH07, S. 356], [MHB08, S. 2114].

##### (2) Zusammensetzung der Gruppenmitglieder

Um genaue Schätzergebnisse erzielen zu können, müssen nicht nur verschiedene Schätzverfahren herangezogen und kombiniert werden, es sollte auch sichergestellt werden, dass die SchätZexperten unterschiedliche fachliche Qualifikationen aufweisen [RW01, S. 141], [Jør05, S. 59]. Die Zusammensetzung von Experten mit unterschiedlichen fachlichen und persönlichen Hintergründen ermöglicht die Betrachtung des Projekts aus verschiedenen Perspektiven und es werden auch durch die Vorbereitung mehr Aktivitäten identifiziert, welche in dem Gespräch zusammengetragen werden. Wenn die Ergebnisse gesammelt und diskutiert werden, ergeben sich oftmals noch weitere Aktivitäten, sodass am Ende eine vollständige AktivitätenaufZistung existiert, die als Basis für die nachfolgende Aufwandsschätzung dienen kann [MJ04, S. 324ff].

Es sollten mindestens zwei, idealerweise drei bis fünf Experten mit unterschiedlichem Ausbildungs-, Erfahrungs- und Fähigkeitshintergrund (technisch und kaufmännisch) an der Diskussion und Schätzung teilnehmen [Jør04, S. 51]. *S. Halstead* gibt in ihrer Untersuchung an, dass in dem Fall, indem das Domänenwissen oder die Erfahrungen in einer spezifischen Technologie nicht vorhanden sind, die Schätzung zwingend von mindestens zwei Personen durchgeführt werden muss [Hal+12, S. 256].

**Verminderung von NEF (2) – Schätzzuverlässigkeit hängt von Erfahrungen ab.**

Die differenzierte Zusammensetzung des Schätzteams mit unterschiedlichen beruflichen Qualifikationen hat nicht nur den Vorteil, dass Aktivitäten aus verschiedenen Bereichen identifiziert werden, sondern dass die Gruppenmitglieder zudem ihre unterschiedlichen Neigungen ausgleichen können. Beispielsweise neigen die technisch visierten Individuen dazu, eine im Gegensatz zu nicht-technisch visierten Individuen zu geringe Schätzung abzugeben. Der Grund hierfür liegt darin, dass die Entwickler den Fokus nicht darauf legen, wie groß der Aufwand für eine Aktivität ist, sondern wie die Realisierung durchzuführen wäre. Diese Denkweise missachtet allerdings bestimmte Problemfelder. Beispielsweise werden zukünftige Ereignisse, zu denen die Gedanken über die mögliche Realisierung zählen, aufgrund der Überschätzung der eigenen Leistung optimistischer angesehen als vergangene Ereignisse (siehe 4.1.3 Schätzverzerrung durch die Überschätzung der eigenen Leistungsfähigkeit, Seite 27) [MJ05, S. 87]. Der Schätzer betrachtet somit die künftigen Aktivitäten optimistischer als die zurückliegenden. Eine Schätzverzerrung mit einem zu niedrigen Aufwandsbetrag ist die Folge.

Dennoch ergeben sich durch die technische Betrachtungsweise Möglichkeiten, eine optimierte Vorgehensweise und Ergebnisse zu erzielen. Das Fachkonzept könnte mithilfe des technischen Wissens eines Entwicklers durch den Wechsel von verwendeten Technologien und Werkzeugen angepasst werden, um ggf. Kosteneinsparungen zu erzielen [INT13d]. Im Vergleich zu den technisch visierten Individuen neigt bspw. das Produktmanagement dazu, aufgrund dessen Nähe zum Vertrieb zu geringe Aufwandsschätzungen abzugeben [INT13g], da sie das Schätzergebnis als eine Bewertung ihrer eigenen Fähigkeiten ansehen und deshalb die Gefahr einer zu geringen Aufwandsschätzung besteht.

Es stellt sich die Frage, wer als Schätzexperte bezeichnet werden kann. Bei falscher Wahl eines Experten kann die Schätzung misslingen und somit das Projekt gefährdet werden. Die Wahl eines Schätzexperten sollte nicht primär von seiner Expertise in einer Domäne oder Technologie abhängen, denn dies ist kein Indikator für eine genaue Aufwandsschätzung [MJ05, S. 105], [Hal+12, S. 256]. Bei mangelnder Erfahrung mit dem Projektinhalt oder einem unbekannte Projektumfeld kann diese Expertise keine hinreichende Garantie für eine hohe Schätzqualität liefern. Die falsche Annahme, dass ein Experte bspw. seine Kenntnisse in einer Anwendung auf eine annähernd ähnliche Anwendung ohne Schwierigkeiten übertragen kann, führt dazu, dass das Schätzergebnis nicht ausreichend kritisch hinterfragt wird und die abweichenden Faktoren unterschätzt werden [INT13b]. Gleichermäßen stellt eine starke, selbstbewusste Persönlichkeit ebenfalls ein Risiko für eine Unterschätzung dar, denn es besteht die Gefahr, dass das Schätzergebnis als eine Darbietung der eigenen Fähigkeiten angesehen wird und sich folglich ein zu optimistisches Schätzergebnis

ergeben kann.

Ein Experte für eine SchätZRunde sollte idealerweise Domänenwissen, Softwareentwicklungs- sowie Schätzerfahrungen besitzen und bereits in der Vergangenheit an vergleichbaren Projekten mitgewirkt haben [Hal+12, S. 249]. Insbesondere die Schätzerfahrungen in vergleichbaren Projekten erhöht die Schätzqualität signifikant [INT13b]. Nicht selten wird die Expertise eines Experten in der Domäne oder einer Technologie im Vergleich zu der Schätz- und Projekterfahrung eines unerfahrenen Mitarbeiters überbewertet [Jør05, S. 61]. Die Bedeutung des Erfahrungsschatzes eines einzelnen Schätzers aus vergangenen Projekten würde laut *J. McDonald* nur durch ein sehr hohes Maß an Expertenwissen in Gruppendiskussionen mit wenigen erfahrenen Schätzern kompensiert werden können. Individuen mit wenig Erfahrungen aus dem Projektbereich neigen dazu, Aktivitäten zu übersehen und diese mit einem zu geringen Aufwand zu schätzen [McD05, S. 230ff].

### 4.3.3 Varianten der Gruppendiskussion und -schätzung

#### (1) Vorzüge von strukturierten Diskussionen und einem Moderator

Es existieren unterschiedliche Ausprägungen der Gruppeninteraktion. Es kann zwischen einer strukturierten und einer unstrukturierten Gruppendiskussion unterschieden werden. Die Form der unstrukturierten Gruppeninteraktion kann von einer führenden Projektleitung ausgehen, die das Projekt alleine schätzt, sich jedoch Informationen von Experten einholt und diese nach deren Erfahrung bewertet, bis hin zu einer dynamischen Gruppendiskussion, an der Mitarbeiter aus der Softwareentwicklung sowie des Projektmanagements teilnehmen und schätzen.

Untersuchungen haben ergeben, dass unstrukturierte Gruppendiskussionen und -schätzungen im Vergleich zu strukturierten Vorgehensweisen wie der Delphi-Technik zu unzulänglichen Ergebnissen führen können, sofern kein angemessener Informationsaustausch, keine Motivation und eine Missstimmung in der Gruppe vorherrschen [RW01, S. 135ff].

**Verminderung von NEF (5) – Mangelhafte Standardisierungen und Richtlinien.**

Für alle Varianten der Gruppendiskussion empfiehlt sich die Anwesenheit eines Moderators. Dieser nimmt verschiedene Rollen und Aufgaben in Abhängigkeit von dem gewählten Vorgehen der Gruppeninteraktion ein. Zum einen hat der Moderator eine steuernde und korrigierende Funktion. Ihm sollten die Neigungen der Teilnehmer für eine Über- bzw. Unterschätzung bekannt sein. Diese Information liegt nicht als Dokument vor, sondern die Erfahrung sowie die Neigung eines Schätzers lassen sich in der Regel nur aus informellen Quellen ermitteln. Es sollte vor allem darauf geachtet werden, dass diese individuellen Einflüsse nicht systematisch in die Gruppendiskussion einfließen [Jør04, S. 51].

Eine Studie hat ergeben, dass die Schätzergebnisse nach einer Gruppendiskussion genauer waren als alleinstehende Individualschätzungen vor der Diskussion [MJ04, S. 327]. Es wird deshalb empfohlen, sich auf die Diskussion dadurch vorzubereiten, dass bereits Gedanken über mögliche Aktivitäten im Projekt entwickelt werden (siehe Abbildung 4.4 (1)). In einer Diskussionsrunde, in der zunächst Aktivitäten gesammelt und diskutiert werden, können je nach verwendeter Variante der Gruppeninteraktion während der Diskussion die Schätzungen abgegeben (2) oder nach dem

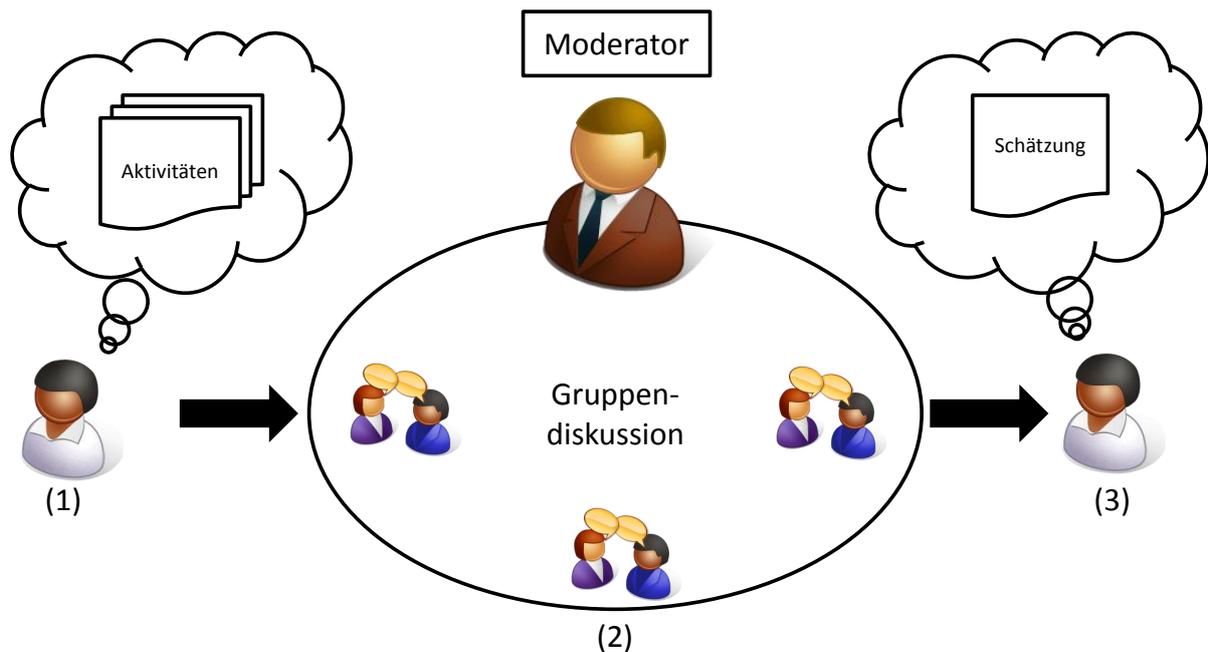


Abbildung 4.4: Grundsätzliche Vorgehensweise bei einer Gruppendiskussion (eigene Darstellung)

Abschluss der Diskussion die Schätzungen in Form einer Individualschätzung durchgeführt werden (3).

Die Rolle des Moderators muss auch darin bestehen, ein sog. „*Timeboxing*“ zu betreiben. Für jede Aktivität, sei es die Schätzung und Diskussion über ein Teilobjekt oder über den gesamten Schätzprozess, wird streng durch ein Zeitfenster begrenzt. Wenn nicht alle Aktivitäten besprochen wurden, wird das Zeitfenster dennoch geschlossen, sobald der Zeitrahmen überschritten wurde. Dieses Vorgehen hat das Ziel, die Diskussion auf die wesentliche Aspekte zu fokussieren. Fehlt ein Moderator, der die steuernde Funktion wahrnimmt, droht die Gruppendiskussion außer Kontrolle zu geraten und die weniger bedeutsamen Aufwandpositionen werden zu zeitaufwendig diskutiert. Somit ist ein gut ausgebildeter, idealerweise zertifizierter Moderator Voraussetzung für eine kurze und effiziente Gruppendiskussion und Gruppenschätzung [INT13e].

## (2) Delphi-Methode

Die strukturierte Vorgehensweise der Delphi-Methode eignet sich besonders bei Gruppendiskussionen mit vielen individuellen Meinungsunterschieden sowie einem hohen unternehmenspolitischen Einfluss. Es lässt sich die *Standard-Delphi-Methode* und die *Breitband-Delphi-Methode* unterscheiden.

Die *Standard-Delphi-Methode* ist so aufgebaut, dass nach der Vorstellung der Anforderungen die Experten anonym mit einem Schätzformular ihre Einschätzung für den erforderlichen Aufwand abgeben. Die Ergebnisse werden durch einen Koordinator zusammengeführt, aggregiert und der Mittelwert wird in einer zweiten Iteration an die Experten zurückgereicht. Aufgrund dieser Zwischenergebnisse können die Schätzer ihre Entscheidung überdenken und eine zweite Einschätzung abgeben. Dieses Vorgehen hat den Vorteil, dass individuelle Einflüsse von Schätzexperten keine Auswirkungen auf die anderen Schätzteilnehmer ausüben. Dieses wird durch die Anonymisierung der Schätzformulare erreicht und die Schätzqualität wird durch die Unabhängigkeit erhöht.

Das Vorgehen gestaltet sich jedoch als sehr zeitaufwendig und ist unter dem vorherrschendem Zeitdruck in der Unternehmenspraxis häufig wenig praktikabel [Boe81, S. 334].

Die *Breitband-Delphi-Methode* wurde von *Barry W. Boehm* im Jahre 1981 erstmals vorgestellt. Sie unterscheidet sich von der Standard-Delphi-Methode dahingehend, dass die Schätzung zwar ebenfalls anonym stattfindet, die Schätzergebnisse allerdings in einem Workshop zusammengeführt werden. Eine Diskussion bei größeren Abweichungen der Aufwandsbeträge findet anschließend statt. Das Ergebnis ist der geschätzte Aufwand je Schätzobjekt und ein gleicher Informationsstand im Schätzteam [Boe81, S. 335], [Fro09, S. 5].

Die Umsetzung der Delphi-Methoden ist relativ aufwendig und nimmt vergleichsweise viel Zeit in Anspruch. Folglich ist der Einsatz dieses Vorgehens nicht sinnvoll, wenn kleinere Projekte mit wenigen Unsicherheitsfaktoren geschätzt werden sollen. Der Delphi-Ansatz erweist sich als nützlich, wenn der Konus der Unsicherheit (siehe Anhang A.2) sehr groß ist und eine ungefähre Größenschätzung abgegeben werden muss. Diese Unsicherheiten können durch den Einsatz neuer Technologien, der Entwicklung in unbekanntem Anwendungsfeldern oder durch unpräzise Anforderungen hervorgerufen, allerdings durch die Diskussion reduziert und übersehene Eigenschaften besser identifiziert werden [MHK06, S. 191].

### **(3) Planning Poker**

Eine weitere Variante, die sich aus den agilen Ansätzen der Softwareentwicklung ableitet, ist das *Planning Poker*. Im Grunde handelt es sich hierbei um eine Abwandlung der Delphi-Methode, die ebenfalls der Expertenschätzung zuzuordnen ist [INT13a]. Durch den Einsatz von Planning Poker können im Vergleich zu einer unstrukturierten Gruppendiskussion frühzeitig relativ genaue Schätzergebnisse geliefert werden [MH07, S. 350]. Planning Poker wurde erstmals von *J. Grenning* im Jahre 2002 vorgestellt [Gre02]. Der Fokus bei diesem Schätzverfahren liegt darauf die Mitarbeiter aus der Softwareentwicklung des Projekts in die Aufwandsschätzung mit einzubeziehen. Einer Schätzgruppe, die nicht mehr als 10 Teilnehmer haben sollte, werden die Aufgaben, im agilen Vorgehensmodell SCRUM auch „*User Stories*“ genannt, vorgestellt. Sind alle Unklarheiten durch Nachfragen beseitigt, findet die Schätzung mit Karten statt, die die Werte 0, 1, 2, 3, 5, 13, 20, 40 und 100 und einige „Sonderkarten“ beinhalten. Jeder Schätzbeteiligte legt nach der Vorstellung der Aufgabe eine Karte mit dem Zahlenwert vor sich, die den Aufwand widerspiegelt. Die größten Schätzabweichungen (größter und kleinster Schätzwert) werden anschließend in der Gruppe diskutiert und eine wiederholte Schätzung findet statt, bis ein Konsens gefunden wurde. Die Bedeutung des Moderators und der Gruppensteuerung wird an dieser Stelle eine besondere Bedeutung beigemessen [INT13e]. Es wird der Einsatz einer Sanduhr empfohlen, die ein Zwei-Minuten-Fenster gewährt. Diese Uhr sollte zwischen dem Schätzvorgang mit den Karten höchstens zweimal umgedreht werden, damit die Teilnehmer lernen, Schätzungen in kürzerer Zeit abzugeben und sich auf das Wesentliche zu konzentrieren [Coh05, S. 58].

Der Vorteil von Planning Poker liegt in dem Denken in Relationen und abstrakten Maßen, da die kognitiven Fähigkeiten des Menschen so ausgeprägt sind, dass sie Dinge besser miteinander in Relation setzen und vergleichen können, als die absolute Größe zu schätzen [ZTZ12, S. 316]. Die Schätzung kann dadurch, dass bei dem Schätzvorgang die Entwicklungsgeschwindigkeit des Projektteams vernachlässigt wird und die Diskussion durch zeitliche Schranken limitiert ist

(„Timeboxing“), vergleichsweise schnell durchgeführt werden. Durch die differenzierte Teamzusammensetzung, die Diskussion, die Motivation durch die „spielerische“ Komponente und die relativ einfache Umsetzung dieses Schätzverfahrens wird ein effizientes Hilfsmittel zur Verfügung gestellt, welches sich besonders in Projektphasen, in denen die Unsicherheiten groß sind, jedoch schnell Schätzergebnisse erzielt werden sollen, als geeignet erweist [INT13a]. Da die Aufwandsschätzungen individuell erfolgen und die Schätzergebnisse anderen Teilnehmern zunächst nicht bekannt sind, hat Planning Poker den weiteren Vorteil, dass Schätzungen dominanter Persönlichkeiten die Individualschätzungen nicht verzerren können.

#### **Empfehlung für das Vorgehensmodell Nr. 7 (Gruppendiskussion).**

1. Eine Gruppendiskussion und Schätzung sollte in Abhängigkeit von der Projektgröße durchgeführt werden.
2. Es müssen folgende Informationen zuvor gesammelt werden:
  - Informationen aus Anforderungsanalyse und sämtliche Kostentreiber wie Risiken
  - Daten aus abgeschlossenen, vergleichbaren Projekten
  - *Hinweis:* Es darf noch keine Schätzung *vor* der Diskussion stattfinden.
3. Eine Schätzgruppe sollte folgende Zusammensetzung aufweisen:
  - Für eine Gruppendiskussion wird die Beteiligung eines Moderators empfohlen.
  - Es sollten mindestens zwei, jedoch nicht mehr als fünf Experten an der Diskussion teilnehmen.
  - Differenziertes, fachliches Wissen mit technischen, projektspezifischen und projektübergreifenden Hintergründen.
4. Die Durchführung der Gruppendiskussion kann folgendermaßen aufgebaut sein:
  - Ein geschulter Moderator zur Steuerung der Diskussion muss anwesend sein.
  - Es sollte „Timeboxing“ betrieben werden.
  - Die Wahl des Schätzzeitpunkts ist abhängig von der gewählten Variante der Gruppeninteraktion:
    - Delphi-Variante: Die Schätzung findet *nach* dem Informationsaustausch in der Gruppendiskussion statt.
    - Planning Poker: Die Schätzung findet *während* der Gruppendiskussion statt.
5. Nach der Diskussion sollten alle Beteiligten die Schätzobjekte verstanden haben.
6. Nach dem Abschluss der Schätzung muss eine Rückkopplung zum Vertrieb stattfinden.

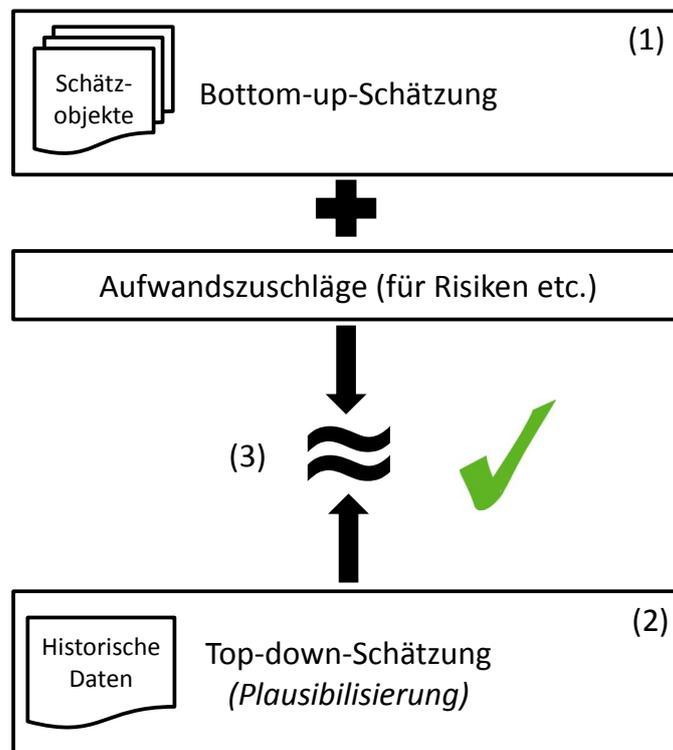
#### **4.4 Erhöhung der Schätzgenauigkeit durch die Kombination von Schätzverfahren**

Leitfäden für Aufwandsschätzungen empfehlen die Verknüpfung und Verwendung von verschiedenen Vorgehensweisen, um genaue und belastbare Schätzergebnisse sicherzustellen [Jør+00, S. 1], [JM03, Kapitel 2.2]. Ein Beispiel für eine Umsetzung ist die Kombination des Bottom-up- und Top-down-Verfahrens [Jør04, S. 50], [Jar11]. Damit die Verfahren unterschieden werden

können, müssen sog. Innen- und Außensichten eingenommen werden. Grundsätzlich besteht der Unterschied darin, dass der Top-down-Ansatz eine Außensicht auf das Projekt darstellt, Unsicherheiten im Vergleich zu ähnlichen Projekten aufzeigt und eine ganzheitliche Sicht auf das Projekt widerspiegelt. Das Bottom-up-Verfahren hingegen nimmt eine Innensicht des Projekts ein, bei der Aufgaben zerlegt, durch eine Bereichsschätzung Risiken identifiziert und eine Basis für weitere Planungsschritte zur Verfügung gestellt werden.

Wichtig sind Reihenfolge und Trennung der Verfahren. Zunächst sollte das Bottom-up-Verfahren angewendet und das Ergebnis mit dem Top-down-Ansatz aus vergangenen Projekten (Analogiemethode) plausibilisiert werden, damit eine Genauigkeitsprüfung der Schätzung erfolgt. Die separate Behandlung der Schätzverfahren liegt darin begründet, dass sich die Schätzergebnisse nicht gegenseitig beeinflussen dürfen. Eine zu frühzeitige Verwendung des Top-down Ansatzes durch die Analogiemethode würde dazu führen, dass das initiale Schätzergebnis unweigerlich als Richtwert genommen wird, ohne die projektspezifischen Abweichungen zu berücksichtigen (siehe 4.1.2 Schätzverzerrung durch den Ankereffekt und durch irrelevante Informationen, Seite 25) [Jør05, S. 62].

Abbildung 4.5 veranschaulicht das Verfahren in einer vereinfachten Darstellung. Zunächst werden die Schätzobjekte definiert und geschätzt. Die Summe der Teilschätzungen wird mit Aufwandszuschlägen wie Risikopuffer ergänzt (1). Anschließend wird aus den abgeschlossenen Projekten in der Vergangenheit ein vergleichbares Projekt identifiziert (2) (siehe 4.11 Erfahrungsdatensammlung zur Verbesserung der Schätzqualität, Seite 77) und ein daran abgeleiteter Soll-Aufwand für das Projekt mit dem Wert aus der Bottom-up-Schätzung verglichen (3). Ergeben sich aus dem Vergleich größere Abweichungen im Aufwandsbetrag, müssen diese analysiert und ggf. in dem zu schätzenden Projekt berücksichtigt werden.



**Abbildung 4.5:** Kombiniertes Schätzverfahren aus Bottom-up- und Top-down-Schätzung zur Plausibilisierung (*eigene Darstellung*)

#### 4.4.1 Bottom-up-Aufwandsschätzung durch Projektzerlegung

Für große Schätzobjekte ist es sinnvoll, diese in kleinere Objekte zu zerlegen, um die Komplexität, die Beziehungen der Teilkomponenten und die speziellen Probleme besser zu verstehen. Dieser Prozess der Zerlegung eines Projekts in kleinere Schätzobjekte wird auch *Dekomposition* genannt, wodurch das Gesamtprojekt für den Schätzer überschaubarer wird [Jør04, S. 49] (siehe Abschnitt 4.2.3 Verbesserung der Schätzgenauigkeit durch die Verkleinerung des Schätzobjekts, Seite 32). Diese Zerlegung in Detailaufgaben und die anschließende Schätzung in kleineren Einheiten wird auch *Mikroschätzung* genannt [OW08, S. 75]. Das Vorgehen ist präzise und liefert detaillierte Schätzergebnisse, ist allerdings auch zeitaufwändig. Zudem müssen über unklare Anforderungen Annahmen getroffen werden, sodass ein gewisser Unsicherheitsfaktor Bestandteil dieses Schätzprozesses ist.

Die Schätzgenauigkeit hängt maßgeblich von der Vorbereitung und der Wahl der Schätzexperten ab. Die Bottom-up-Schätzung erfordert im Vorwege eine detaillierte Spezifikation, sodass Arbeitspakete gebildet werden können. Unternehmenspolitische Einflüsse sowie Interessenskonflikte gefährden die Schätzqualität und sollten im Vorwege eliminiert werden. Das Schätzproblem muss von allen Schätzteiligen verstanden sein, um Missverständnisse und falsche Annahmen auszuschließen. In einer Gruppendiskussion erfolgt vor der Bottom-up-Schätzung eine Auseinandersetzung über die Anforderungen des Projekts und deren mögliche Risiken sowie Schwierigkeiten, damit die Liste der Aktivitäten vervollständigt wird. Die zerlegten Aktivitäten werden anschließend geschätzt und der Projektaufwand durch die Summe der individuellen Schätzwerte ermittelt.

Es wird empfohlen, eine Schätzsequenz einzuführen, die die Schätzreihenfolge nach der Größe der Schätzobjekte festlegt. Die Wahl des ersten Schätzobjekts in der Schätzsequenz dient der Bestimmung der Größenordnung und damit als Referenz für die nachfolgenden Schätzobjekte [Jør13, S. 74]. Die Gefahr bei der Wahl eines kleinen Schätzobjekts besteht darin, dass nachfolgende größere Schätzobjekte mit einem zu optimistischen Schätzergebnis bewertet werden. Diese Auswirkung basiert auf dem Ankereffekt (siehe Abschnitt 4.1.2 Schätzverzerrung durch den Ankereffekt und durch irrelevante Informationen, Seite 25). Deshalb sollte zu Beginn ein Schätzobjekt mit einem in Relation zu den verbleibenden Objekten „mittelgroßen“ – bei optimistischen Schätzern „großen“ – Umfang als Referenz gewählt werden [GJ09, S. 440], [Jør13, S. 79]. Nach der Schätzung der Produktgröße werden die Einflussfaktoren und deren Auswirkung auf die Gesamtgröße geschätzt. Eine detaillierte Beschreibung der Einflussfaktoren und eine Begründung für die Trennung wird im folgenden Abschnitt „4.4.2 Unterscheidung zwischen Produkt- und Projektschätzung bei der Aufwandsschätzung“ gegeben. Komplexe Aufgaben, die ganzheitlich besser verständlich sind und die Probleme im Zusammenhang darstellen, sollten nicht mit dem Bottom-up-Verfahren zerlegt und geschätzt, sondern durch die Top-down-Schätzung geschätzt werden, um dem Verlust von Kontextinformationen vorzubeugen [Jør04, S. 49].

#### 4.4.2 Unterscheidung zwischen Produkt- und Projektschätzung bei der Aufwandsschätzung

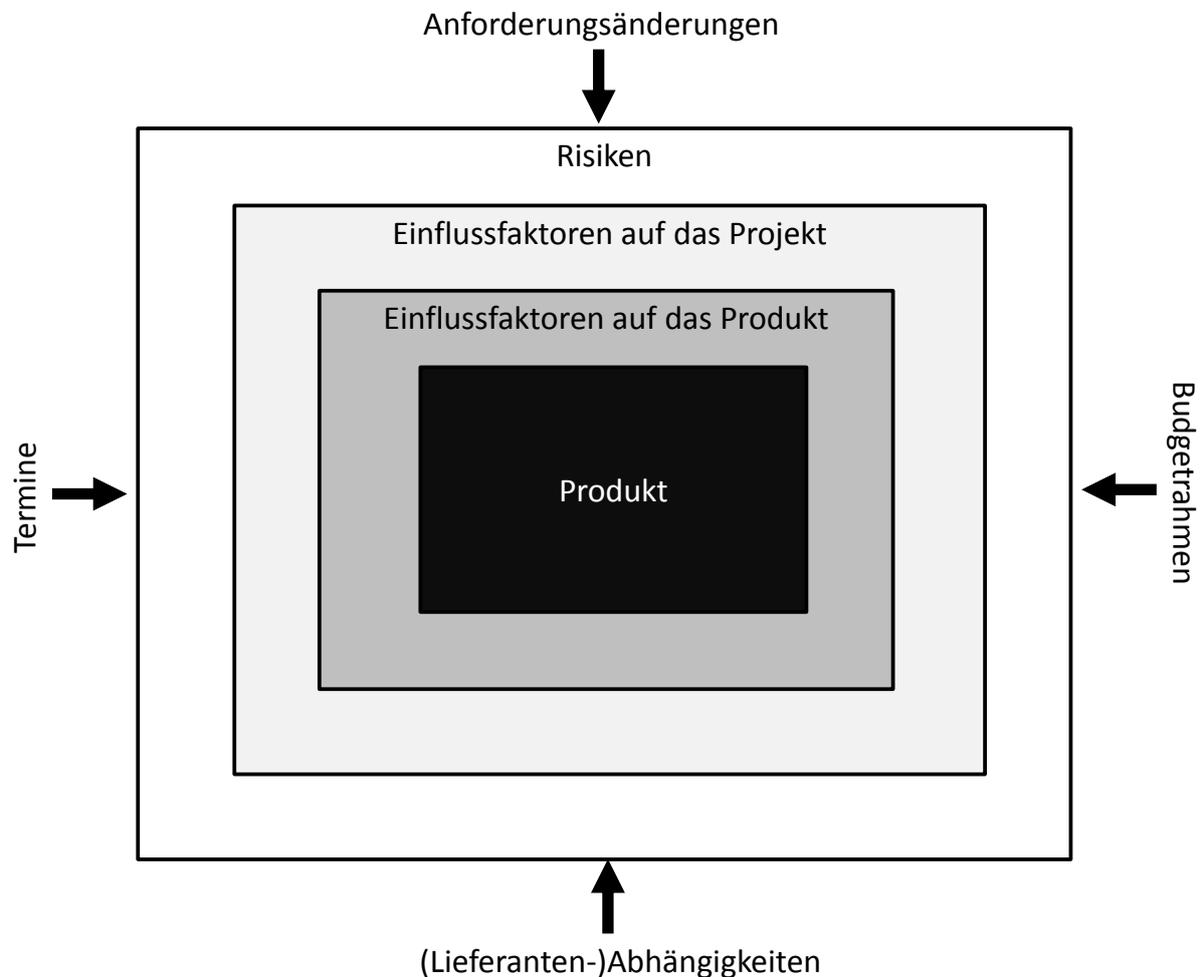
##### (1) Übersicht Kosteneinflussfaktoren auf ein Projekt

Bei der Projektschätzung darf nicht nur der Produktumfang geschätzt werden. Weitere Projektaktivitäten wie bspw. das Projektmanagement verursachen Kosten, die berücksichtigt werden

müssen. Risiken, die nicht durch Gegensteuerungsmaßnahmen ausgeschlossen werden können, müssen mit einem Aufwandszuschlag quantifiziert und einkalkuliert werden (siehe 4.6 Hinreichende Risikoberücksichtigung in der Aufwandsschätzung, Seite 57).

Abbildung 4.6 soll die Kostentreiber eines Projekts veranschaulichen.

**Verminderung von NEF (3) – Übersehene und unterschätzte Tätigkeiten.**



**Abbildung 4.6:** Kostentreiber für das Gesamtprojekt (*eigene Darstellung*)

## (2) Unterscheidung zwischen Einfluss- und Risikofaktoren

Bei der Aufwandsschätzung muss zwischen Einfluss- und Risikofaktoren unterschieden werden. Risikofaktoren sind Ereignisse, die mit einer Wahrscheinlichkeit vorhersehbar sind und Zusatzaufwände zum Erreichen des Projektziels verursachen können, ohne – im Gegensatz zu Einflussfaktoren – das Produkt aufzuwerten. Einflussfaktoren sind Eigenschaften eines Projekts bzw. eines Produkts. *J. Schmied* vergleicht Einflussfaktoren mit der Ausstattungsvariante eines Hauses. Beispielsweise muss die Komplexität für die Integration einer Softwarekomponente in ein bestehendes System die Größe der Komponente nicht beeinflussen, verursacht dennoch je nach Integrationsaufwand zusätzliche Kosten und stellt einen Kostentreiber dar, welcher erst nach der Größenschätzung betrachtet werden sollte [Sch13, S. 14]. Ein weiteres „Ausstattungsmerkmal“ stellt bspw. die Wiederverwendbarkeit einer Softwarekomponente dar, die kurzfristig nicht die Funktionalität der Software erweitert, langfristig dennoch ein Qualitätskriterium kennzeichnet.

Ein Risiko hingegen besteht, wenn bspw. die Integration scheitert und zusätzliche Aktivitäten erforderlich werden. Hierbei ist zu beachten, dass beide Komponenten nicht im vollen Umfang schnittmengenfrei sind.

In den folgenden Abbildungen 4.7 und 4.8 sind beispielhafte Einflussfaktoren auf ein Produkt und ein Projekt zusammengetragen worden [LP92, S. 55], [Fro09, S. 149], [Sch13, S. 16].

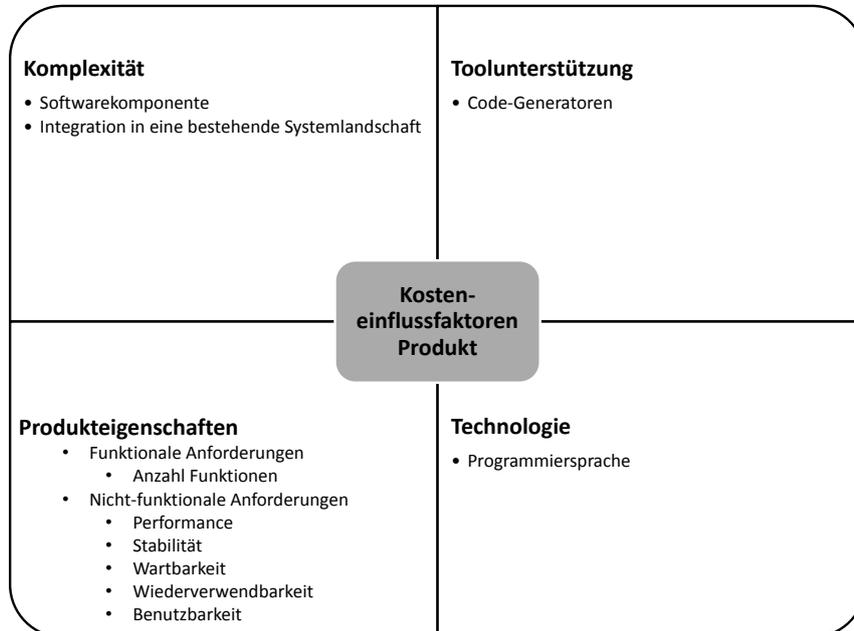


Abbildung 4.7: Kosteneinflussfaktoren auf das Produkt (eigene Darstellung)

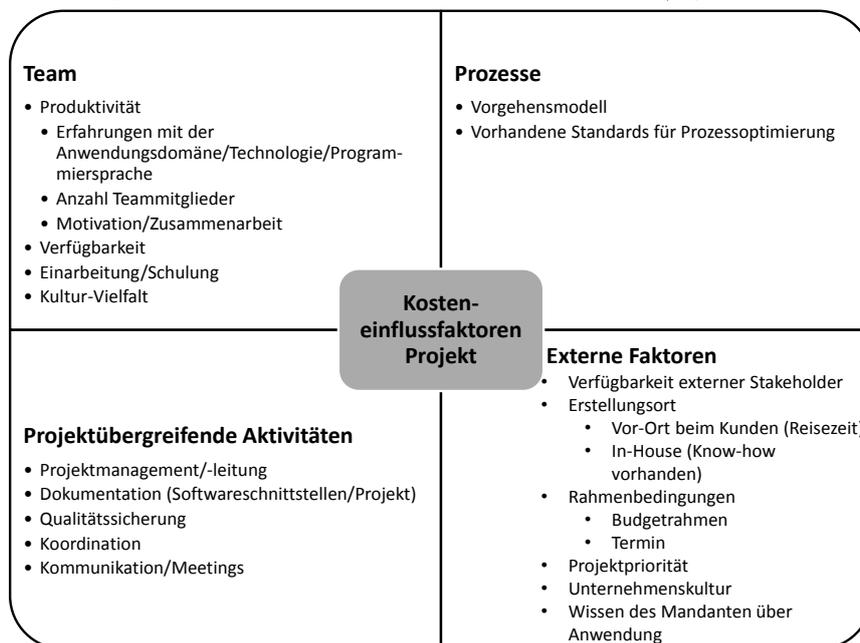


Abbildung 4.8: Kosteneinflussfaktoren auf das Projekt (eigene Darstellung)

Mithilfe einer Kosteneinflussfaktoren-Checkliste, die in der Abbildung 4.9 auf den Seiten 45–47 dargestellt ist, können die genannten Einflussfaktoren bewertet werden. Die Komplexität des Produkts sowie des Gesamtprojekts wird verdeutlicht, Aktivitäten und Einflussfaktoren werden nicht übersehen und die Schätzgenauigkeit kann dadurch erhöht werden, dass sich der Schätzer mit der Projektkomplexität auseinandersetzt und den entstehenden Aufwand in die Aufwandsschätzung miteinbezieht. Je mehr Ankreuzungen sich in den rechts liegenden Spalten befinden, umso höher ist die Komplexität des Produkts bzw. Projekts zu bewerten.

Bewertung der Komplexität des Produkts und des Projekts						
Beschreibung ("best-case" - Idealzustand)	zutreffend	gering zutreffend	neutral - nicht bewertbar	gering zutreffend	zutreffend	Beschreibung ("worst-case" - schlechtester Zustand)
<b>Produktumfang</b>						
Die Umfang der Produkterstellung ist gering.						Die Umfang der Produkterstellung ist groß.
Die Komplexität der verwendeten Technologie ist gering.						Die Komplexität der verwendeten Technologie ist groß.
<b>Anforderungen an das Produkt</b>						
Eine bereits vorhandene und selbst entwickelte Softwarekomponente wird erweitert bzw. ersetzt.						Bei dem Produkt handelt es sich vollständig um eine Neuentwicklung und muss neu implementiert werden.
Es müssen keine neuen Funktionalitäten umgesetzt werden.						Es müssen viele neue Funktionalitäten umgesetzt werden.
Eine vorhandene Architektur kann verwendet werden.						Eine neue Architektur muss entwickelt und verifiziert werden.
Es existieren Standardkomponenten, die angepasst und eingesetzt werden können.						Das Produkt und seine Komponenten müssen neu entwickelt werden.
Das Produkt ist unabhängig von anderen Systemen und es besteht kein Integrationsaufwand.						Das Produkt muss in eine Systemlandschaft mit vielen Anwendungssystemen integriert werden.
Die Anzahl der Schnittstellen ist gering.						Die Anzahl der Schnittstellen ist hoch.
Die Komplexität der Schnittstellen ist gering.						Die Komplexität der Schnittstellen ist hoch.
Das Produkt weist eine geringe Änderungsdynamik auf und erfordert deshalb wenige Updates und Wartungsaufwand.						Das Produkt weist eine hohe Änderungsdynamik auf und erfordert deshalb eine Vielzahl an Updates.
<b>Nicht-funktionale Anforderungen</b>						
Die Anforderungen an die Bedienbarkeit sind gering.						Die Anforderungen an die Bedienbarkeit sind hoch.
Die Anforderungen an die grafische Anpassbarkeit sind gering.						Die Anforderungen an die grafische Anpassbarkeit sind hoch.
Die Anforderungen an die Fehlerbehandlung sind gering.						Die Anforderungen an die Fehlerbehandlung sind hoch.
Die Anforderungen an die Antwortzeiten sind gering.						Die Anforderungen an die Antwortzeiten sind hoch.
Die Anforderungen an die Skalierbarkeit sind gering.						Die Anforderungen an die Skalierbarkeit sind hoch.
Die Anforderungen an die Verfügbarkeit sind gering.						Die Anforderungen an die Verfügbarkeit sind hoch.
Die Anforderungen an die Datenvertraulichkeit sind gering.						Die Anforderungen an die Datenvertraulichkeit sind hoch.
Die Anforderungen an die Wartbarkeit sind gering.						Die Anforderungen an die Wartbarkeit sind hoch.
Die Anforderungen an die Portierbarkeit sind gering.						Die Anforderungen an die Portierbarkeit sind hoch.
<b>Anforderungsdefinition</b>						
Die Anforderungen sind klar formuliert.						Das Projektziel und die Anforderungen sind unklar.

## 4.4 Erhöhung der Schätzgenauigkeit durch die Kombination von Schätzverfahren

Der Mandant kennt seine Anforderungen und kann sie detailliert beschreiben.							Der Mandant kann seine Anforderungen nicht beschreiben und benötigt zunächst einige Beispiele, damit die Anforderungen spezifiziert werden können.
Die betroffenen Geschäftsprozesse sind klar definiert.							Die betroffenen Geschäftsprozesse müssen neu strukturiert werden.
<b>Dynamik der Anforderungen</b>							
Die Anforderungen sind stabil.							Signifikante Anforderungsänderungen können während der Projektlaufzeit auftreten.
Der Umgang mit Anforderungsänderungen ist geklärt (Change Request System).							Der Umgang mit Anforderungsänderungen ist nicht geklärt.
Der Mandant hat Erfahrungen aus dem Bereich des zu schaffenden Produkts.							Der Mandant hat keine Erfahrungen aus dem Bereich des zu schaffenden Produkts.
Der Mandant hat fachliches und technisches Know-how.							Der Mandant hat wenig fachliches und technisches Know-how.
<b>Projektumfeld</b>							
Die Umsetzung erfolgt in einem bekannten Systemumfeld.							Die Umsetzung erfolgt in einem unbekanntem Systemumfeld.
Das Systemumfeld ist gut dokumentiert.							Das Systemumfeld besitzt kaum Dokumentationen.
Ansprechpartner zur Systemlandschaft stehen zur Verfügung.							Ansprechpartner zur Systemlandschaft stehen nicht zur Verfügung.
Die Umsetzung erfolgt in einem stabilen Systemumfeld, welches kaum Änderungen ausgesetzt ist.							Die Umsetzung erfolgt in einem instabilen Systemumfeld, welches von vielen Änderungen geprägt ist.
Ansprechpartner und künftige Anwender des Produktes stehen zur Verfügung.							Ansprechpartner und künftige Anwender des Produktes stehen nicht zur Verfügung.
Die Entwicklung wird nicht durch den Mandanten reglementiert.							Es gibt klare Vorgaben des Mandanten für die Entwicklung.
Es existieren unterstützende, bekannte Entwicklungswerkzeuge und Standardbibliotheken.							Es sind keine unterstützende Entwicklungswerkzeuge verfügbar und müssen ggf. entwickelt werden.
<b>Komplexität des Projektumfelds</b>							
Die Anzahl der betroffenen Anwender ist gering.							Die Anzahl der betroffenen Anwender ist hoch.
Die Anzahl der betroffenen Abteilungen ist gering.							Die Anzahl der betroffenen Abteilungen ist hoch.
Das Projekt ist vollständig unabhängig von anderen Projekten.							Es existieren Abhängigkeiten zu anderen Projekten.
<b>Kommunikation</b>							
Die Beziehung zum Mandanten besteht länger und ist stabil.							Es handelt sich um einen neuen Mandanten und die Beziehung ist noch instabil.
Es findet fortlaufend eine Kommunikation zwischen dem Mandanten statt, damit Zwischenergebnisse präsentiert werden können.							Es findet keine Kommunikation bis zum Auslieferungstermin mit dem Mandanten statt.
Ansprechpartner sind auf Seiten des Mandanten vorhanden, es wird unmittelbaren Kontakt zu den Entscheidungsträgern gehalten.							Ansprechpartner sind nicht bekannt und es besteht kein Kontakt zum Mandanten/Ansprechpartner mit Entscheidungsbefugnis.
Es besteht ein direkter Kontakt zwischen der Fachabteilung und den Entwicklern.							Der Kontakt zwischen Fachabteilung und Entwicklern kann nur formalisiert bzw. über Dritte stattfinden.
Die Stakeholder verfolgen ein gemeinsames Ziel.							Die Stakeholder haben unterschiedliche Interessenslagen und es ist mit Widerständen zu rechnen.
<b>Kooperation</b>							
Es gibt eine starke Kundenbeteiligung und -mitarbeit.							Die Kundenbeteiligung und -mitarbeit ist sehr gering.

#### 4.4 Erhöhung der Schätzgenauigkeit durch die Kombination von Schätzverfahren

Das Produkt wird durch Mitarbeiter des Auftragnehmers realisiert.						Bei der Produkterstellung existieren Abhängigkeiten zu Drittherstellern (Lieferung oder Zusammenarbeit bei der Entwicklung).
Es gibt klar abgegrenzte Verantwortlichkeiten.						Es gibt eine Vermischung der Verantwortlichkeiten und ggf. Interessenkonflikte.
Die Endanwender unterstützen den Umsetzungsprozess.						Es gibt keine Unterstützung der Endanwender in dem Umsetzungsprozess.
<b>Projektteam</b>						
Es gibt wenige Projektmitarbeiter.						Es gibt viele Projektmitarbeiter.
Das Projektteam ist ein homogenes Team mit einem gemeinsamen Verständnis von Konzepten und Begriffen. Die Projektbeteiligten haben bereits in vergangenen Projekten gemeinsam gearbeitet.						Das Projektteam ist neu geformt und heterogen aufgebaut.
Die Mitarbeiter sind nur auf dieses Projekt gemeldet.						Die Mitarbeiter arbeiten parallel an projektexternen Aufgaben und Projekten.
Das Projektteam hat eine konstante Besetzung im Laufe des Projekts.						Es werden im Laufe des Projekts neue Projektmitarbeiter herangezogen.
Das Projektbeteiligten sind an einem Standort anzutreffen.						Die Projektbeteiligten sind räumlich getrennt.
Die Projektmitarbeiter haben bereits Erfahrungen in in den Themenbereich gesammelt.						Für die Projektmitarbeiter handelt es sich bei dieser Entwicklung um ein nicht bekanntes Themengebiet.
Mitarbeiter mit spezialisiertem Know-how für die Themengebiete/Technologie aus dem Produktumfeld sind vorhanden.						Mitarbeiter mit spezialisiertem Know-how für die Themengebiete/Technologie aus dem Produktumfeld sind nicht vorhanden.
Den Projektmitarbeiter ist das Produkt- und Projektumfeld bekannt und müssen nicht eingearbeitet werden.						Die Projektmitarbeiter müssen in das Produkt- und Projektumfeld eingearbeitet werden.
<b>Anforderungen an das Projekt</b>						
Die Projektlaufzeit ist nicht auf einen nahegelegenen Termin terminiert.						Die Projektlaufzeit ist sehr kurz.
<b>Testabdeckung</b>						
Es werden wenige Testfälle durchgeführt.						Es werden viele Testfälle durchgeführt.
Eine hohe Testabdeckung wird nicht gefordert.						Eine hohe Testabdeckung wird gefordert.
Es wird nicht systematisch und umfangreich getestet.						Es wird systematisch und umfangreich getestet.
Die Testfälle sind vollständig automatisiert.						Die Testfälle müssen manuell durchgeführt werden.
<b>Auslieferung</b>						
Der Auslieferungsprozess ist einfach.						Der Auslieferungsprozess ist aufwendig.
Es müssen keine Schulungen durchgeführt werden.						Es müssen umfangreiche Schulungen für eine Vielzahl an Anwendern durchgeführt werden.
Die Dokumentation muss den Mindestanforderungen genügen.						Die Dokumentation muss qualitativ und quantitativ hohen Anforderungen einer Vielzahl von Anwendern genügen.

**Abbildung 4.9:** Kosteneinflussfaktoren-Checkliste für die Projektbewertung (*eigene Darstellung*)

### 4.4.3 Top-down-Schätzung und Plausibilisierung durch Vergleich mit abgeschlossenen Projekten

Die Vorgehensweise der Top-down-Schätzung besteht darin, in der Vergangenheit abgeschlossene Projekte mit vergleichbaren Merkmalen heranzuziehen und ohne Dekomposition eine Aufwandschätzung durchzuführen. Dieses Schätzverfahren wird auch als *Makroschätzung* bezeichnet [OW08, S. 75]. „Jede Aufwandsschätzung ist ein Blick in die Zukunft. Sie sollte jedoch mit einem Blick in die Vergangenheit evaluiert werden.“ [Fis01, S. 543]. Der Ansatz der Top-down-Plausibilisierung ist dadurch charakterisiert, dass das Projekt als Ganzes geschätzt wird und historische Projektdaten zum Vergleich herangezogen werden. Zukünftige Aktivitäten werden oft zu optimistisch bewertet, wohingegen Erfahrungswerte aus der Vergangenheit realistische Einschätzungen ermöglichen (siehe 4.1.3 Schätzverzerrung durch die Überschätzung der eigenen Leistungsfähigkeit, Seite 27). Die Betrachtung bereits abgeschlossener Projekte kann einen entscheidenden Beitrag zur Zuverlässigkeit und Qualität der Schätzung beitragen.

Bei einem Vergleich mit Erfahrungswerten werden im Allgemeinen unterschiedliche Merkmale zwischen den Projekten bestehen. Der Vergleich wird hierdurch nicht ausgeschlossen, jedoch müssen diese Unterschiede explizit berücksichtigt und im Hinblick auf das aktuelle Projekt bewertet werden. Sollten große Abweichungen zwischen den historischen und aktuellen Schätzergebnissen liegen, müssen Informationen gewonnen oder weitere Experten herangezogen werden, die die Gründe für die Abweichungen analysieren, sodass diese im Idealfall reduziert werden [Jør04, S. 50].

Wenn bei der Top-down-Plausibilisierung die Analogiemethode verwendet und das aktuell zu schätzende Referenzprojekt an projektspezifische Bedingungen durch Zu- und Abschläge angepasst wird, empfiehlt sich die Verwendung von absoluten Werten wie Personentagen (PT) und nicht die Verwendung von relativen Zu- und Abschlägen in Prozent. Ein Experiment lieferte das Ergebnis, dass Menschen bei der Verwendung von Analogien und der Bewertung durch Prozente dazu neigen, das historische Referenzobjekt als den Ausgangspunkt der maximalen Größe (100%) anzusehen und ihre Schätzung für das neue Projekt nach unten zu korrigieren [Jør13, S. 78].

Die Anwendung des Top-down-Schätzverfahrens ist einfach und es stehen kurzfristig Schätzergebnisse zur Verfügung. Zudem wird die Schlüssigkeit und somit die Schätzqualität durch die Plausibilitätsprüfung erhöht [BF00, S. 36]. Die Zuverlässigkeit hängt jedoch von der Qualität der Altdaten sowie den Erfahrungen des Schätzers ab. Bei der Wahl der Referenzobjekte sollte darauf geachtet werden, dass keine signifikanten projektspezifischen Abweichungen vorliegen, da die Kalibrierung an das aktuell gegebene Projekt mit größeren Schwierigkeiten verbunden ist und dies ggf. zu einer fehlerhaften Interpretation der Plausibilisierung führen kann [Jør04, S. 48]. Individuen besitzen die Fähigkeit, leicht Analogien zu einem Objekt zu finden. Die Anpassung und Bewertung der spezifischen Bedingungen hingegen, insbesondere bei großen Differenzen, stellt eine große Schwierigkeit der Aufwandsschätzung dar [BH90, S. 887]. Der Top-down-Ansatz eignet sich ausschließlich für die Plausibilisierung der Ergebnisse aus der Bottom-up-Schätzung, da durch die Gesamtbetrachtung kein Verständnis für die Einzelaktivitäten gefördert wird und ein Ableiten eines weiteren Vorgehens wie für die Planung und Ausführung nicht möglich ist [Jør04, S. 50].

**Empfehlung für das Vorgehensmodell Nr. 8 (Kombination von Schätzverfahren).**

Eine Aufwandsschätzung sollte folgendem Ablauf folgen:

1. Zunächst sollte ein Schätzobjekt mit mittlerem bis großem Umfang bestimmt werden.
2. Anschließend findet eine Bottom-up-Schätzung statt, indem der Aufwand der Schätzobjekte ermittelt und summiert wird.
  - Hierbei müssen folgende Faktoren mithilfe der Kosteneinflussfaktoren-Checkliste (siehe Abbildung 4.9) berücksichtigt und bewertet werden:
    - a) Produktumfang: Funktionale/Nicht-funktionale Anforderungen etc.
    - b) Projektumfang: Projektmanagement, Dokumentation, Einarbeitung etc.
3. Nach der Bottom-up-Schätzung muss durch ein vergleichbares, bereits abgeschlossenes Projekt eine Top-down-Plausibilisierung stattfinden.
  - Die Zu- und Abschläge bei der Top-down-Schätzung im Vergleich mit einem abgeschlossenen Projekt dürfen nicht relativ in % erfolgen, sondern müssen in konkreten Einheiten angegeben werden.

## 4.5 Einsatz der Dreipunkt-Schätzung zur Verbesserung der Schätzzuverlässigkeit

### (1) Bereichsschätzung für die Unsicherheitsbewertung

Unter der Voraussetzung, dass sämtliche Anforderungen und Arbeitspakete des Projekts analysiert und dokumentiert wurden, kann mithilfe der Bottom-up-Methode durch eine einzelne Person oder idealerweise im Rahmen einer Gruppendiskussion eine Aufwandsschätzung erfolgen (siehe 4.4.1 Bottom-up-Aufwandsschätzung durch Projektzerlegung, Seite 42).

Die Dreipunkt-Schätzung, insbesondere die *PERT-Technik*, wird in vielen Projektmanagementlehrbüchern vorgestellt und von Projektmanagementsoftware wie Microsoft Project<sup>6</sup> unterstützt [Pes07, Kapitel 2]. Im Gegensatz zur einfachen Expertenschätzung werden in dieser Schätzung die optimistischen und pessimistischen Erwartungen des Schätzers mit berücksichtigt. Mit der Bereichsschätzung werden mehr Informationen und Unsicherheiten über das Schätzobjekt offengelegt, welche in die Aufwandsschätzung mit einfließen [BF00, S. 24], [Stu05, S. 112], [Pes07, Kapitel 2], [Lei11, S. 1]. Dadurch wird die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass diese Aufwandsschätzung zuverlässiger als eine Einzelpunktschätzung ist. Einzelwerte täuschen eine vermeintliche Sicherheit vor, obwohl Projekte in frühen Phasen von vielen Unsicherheiten geprägt sind, die durch eine Bereichsschätzung ausgedrückt werden können [Gar99, S. 33].

Folgende Kennzahlen werden geschätzt:

- OPT = optimistischer Aufwand unter idealen Bedingungen (minimaler Aufwand)
- REA = realistischer Aufwand unter der Annahme, dass beherrschbare Risiken und Unsicherheiten eintreten (wahrscheinlichster Aufwand)

---

<sup>6</sup>Microsoft Corporation, [www.office.microsoft.com/en-us/project/](http://www.office.microsoft.com/en-us/project/)

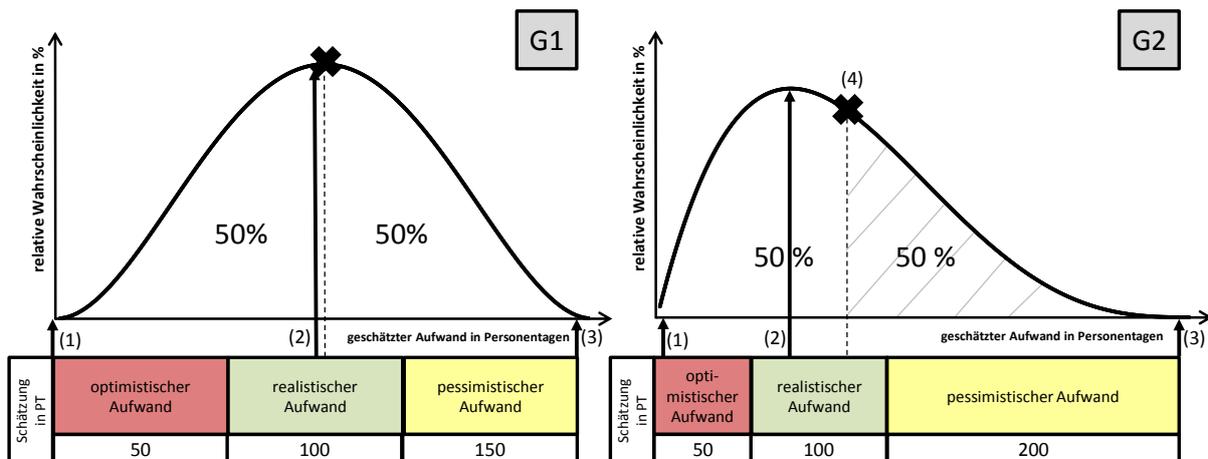
- PES = pessimistischer Aufwand unter der Annahme, dass gravierende Unsicherheiten und Risiken eintreten (maximaler Aufwand)

**(2) PERT als Variante der Dreipunkt-Schätzung**

Die am häufigsten auftretende Form der Dreipunkt-Schätzung ist die PERT-Variante. PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) ist eine Netzplantechnik. Sie stammt aus der Entwicklung der Polaris-U-Bootflotte im Jahre 1958 durch die Navy in den USA [Lei11, S. 1]. Diese Technik ist eine Erweiterung der 2-Punkte-Methode um eine Gewichtung des realistischen Aufwands (REA). Die Formel 4.1 zeigt die Berechnung des Erwartungswerts für den Aufwand mithilfe der drei Schätzwerte [Boe81, S. 319], [MHK06, S. 143]:

$$\text{Erwartungswert} = \frac{OPT + 4 * REA + PES}{6} \tag{4.1}$$

Um die PERT-Technik zu verstehen, sollen im Weiteren die Annahmen näher untersucht werden. Anhand von Abbildung 4.10 soll die Bedeutung der Beta-Verteilung für die Aufwandschätzung und die Berechnung des Erwartungswerts mit gewichteten Eingabewerten erläutert werden. PERT darf begrifflich nicht mit der Dreipunkt-Schätzung gleichgesetzt werden. PERT geht von einer bestimmten Wahrscheinlichkeitsverteilung aus (siehe Abbildung 4.10 (G2)), die Dreipunkt-Schätzung könnte allerdings jede beliebige Wahrscheinlichkeitsverteilung beinhalten (siehe Dreiecksverteilung, Abbildung 4.11, Seite 52).



**Abbildung 4.10:** Unterschied zwischen Normal- und Beta-Verteilung (*eigene Darstellung*)

Die Graphen in Abbildung 4.10 (G1, G2) enthalten die Schätzwerte optimistischer Aufwand (OPT)(1), realistischer Aufwand (REA)(2) und pessimistischer Aufwand (PES)(3). G1 stellt eine Normalverteilung mit symmetrischer Verteilung und einer Spitze dar, an der Erwartungswert und Median liegen (2) [Lei11, S. 2]. Die Beta-Verteilung ist asymmetrisch und in G2 dargestellt. Der Median (2) und der Erwartungswert (4) unterscheiden sich unter der Annahme, dass der Abstand zwischen dem realistischen und dem pessimistischen Aufwand in der Praxis im Vergleich zu dem Abstand zwischen dem optimistischen und realistischen Aufwand größer geschätzt wird. Dies lässt sich begründen, denn die Wahrscheinlichkeit ist größer, dass der Aufwand sich durch Unsicherheiten und Risiken vergrößert als dass die Arbeit durch überdurchschnittliche Effizienz und dem Faktor „Glück“ früher fertiggestellt werden kann [DL03, S. 88], [Lei11, S.

2]. Auch wenn in G2 der realistische Aufwand (2) die höchste relative Wahrscheinlichkeit hat, liegt der Schnittpunkt des gewichteten Aufwands bei (4). An dieser Stelle beträgt die absolute Wahrscheinlichkeit 50% und entspricht der Fläche unterhalb der Geraden, oberhalb der x-Achse, zwischen den Punkten (1) und (4) bzw. (4) und (3) und ist beispielhaft durch die grau-schraffierte Fläche gekennzeichnet.

Aus Erfahrungswerten lässt sich die Tendenz eines Schätzers zu optimistischen oder zu pessimistischen Schätzwerten ermitteln. Für Schätzer, die in vergangenen Projekten zu optimistisch geschätzt haben, eignet sich kurzfristig die modifizierte Dreipunkt-Schätzung mit einem höheren Unsicherheitszuschlag [Ram+10, S. 629]:

$$\text{Erwartungswert} = \frac{OPT + 3 * REA + 2 * PES}{6} \quad (4.2)$$

Eine Beispielsrechnung in Tabelle 4.2 auf Seite 53 soll die Auswirkung verdeutlichen. Es handelt sich hierbei lediglich um eine Anpassung der Berechnungsformel. Auf lange Sicht hingegen muss die Schätzqualität der Organisation und das grundsätzliche Problem der optimistischen Denkweise, die Schätzverzerrung vom realistischen Aufwand, gelöst werden [Ram+10, S. 629].

### (3) Dreiecksverteilung als weitere Variante der Dreipunkt-Schätzung

*W. Stewart* berichtet, dass bei der Verwendung von PERT oft zu optimistische Schätzergebnisse erzielt werden. Deshalb existiert darüber hinaus eine Dreiecksverteilung, der folgende Berechnungsformel zugrunde liegt und von *W. Stewart* empfohlen wird [Gar99, S. 35], [Stu05, S. 119], [Wil13, S. 119]:

$$\text{Erwartungswert} = \frac{OPT + REA + PES}{3} \quad (4.3)$$

Im Weiteren wird die Wirkung der unterschiedlichen Berechnungsmodelle untersucht.

### (4) Vorteil einer Gewichtung der Schätzwerte

Die Gewichtung der Eingabeparameter (OPT, REA, PES) (siehe Formel 4.1) hat den Vorteil, dass die Unsicherheit großer Schätzintervalle nicht überbewertet wird: Der Schätzer sollte nicht durch die Korrektur der Berechnung den tatsächlichen Aufwand ermitteln, sondern durch eine möglichst genaue Schätzung des realistischen Aufwands (REA), wodurch dieser die stärkere Gewichtung tragen sollte. Der Verlauf der Beta-Verteilung (in Abbildung 4.11 auf Seite 52 als graue Kurve dargestellt) spiegelt die Realität am ehesten wider, denn die Eintrittswahrscheinlichkeit des pessimistischen Aufwands (Annahme, dass alle Risiken und Unsicherheiten eintreten) sowie die volle Auswirkung der Risiken treten mit einer Wahrscheinlichkeit, die gegen Null läuft, ein. Grund hierfür sind frühzeitige Gegenmaßnahmen sowie die Tatsache, dass pessimistische Annahmen bei der Schätzung des Aufwands seltener in der Kombination auftreten. Anhand der Abbildung 4.11 soll dies näher erläutert werden.

Unter der Annahme, dass drei Schätzwerte (OPT, REA, PES) abgegeben wurden, wird mit der gewichteten PERT-Formel 4.1 der Aufwand durch den Punkt (5) und mit einer ungewichteten Formel 4.3 mit der Dreiecksverteilung durch den Punkt (6) dargestellt. Tritt der Fall ein, dass der tatsächliche Aufwand am Ende des Projekts näher an Punkt (6) liegt, heißt dies nicht, dass die Berechnungsformel 4.3 geeigneter ist. Vielmehr bewertet diese den pessimistischen Aufwand höher als die gewichtete PERT-Berechnung 4.1. Durch die Vernachlässigung der Gewichtung in der

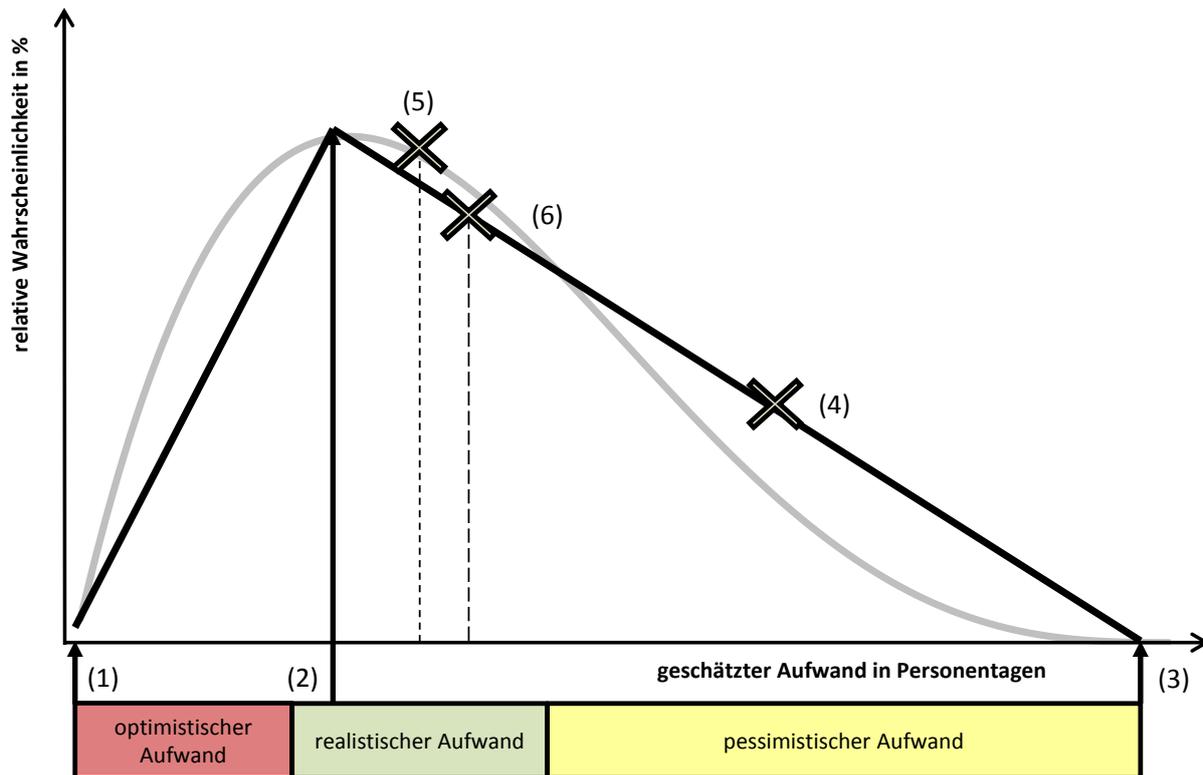


Abbildung 4.11: Unterscheidung zwischen Beta- und Dreiecksverteilung (*eigene Darstellung*)

Berechnungsformel 4.3 führt dies insbesondere bei pessimistischen Schätzungen (der pessimistische Wert hat einen weitaus größeren Abstand zum realistischen im Vergleich zum optimistischen) im Randbereich (Punkt (4) in Abbildung 4.11) zu einer überbewerteten Schätzung und der realistische Aufwand wird „vernachlässigt“. Daraus lässt sich schließen, dass der Schätzer den realistischen Aufwand (REA), der mit der höchsten Wahrscheinlichkeit auftreten sollte, nicht angemessen geschätzt und gewichtet hat. Im Falle der Übergewichteten Berechnung 4.3 wurde die realistische Schätzung weniger herangezogen und führte deshalb zu einer geringen Soll-Ist-Abweichung. Das Ziel einer Organisation sollte jedoch in der Schulung und Weiterbildung der Schätzzuverlässigkeit des Individuums liegen und nicht in der Korrektur der Berechnungsmodelle.

#### (5) Standardabweichung als Unsicherheitszuschlag

In den Tabellen 4.2 und 4.3 auf Seite 53 wurde die Standardabweichung und das Aufwandsbudget, das mit  $x\%$  eingehalten wird, berechnet. Die Standardabweichung gibt an, wie stark der tatsächliche Aufwand um den Erwartungswert herum gestreut ist. Je größer die Standardabweichung, desto höher ist die Ungenauigkeit [PPI13a].

Die Abbildung 4.12 auf Seite 54 verdeutlicht den Zusammenhang zwischen den Eintrittswahrscheinlichkeiten eines bestimmten Aufwands und dessen dazugehörige Größe. Die eingezeichneten Linien geben an, mit welcher Wahrscheinlichkeit welcher Projektaufwand anfällt [Gar99, S. 37]. Der Erwartungswert, der sich aus der Berechnung des Erwartungswerts mithilfe der drei Schätzwerte OPT, REA und PES ergibt (Formeln 4.1, 4.2, 4.3), spiegelt den Aufwand wider, der zu 50% nicht überschritten wird [JS01, S. 3]. Durch die Addition der Standardabweichung (Streuung um den Erwartungswert) erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass der tatsächliche Aufwand den geschätzten nicht überschreitet. Üblicherweise wird bei Projekten mit größeren Unsicherheiten ein Aufwandsbudget mit einer Wahrscheinlichkeit von 84% oder höher gewählt, da die Wahl

OPT   REA   PES	$\frac{OPT+4*REA+PES}{6}$	$\frac{OPT+3*REA+2*PES}{6}$	$\frac{OPT+REA+PES}{3}$
150 200 300 (Schätzwerte)			
Varianz	625,0	625,0	972,2
Standardabweichung	25,0	25,0	31,2
Erwartungswert (Aufwandsbudget, das mit 50% Wahrscheinlichkeit eingehalten wird)	<b>208,3</b>	<b>225,0</b>	<b>216,7</b>
Aufwandsbudget, das mit 84% Wahrscheinlichkeit eingehalten wird	233,3	250,0	247,8
Aufwandsbudget, das mit 97% Wahrscheinlichkeit eingehalten wird	258,3	275,0	279,0
Aufwandsbudget, das mit 99% Wahrscheinlichkeit eingehalten wird	283,3	300,0	310,2

**Tabelle 4.2:** Vergleichsrechnung 1: pessimistische und optimistische PERT-Dreipunkt-Schätzung und Dreiecksverteilung (*eigene Darstellung*)

OPT   REA   PES	$\frac{OPT+4*REA+PES}{6}$	$\frac{OPT+3*REA+2*PES}{6}$	$\frac{OPT+REA+PES}{3}$
8 9 12 (Schätzwerte)			
Varianz	0,4	0,4	0,7
Standardabweichung	0,7	0,7	0,8
Erwartungswert (Aufwandsbudget, das mit 50% Wahrscheinlichkeit eingehalten wird)	<b>9,3</b>	<b>9,8</b>	<b>9,7</b>
Aufwandsbudget, das mit 84% Wahrscheinlichkeit eingehalten wird	10,0	10,5	10,5
Aufwandsbudget, das mit 97% Wahrscheinlichkeit eingehalten wird	10,7	11,2	11,4
Aufwandsbudget, das mit 99% Wahrscheinlichkeit eingehalten wird	11,3	11,8	12,2

**Tabelle 4.3:** Vergleichsrechnung 2: pessimistische und optimistische PERT-Dreipunkt-Schätzung und Dreiecksverteilung (*eigene Darstellung*)

des Aufwandsbudgets mit 50% Eintrittswahrscheinlichkeit als besonders risikobehaftet gilt. Für kleinere Projekte mit wenigen Unsicherheiten und Risiken genügt die Wahl des Aufwandsbudgets mit einer 50%igen Eintrittswahrscheinlichkeit [INT13i], [Jør05, S. 59].

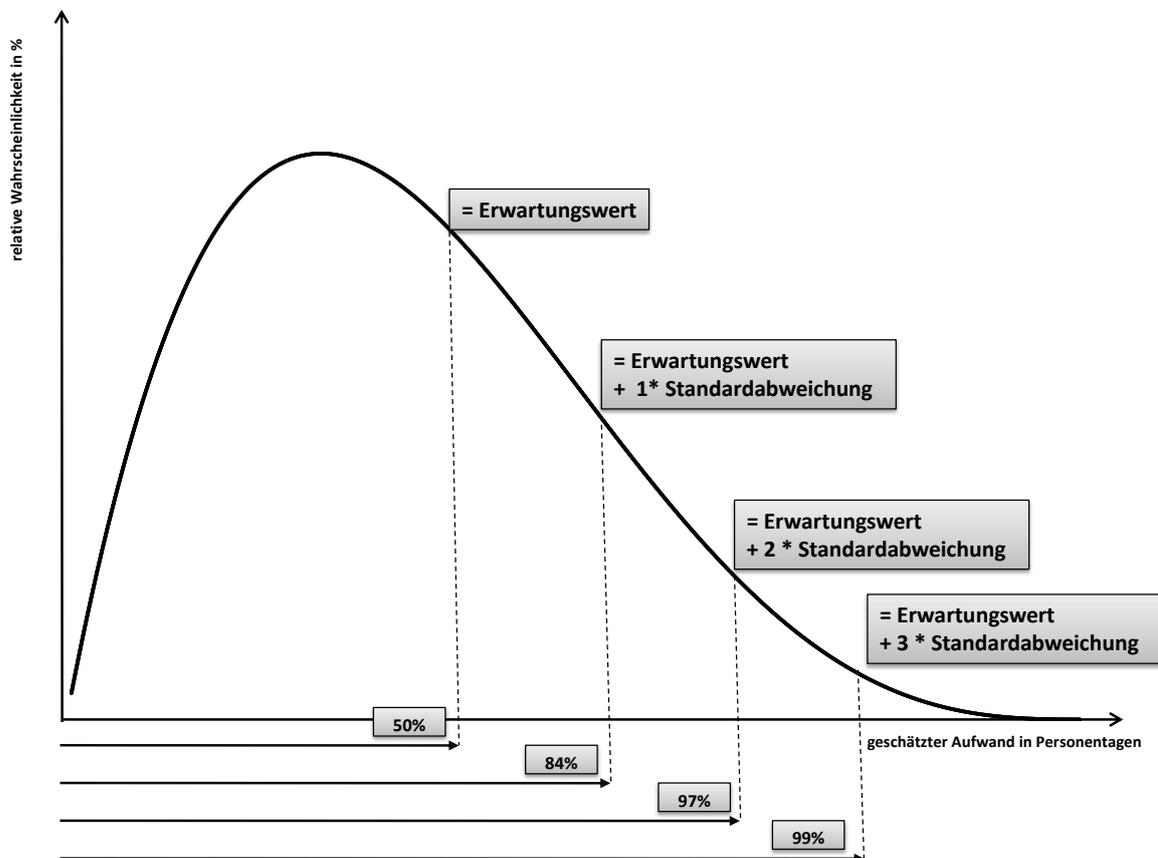


Abbildung 4.12: Aufwandsbudget mit x% Eintrittswahrscheinlichkeit und Berechnung (eigene Darstellung)

Die Standardabweichung für die PERT-Technik berechnet sich folgendermaßen:

$$\text{Standardabweichung} = \sqrt{\text{Varianz}} = \sqrt{\frac{(\text{PES} - \text{OPT})^2}{36}} \quad (4.4)$$

Für die Dreiecksverteilung ergibt sich folgende Standardabweichung:

$$\text{Standardabweichung} = \sqrt{\frac{(\text{REA} - \text{OPT})^2 + (\text{REA} - \text{OPT}) * (\text{PES} - \text{REA}) + (\text{PES} - \text{REA})^2}{18}} \quad (4.5)$$

In den Tabellen 4.2 und 4.3 fällt auf, dass die Standardabweichung der Dreiecksverteilung deutlich größer im Vergleich zu der PERT-Technik ist. Daraus lässt sich schließen, dass bei der Verwendung der Standardabweichung zur Erhöhung der x% Eintrittswahrscheinlichkeit des Aufwandsbudgets ein evtl. nicht angemessener zusätzlicher Unsicherheitszuschlag hinzugezogen wird und es ggf. bei einem Wettbewerb zu dem Verlust eines möglichen Auftrags kommen kann.

### (6) Reihenfolge der Schätzwertbestimmung

In Abschnitt „4.1.3 Schätzverzerrung durch die Überschätzung der eigenen Leistungsfähigkeit“ auf Seite 27 wurde beschrieben, dass das Überschätzen der eigenen Leistung ein oft anzutreffendes Problem in der Aufwandsschätzung ist. Wird dieser Aspekt berücksichtigt und durch eine Vorgehensweise basierend auf den Ergebnissen psychologischer Untersuchungen (siehe 4.1.2 Schätzverzerrung durch den Ankereffekt und durch irrelevante Informationen, Seite 25) umgesetzt, können die Schätzergebnisse eine höhere Genauigkeit aufweisen.

#### **Verminderung von NEF (1) – Inkonsistenzen und Subjektivität des Schätzers.**

Der realistische Aufwand (REA) wird häufig unterschätzt und durch die hohe Gewichtung dieses Wertes (Faktor 4 bei der PERT-Formel 4.1) besteht die Gefahr, dass die Gesamtschätzung zu optimistisch ausfällt [Pes07, Kapitel 2]. Der Grund hierfür liegt nach *M. Jørgensen* darin, dass die Schätzer denken, dass der realistische Aufwand unter der Annahme von idealen Bedingungen ermittelt werden kann. Individuen haben z.T. Schwierigkeiten, zwischen idealen und realistischen Annahmen zu unterscheiden, wenn Vorhersagen getroffen werden [BP99, S. 293]. Die Gründe hierfür sind im „Wunschdenken“, in der Selbstpräsentation durch die Schätzung und somit in der Überbewertung der eigenen Leistung zu finden. Wenn der realistische Aufwand im Vorwege zu gering geschätzt wird, spielt der „Ankereffekt“ (siehe 4.1.2 Schätzverzerrung durch den Ankereffekt und durch irrelevante Informationen, Seite 25) eine entscheidende Rolle, denn der Schätzer justiert unbewusst seine Schätzerwartungen an den Ausgangswert. Für den Fall, dass dieser bereits zu optimistisch geschätzt wurde, wird für den optimistischen Aufwand und somit für die Gesamtschätzung eine negative Schätzverzerrung vorliegen. Es wird deshalb im Vorgehensmodell für die strukturierte Expertenschätzung empfohlen, eine Schätzreihenfolge einzuhalten, die in der Empfehlung im Folgenden dargestellt wird [Jør11, S. 1382].

**Empfehlung für das Vorgehensmodell Nr. 9 (Dreipunkt-Schätzung).**

1. Für die Aufwandsschätzung empfiehlt sich die Verwendung der PERT-Formel:

$$\text{Erwartungswert} = \frac{OPT + 4 * REA + PES}{6}$$

2. Es sollte folgende Schätzreihenfolge eingehalten werden:

- a) Zuerst den Schätzwert für den Aufwand unter **idealen Bedingungen**, d.h. den optimistischen Aufwand, bestimmen. Es wird vorausgesetzt, dass keine Störungen oder Probleme eintreten und überdurchschnittlich produktiv gearbeitet wird.
- b) Anschließend wird der **realistische Aufwand** unter der Annahme durchschnittlicher Produktivität und Fehler geschätzt.
- c) Zum Abschluss der Schätzung wird der **pessimistische Aufwand** ermittelt, der eintritt, wenn sämtliche Risiken und Fehler eintreten.

3. Durch die Addition der Standardabweichung zum Erwartungswert kann bei vorhandenen Unsicherheitsfaktoren im Projekt die Eintrittswahrscheinlichkeit des geschätzten Aufwands erhöht werden:

$$\text{Standardabweichung} = \sqrt{\text{Varianz}} = \sqrt{\frac{(PES - OPT)^2}{36}}$$

- Budgeteinhaltung mit einer Wahrscheinlichkeit von 50% = Erwartungswert
  - Budgeteinhaltung mit einer Wahrscheinlichkeit von 84% = Erwartungswert + 1\* Standardabweichung
- a) *Hinweis 1:* Es wird die Wahl der 50%igen bzw. 84%igen Eintrittswahrscheinlichkeit empfohlen, da andernfalls die Schätzobjekte im Vorwege bereits unterschätzt wurden und die Unsicherheitsfaktoren zuvor beseitigt werden sollten.
  - b) *Hinweis 2:* Sofern eine zusätzliche Risikoliste mit quantifizierten Risiken geführt wird, dürfen die Auswirkungen der Risiken nicht doppelt bewertet werden und zusätzlich in die Dreipunkt-Schätzung einfließen.
    - Nicht:
      - Risiko für Schätzobjekt 1 : + 30 PT, Dreipunkt-Schätzung für Schätzobjekt 1: 20|40|90
    - Sondern:
      - Risiko für Schätzobjekt 1 : + 30 PT, Dreipunkt-Schätzung für Schätzobjekt 1: 20|40|60
4. Der Schätzer sollte alle Unsicherheiten, die in die Dreipunkt-Schätzung einfließen, analysieren, verstehen und begründen.

## 4.6 Hinreichende Risikoberücksichtigung in der Aufwandsschätzung

### 4.6.1 Bedeutung von Risiken für die Aufwandsschätzung

Projekte sind Magnete für Risiken. Die Gründe hierfür sind in vielen dynamischen Aspekten sowie in oftmals nicht klar definierten Rahmenbedingungen zu finden. Nicht beachtete Risiken können einen bedeutsamen Einfluss auf die Projektdauer und das Projektbudget sowie auf die Qualität des Produkts haben. Die frühzeitige Erkennung und adäquate Behandlung der möglichen Risiken kann über den Projekterfolg entscheiden und erhöht die Zusicherung von Preisen und Terminen. In diesem Abschnitt wird die Bedeutung des Risikomanagements als notwendiger Bestandteil für die Aufwandsschätzung herausgestellt. Die Strategieentwicklung zur Identifikation sowie die Durchsetzung von Gegenmaßnahmen zur Risikoprävention sind nicht Betrachtungsgegenstand der Untersuchung. Für das voll umfängliche Risikomanagement sei auf weiterführende Literatur aus dem Bereich des Projektmanagements verwiesen ([DL03], [HH04], [Kei07]).

Die Bedeutung des Risikomanagements wird im Reifegradmodell CMMI in der Stufe 3 ersichtlich, in dem diese Rolle einen eigenständigen Prozess darstellt [K J+06, S. 11], [Kne12].

Die Bedeutung der Aufwandsschätzung und insbesondere des Risikomanagements wird durch die Vorschrift § 91 Abs. 2 AktG des Aktiengesetzes deutlich: *„Der Vorstand hat geeignete Maßnahmen zu treffen, insbesondere ein Überwachungssystem einzurichten, damit den Fortbestand der Gesellschaft gefährdende Entwicklungen früh erkannt werden.“* Zu „den Fortbestand gefährdenden Entwicklungen“ gehören laut *M. Müller* risikobehaftete Geschäfte, zu denen Projekte der Softwareentwicklung hinzugerechnet werden [Mül09, S. 12]. Die Gefahr bei größeren Softwareprojekten besteht darin, dass eine fehlerhafte Aufwandsschätzung in Einzelfällen existenzgefährdend werden kann, wenn dadurch das Budget überschritten und in Extremfällen das Eigenkapital aufgezehrt wird. Die Überschuldung stellt bei einer Kapitalgesellschaft gemäß § 19 Abs. 1 Insolvenzordnung einen Insolvenzantragsgrund dar.

### 4.6.2 Die Verzahnung von Aufwandsschätzung mit dem Risikomanagement

Für eine zuverlässige Aufwandsschätzung ist es unerlässlich, insbesondere in frühen Projektphasen, in denen Risiken und Unsicherheiten noch am größten sind, die Risiken für das Projekt systematisch zu begutachten. Das Ergebnis der Risikoanalyse wird nach der Identifikation und Bewertung in die Aufwandsschätzung einbezogen [TMJ11, S. 238]. Alles, was als risikomindernde Maßnahmen mit dem Mandanten verhandelt und durchgesetzt werden kann, muss nicht aufwands erhöhend bei der Aufwandsschätzung als Risikoposition einkalkuliert werden. Es gilt die Risikofaktoren nicht nur zu quantifizieren, sondern diese durch Gegenmaßnahmen zu mindern [Sch13, S. 16]. Zu hohe Aufwandszuschläge für die Kalkulation der Risiken würden den Projektpreis in die Höhe treiben. Eine Folge davon könnte in dem Verlust eines Auftrags an einen Wettbewerber bestehen [K J+06, S. 3].

### 4.6.3 Risikoanalyse

Erster Schritt der Risikoberücksichtigung in der Aufwandsschätzung ist die Risikoanalyse mit dem Ziel der Erhebung aller Faktoren, die den Projekterfolg gefährden können. Zur Ermittlung

der Risiken können Erfahrungen aus vergangenen Projekten in Form von Checklisten oder Kreativitätstechniken wie „Brainstorming“ eingesetzt werden. Bei der Erhebung der Risiken muss die Schwäche der menschlichen Psyche berücksichtigt werden, die darin besteht, dass die Schuldzuweisung beim Eintreten von Fehlern und Risiken oftmals nicht objektiv betrachtet wird. Verantwortliche sehen die Gründe für das Scheitern von Projekten häufig außerhalb ihres Einflussbereiches und weisen sich selbst aufgrund ihrer Erfahrungen und Fähigkeiten die Erfolge zu [JM04, S. 993]. Ein Perspektivenwechsel sowie der Einbezug der Stakeholder in die Risikoanalyse durch bspw. Interviews reduziert die Anzahl übersehener Risiken und es können frühzeitig Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Alle Projektrisiken sollten systematisch in die Projektaufwandsschätzung aufgenommen werden, um eine zuverlässige und belastbare Projektplanung zu gewährleisten [K J+06, S. 1]. Der Fokus auf den Prozess der Erhebung, das Verständnis und die Behandlung der Risiken abhängig von der Erhebungstechnik (Checklisten, Interviews) fördert die Zuverlässigkeit des Schätzergebnisses und trägt zum Erfolg des Projekts bei.

#### 4.6.4 Risikoportfolio: Einordnung der Risiken und Gegenmaßnahmen

Durch die Verwendung eines Risikoportfolios können identifizierte Risiken nach ihren Auswirkungen und Eintrittswahrscheinlichkeiten klassifiziert und empfohlene Gegensteuerungsmaßnahmen abgeleitet werden. Zu den Gegensteuerungsmaßnahmen, die in einer beispielhaften Darstellung des Risikoportfolios in der Abbildung 4.13 auf Seite 59 kurz aufgeführt sind, gehören:

1. Bei außerordentlichen Risiken der Ausschluss der Auswirkungen durch vertragliche Gestaltung.
2. Risikominimierung im Vorfeld durch Regulierungen und Notfallplanungen, die das Eintreten des Risikos verhindern oder minimieren.
3. Risikozuschläge, die die Folgewirkungen bzw. den Schaden für den Fall eines Risikoeintritts reduzieren.

#### 4.6.5 Risikocheckliste

Eine Empfehlung für das Vorgehensmodell einer strukturierten Expertenschätzung ist das Aufstellen einer *Top-Ten-Risikoliste*, die regelmäßig aktualisiert wird, um frühzeitig neue Risikofaktoren zu identifizieren und durch Gegenmaßnahmen zu reduzieren. Diese Checkliste sollte mindestens 5 Einträge – damit statistisch sinnvolle Aussagen möglich werden – allerdings nicht mehr als 10 Einträge enthalten, damit die Übersicht erhalten bleibt und die Risiken mit den höchsten Auswirkungen auf das Projekt priorisiert behandelt werden. Risiken mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit von mehr als 80% sollten nicht mehr als Risiko betrachtet werden, sondern direkt in das Projektbudget aufgenommen werden [Wil13, S. 153].

Eine Risikocheckliste hat nicht nur das Ziel, das Bewusstsein des Schätzers für Unsicherheiten zu schärfen, sondern durch Gegenmaßnahmen des Risikomanagements bzw. durch einen Aufwandszuschlag diese auszugleichen. Die Angabe einer Eintrittswahrscheinlichkeit sowie die Auskunft über die aufwandmäßige Auswirkung auf das Projekt zeigen den Handlungsbedarf für das Risikomanagement auf. In der Abbildung 4.14 auf Seite 60 ist beispielhaft eine Risikocheckliste aufgezeigt.

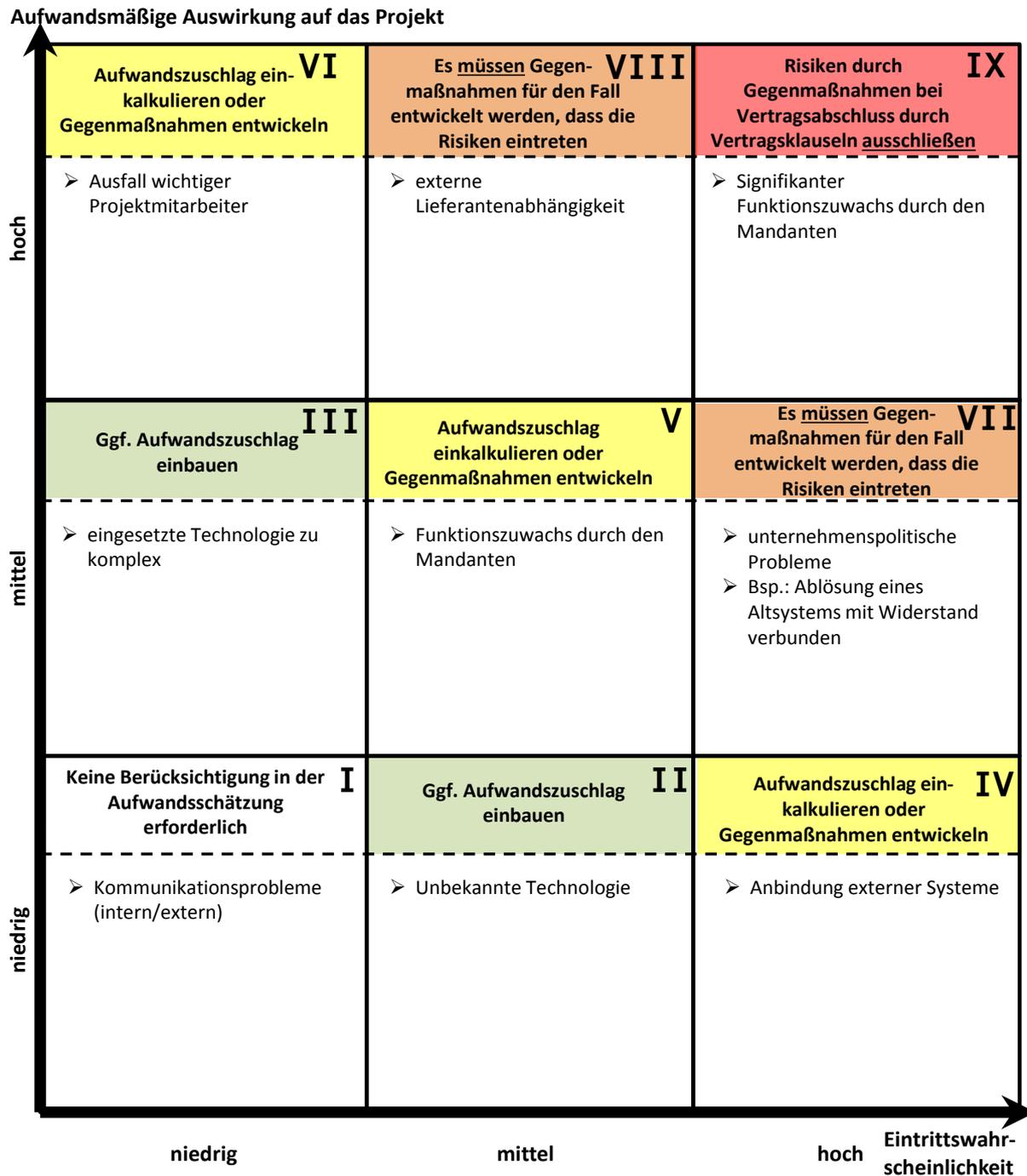


Abbildung 4.13: Projektbezogenes Risikoportfolio mit Beispielen und Konsequenzen für die Aufwandsschätzung (*eigene Darstellung*)

Risikocheckliste												
Projektrisiko			Risikobewältigung				Risikozuschlag					
ID	Herkunft	Beschreibung	Risikovermeidung	Risikotransfer	Risikominderung	Eintrittswahrscheinlichkeit in %	aufwandmäßige Auswirkung in PT	Risikozuschlag in PT	Verantwortlicher	Erfordert Abstimmung mit	Status	Bemerkung
RISK_1	Auftraggeber	Der Auftraggeber hat geäußert, dass im Laufe des Projektes evtl. noch zusätzliche Funktionen hinzukommen könnten.		Vertragsklausel vereinbaren für Anforderungswunsch		50%	100	50	Max Mustermann	Vertrieb	erledigt	
RISK_2	Projektteam	Mitarbeiter A arbeitet parallel in einem anderen Projekt. Evtl. Ausfallrisiko				20%	10	2	Max Mustermann	Personalleiter	nicht relevant	Geringe negative Auswirkung
RISK_3	externe Risiken	Softwarezulieferant muss zunächst Modul integrieren; Liefertermin vereinbart				10%	100	10	Firma XY		offen	Was tun, wenn Lieferant nicht liefert?
RISK_4	Projektteam	Die Komplexität der verwendeten Technologie ist dem Entwicklungsteam nicht bekannt und kann zu unerwarteten Zusatzaufwänden führen.			Mitarbeiter B aus dem Projekt XY hat Erfahrung mit der Technologie gesammelt. Für dieses Projekt anwerben.	70%	100	70	Max Mustermann	Projektleiter XY	in Bearbeitung	
RISK_5	Auftraggeber	Es wird ein Altsystem abgelöst. Mit möglichen Widerständen der Mitarbeiter des Auftraggebers ist zu rechnen.			Die Mitarbeiter müssen in die Konzeption mitwirken dürfen und es müssen Schulungen angeboten werden.	30%	50	15	Max Mustermann	Auftraggeber	erledigt	
RISK_6	Softwarekomponente	Bei Integration der Softwarekomponente A in das System B kann es zu größeren Konflikten kommen, die einen erheblichen Anpassungsaufwand erfordern.	Ein Prototyp kann in das System vorzeitig eingebunden werden, damit Schnittstellenprobleme erkannt und behoben werden können.			70%	150	105	Max Mustermann	Auftraggeber	in Bearbeitung	
RISK_7												
RISK_8												
RISK_9												
RISK_10												

Abbildung 4.14: Beispiel für eine Risikocheckliste (eigene Darstellung)

### 4.6.6 Umgang mit Risiken

#### (1) Präventive Gegenmaßnahmen zur Risikoreduktion

Es ist in der Regel aufwandsmäßig vorteilhafter, Risiken nicht eintreten zu lassen als die Folgen eingetretener Risiken zu beseitigen. Für Risiken, die sich in dem Quadranten IX des Risikoportfolios in Abbildung 4.13 auf Seite 59 befinden, müssen vor Projektbeginn Maßnahmen ergriffen werden, sodass die Auswirkungen nicht zu Lasten des Auftragnehmers gehen. Beispielsweise treten in Softwareprojekten häufig im Laufe der Entwicklung Änderungswünsche (*engl. change requests*) von Seiten des Mandanten auf [JM04, S. 1001]. Diese Änderungsanforderungen können folgende Ursachen haben:

1. Die Anforderungen sind vor Projektbeginn unklar.
2. Keine Entscheidungsfreudigkeit beim Mandanten, sodass häufige Änderungen auftreten [INT13f].

Mögliche Gegenmaßnahmen könnten Prototypen darstellen. Vorteil ist der relativ kleine Implementierungsaufwand und die Möglichkeit, frühzeitig eine lauffähige Software zu Demonstrationszwecken und zur Kommunikation zur Verfügung zu haben (siehe 4.2.2 Informationsgrundlagen für die Aufwandsschätzung, Seite 30).

#### (2) Verzahnung von Aufwandsschätzung mit dem Vertragsmanagement hinsichtlich Risiken

Signifikante Änderungen der Funktionsansprüche des Kunden während des Projekts sollten möglichst durch Vertragsklauseln oder ähnliche Maßnahmen abgesichert werden, sodass diese Risiken nicht als Kostentreiber in der Aufwandsschätzung berücksichtigt werden müssen. Es ist Aufgabe des Vertriebs durch die Vertragsgestaltungen wie bspw. dem *agilen Festpreis* [Oes06] die Folgen von nicht fest definierten Anforderungen auf Seiten des Mandanten abzufangen [Wil13]. Für vertiefende Hinweise zur Vertragsgestaltung wird u.a. auf *B. Oestereich* verwiesen [Oes06, S. 389ff].

### 4.6.7 Fortlaufende Kontrolle der Risiken

Nicht nur in den frühen Projektphasen ist die Betrachtung der Risiken notwendig, auch bei fortlaufender Projektplanung ergeben sich neue Erkenntnisse bspw. aus der Ressourcenplanung. Die neu gewonnenen Informationen müssen bewertet werden und eine Rückkopplung muss mit der Planung und Aufwandsschätzung stattfinden. Die Risikocheckliste sollte regelmäßig um mögliche neue Risiken aktualisiert werden. Risiken, die nicht mehr eintreten können, müssen hingegen entfernt werden, um eine realistische Kostenübersicht zu erhalten [K J+06, S. 11].

### 4.6.8 Unzulänglichkeiten des Risikomanagements

Praktiziert wird ein ausgereiftes Risikomanagement nicht in jedem Projekt, denn eine risikoaverse Unternehmenskultur schränken den offenen Umgang mit den Risiken ein und gehen mit diesen nicht risikoadäquat um. Auch die offene Kommunikation aller Risiken vor Projektbeginn mit den Stakeholdern des Projekts ist wünschenswert, jedoch in der Realität nicht oft anzutreffen [Oec03, S. 1]. Die Annahme, dass eine Aufwandsschätzung „punktgenau“ sein könnte, kann in Anbetracht der Auswirkungen des Risikomanagements sowie aufgrund des *Parkinson'schen Gesetzes* (siehe 4.9.3 Die Unzulänglichkeiten des Projektmanagements: Die vermeintliche Punktlandung, Seite

74) als Irrglaube bezeichnet werden. Eine Beispielsrechnung in Tabelle 4.4 soll dieses unter der Annahme, dass 140 PT als Risikopuffer eingeplant wurden, verdeutlichen.

ID	Eintrittswahrscheinlichkeit in %	aufwandsmäßige Auswirkung in PT	Risikozuschlag in PT
RISK_1	10%	100	10
RISK_2	20%	200	40
RISK_3	30%	300	90
Summe $\Sigma$	-	600	140

**Tabelle 4.4:** Beispiel für Risikoberechnung

Sofern entweder RISK\_1, RISK\_2 oder RISK\_3 eintritt, werden sich die Schätzung und der tatsächlich eingetretene Aufwand nicht decken. Nicht alle Risiken treten ein und deshalb ist es entscheidend, dass nicht das einzelne Risiko genau geschätzt wird, sondern dass die Summe aller Risikozuschläge die Auswirkungen der Risiken über das Gesamtprojekt hinweg abdecken. „In der Praxis ist Aufwandsschätzung letztlich mit dem Umgang mit Risiken gleichzusetzen.“ [Sch13, S. 15]. Die frühzeitige Einengung des Konus der Unsicherheit (siehe Anhang A.2) durch Risikominimierung bzw. -einplanung ist das Ziel des Risikomanagements. Auch in kleineren Projekten, die überschaubarer und deshalb einfacher zu schätzen sind, können Risiken mit hohen Folgekosten auftreten. Diese liegen z.T. nicht im Einflussbereich der Projektleitung, wie bspw. Abhängigkeiten von externen Zulieferern. Aus diesem Grund sollte grundsätzlich laut *W. Stewart* ein Risikozuschlag im Rahmen von 5% des Gesamtaufwands auf das einzelne Projekt erfolgen. Ein Risikozuschlag von 10–15% ist ebenfalls gebräuchlich, ein höherer Zuschlag deutet dagegen auf ein risikobehaftetes Projekt hin und hohe Risiko-Rückstellungen werden, sofern die Risiken nicht eintreten, als „Verschwendung“ angesehen werden [Wil13, S. 153]. Eine empirische Untersuchung hat ergeben, dass risikoreiche Projekte tendenziell ein wesentlich höheres Projektbudget in Anspruch nehmen als zuvor geschätzt im Vergleich zu risikoarmen Projekten [Lag+12, S. 409].

**Empfehlung für das Vorgehensmodell Nr. 10 (Risikobetrachtung).**

1. Risiken müssen zwangsläufig vor dem Projektstart identifiziert werden.
2. Diese dürfen nicht nur quantifiziert werden, sondern sollten primär transferiert oder deren Auswirkungen durch angemessene Gegensteuerungsmaßnahmen reduziert werden.
3. Ein Risikoportfolio eignet sich zur Einordnung der identifizierten Risiken.
4. Eine Risikocheckliste kann zwei Aufgaben haben:
  - a) Eine unternehmensweit gepflegte Liste kann typische Risiken in einem Projekt enthalten und diese dem Schätzer in das Bewusstsein rufen.
  - b) Eine auf das konkrete Projekt zugeschnittene „*Top-Ten-Risikocheckliste*“ ist eine Ausgangsbasis für die Ermittlung von Gegensteuerungsmaßnahmen und eine zusätzliche Kommunikationsbasis.
    - Diese Liste sollte mind. 5, jedoch nicht mehr als 10 Risiken sowie keine quantifizierten Risiken enthalten, die eine Eintrittswahrscheinlichkeit von >80% aufweisen.
5. Die Risikocheckliste muss fortlaufend auf der Grundlage neuer Projektinformationen gepflegt werden.

## 4.7 Abschluss der Schätzphase durch Evaluation des Schätzprozesses

**Verminderung von NEF (6) – Keine Evaluation/Feedback der Schätzung.**

Der Schätzprozess sollte mit einer Evaluation der Schätzgenauigkeit abgeschlossen werden. Die Plausibilisierung wird dadurch erreicht, dass der Schätzer selbstkritisch seine Schätzwerte beurteilt, was durch Checklisten unterstützt werden kann. Der Vorteil dieser Evaluation liegt darin begründet, dass ein Schätzer eine möglichst geringe negative Abweichung bei den Ergebnissen der Evaluation erreichen möchte und frühzeitig Wert auf einen strukturierten Schätzprozess legt [Jør04, S. 45]. Dem Schätzer werden mit dieser Schätzbeurteilung mögliche fehlende Merkmale, Informationen und Abhängigkeiten im Projekt sowie im Vorgehen während des Schätzprozesses in sein Bewusstsein gerufen und reduzieren somit die Inkonsistenz. Die kritische Evaluation des Schätzprozesses mithilfe einer Validierungscheckliste (siehe Abbildung 4.15, Seite 64) deckt Fehler, die während der Aufwandsschätzung eingetreten sein könnten, auf. Zudem schützt dieser Nachweis bei korrekter Ausführung der Aufwandsschätzung den Schätzer vor rechtlichen Konsequenzen bei signifikanten Budgetüberschreitungen. Je mehr Ankreuzungen sich in den rechten Spalten befinden, umso kritischer ist der Schätzprozess zu würdigen.

**Empfehlung für das Vorgehensmodell Nr. 11 (Evaluation der Schätzung).**

Die Aufwandsschätzung sollte mit der Validierungscheckliste auf die korrekte Ausführung und Einhaltung eines strukturierten Vorgehens überprüft werden.

## 4.7 Abschluss der Schätzphase durch Evaluation des Schätzprozesses

Evaluation des Schätzprozesses						
Beschreibung ("best-case" - Idealzustand)	zutreffend	gering zutreffend	neutral - nicht bewertbar	gering zutreffend	zutreffend	Beschreibung ("worst-case" - schlechtester Zustand)
Grundlegendes zur Aufwandsschätzung						
Die Schätzung wurde zu einem Zeitpunkt durchgeführt, an dem keine Unsicherheiten über das Projekt bestanden.						Die Schätzung wurde in einer sehr frühen Projektphase durchgeführt und es bestanden viele Unsicherheiten.
Es wurden Verantwortlichkeiten für den Schätzprozess festgelegt.						Der Schätzprozess wurde ohne feste Verantwortung durchgeführt.
Das Vorgehensmodell für die strukturierte Aufwandsschätzung wurde verwendet.						Der strukturierte Schätzprozess wurde nicht verfolgt.
Der Schätzer hat viele Schätzerfahrungen und ist mit dem Umgang des Vorgehensmodells vertraut.						Der Schätzer hat noch keine Erfahrungen in der Aufwandsschätzung und mit dem Vorgehensmodell zur strukturierten Aufwandsschätzung gesammelt.
Die Annahmen und Ergebnisse der Aufwandsschätzung wurden detailliert mit Begründungen dokumentiert.						Während der Aufwandsschätzung wurden keine Dokumente angefertigt.
Struktur der Schätzobjekte						
Die Schätzobjekte sind klar identifiziert und verstanden worden.						Es gibt Unklarheiten bei den Schätzobjekten.
Die Schätzobjekte enthalten ausreichend Informationen für eine angemessenen genauen Schätzung.						Die Schätzobjekte sind unpräzise und unvollständig dokumentiert und es fehlen Informationen für eine angemessenen genauen Schätzung.
Die Schätzobjekte sind untereinander vergleichbar und homogen aufgebaut.						Die Schätzobjekte haben keine klare Struktur und sind nicht vergleichbar untereinander.
Gruppendiskussion						
Weitere Schätzpersonen, die in ähnlichen Projekten Erfahrungen gesammelt haben und unterschiedliches Know-how besitzen wurden im Schätzprozess involviert.						Der Schätzer bzw. kein Schätzteilnehmer hat Erfahrungen in einem ähnlichen Projekt gesammelt.
Plausibilisierung						
Ein abgeschlossenes Projekt mit vielen vergleichbaren Merkmalen wurde herangezogen.						Es wurde kein vergleichbares, abgeschlossenes Projekt herangezogen.
Es gab kaum Abweichungen in dem Aufwandsbetrag mit dem verglichenen Projekt.						Es gab signifikante Abweichungen bei dem Projektvergleich.
Abweichungen wurden analysiert und diskutiert.						Die Abweichungen wurden als gegeben hingenommen und nicht weiter berücksichtigt.
Sonstige Kostentreiber						
Es wurden Checklisten für die Schätzung des Produkt- und Projektumfangs verwendet.						Es wurden keine Checklisten für die Schätzung des Produkt- und Projektumfangs verwendet.
Es wurden indirekte, projektübergreifende Aktivitäten und damit verbundene Kosten individuell identifiziert.						Projektübergreifende Tätigkeiten wurden nicht quantifiziert.
Projektabhängigkeiten wurden identifiziert und bewertet.						Es wurden keine Projektabhängigkeiten untersucht.
Risikoanalyse						
Risiken wurden identifiziert und angemessene Gegenmaßnahmen vorbereitet.						Risiken wurde nicht betrachtet.
Die Risiken und Unsicherheiten wurde mithilfe der Risikocheckliste getrennt von der Dreipunkt-Schätzung behandelt und quantifiziert.						Die Risiken wurden in der Risikoanalyse identifiziert sowie quantifiziert UND wurden in der Dreipunkt-Schätzung berücksichtigt.
Ablauf des Schätzprozesses						
Die Schätzung wurde ohne die Kenntnis der Budgetvorstellungen des Mandanten durchgeführt.						Die Schätzung und insbesondere das Schätzergebnis wurde an die Vorstellungen des Mandanten angepasst.
Es wurden Maßnahmen ergriffen, damit die Unsicherheiten zu Projektbeginn reduziert und nicht quantifiziert werden.						Unsicherheiten wurden ausschließlich quantifiziert.
Abschluss der Schätzung						
Die Budgetanpassung wurde durch strukturelle Maßnahmen wie Risikotransfer oder ggf. Funktionskürzungen durchgeführt und sind dokumentiert worden.						Der Aufwand wurde an die Budgetvorstellungen des Mandanten ohne weitere Konsequenzen angepasst.
Die geplanten strukturellen Maßnahmen sind mit dem Mandanten und dem Management abgestimmt worden.						Die strukturellen Maßnahmen sind Handlungsempfehlungen, die bei möglichen Budgetüberschreitungen zur Diskussion herangezogen werden können.
Projektmanagement						
Es gibt ein durchsetzungsfähiges Projektmanagement.						Es gibt kein führungsstarkes Projektmanagement.
Im Projekt ist ein Risikomanagement vorhanden.						Im Projekt ist kein Risikomanagement vorhanden.

**Abbildung 4.15:** Validierungscheckliste zur Evaluation des Schätzprozesses (*eigene Darstellung*)

## 4.8 Rückwirkungen und Einflüsse auf die Aufwandsschätzung von anderen Projektaktivitäten

Mit dem Abschluss des Schätzprozesses ist die Aufgabe der Aufwandsschätzung noch nicht abgeschlossen. Der folgende Abschnitt setzt sich mit der ganzheitlichen Sichtweise und den rollenübergreifenden Tätigkeiten von Schätzung, Planung und Vertrieb auseinander.

### 4.8.1 Zwei-Phasen-Schätzung durch Rückkopplungsprozesse

Im gesamten Schätzprozess sollten die Begriffe Plan, Ziel und Schätzung nicht gleichgesetzt, sondern getrennt und unabhängig voneinander behandelt werden. Dies wurde bereits im Abschnitt „4.1.1 Schätzverzerrung durch unternehmenspolitische Zielkonflikte“ auf Seite 23 erläutert.

Zwischen Aufwandsschätzung, Ressourcenplanung und Vertrieb müssen Rückkopplungen stattfinden, damit nicht nur die Schätzgenauigkeit durch den strukturierten Schätzprozess gewährleistet wird, sondern die Schätzzuverlässigkeit auch infolge von veränderten Anforderungen auf das Projekt bestehen bleibt. Dies wird im Weiteren mithilfe der Abbildung 4.16 grafisch veranschaulicht.

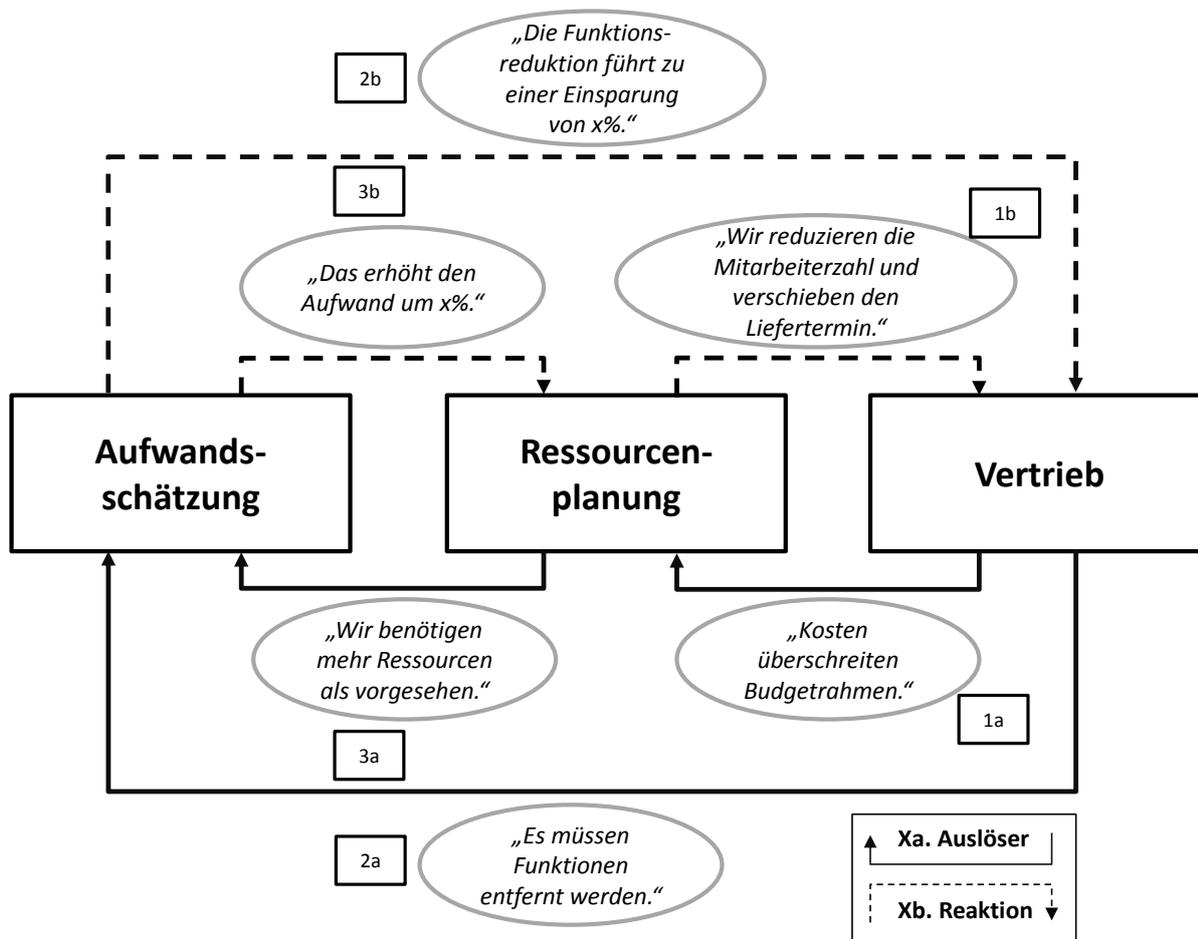


Abbildung 4.16: Rückkopplung zwischen Projektaktivitäten (eigene Darstellung)

Hierbei soll nicht auf ein detailliertes Vorgehen zur Projektplanung eingegangen werden, sondern es sollen die wesentlichen Faktoren, die den Aufwand bzw. den Angebotspreis beeinflussen, erläutert werden. Ziel der Ausführung soll es sein, die Reichweite der Aufwandsschätzung, der

Rückkopplung zwischen den Projektaktivitäten sowie den Bedarf einer wiederholten Schätzung infolge von zusätzlichen oder veränderten Informationen zu verstehen [Tot08, S. 3].

#### 4.8.2 Trennung von Aufwandsschätzung und Ressourcenplanung

Die Aufwandsschätzung ist eine notwendige Basis für den weiteren Planungsprozess. Es kann sich hieraus die Notwendigkeit für eine wiederholte Aufwandsschätzung ergeben, falls bspw. Ressourcen nicht zur Verfügung stehen oder um die Rahmenbedingungen wie z.B. Termine einhalten zu können. In Abbildung 4.17 wird beispielhaft ein Rückkopplungsprozess grafisch dargestellt, der im Abschnitt 4.8.3 näher erläutert wird.

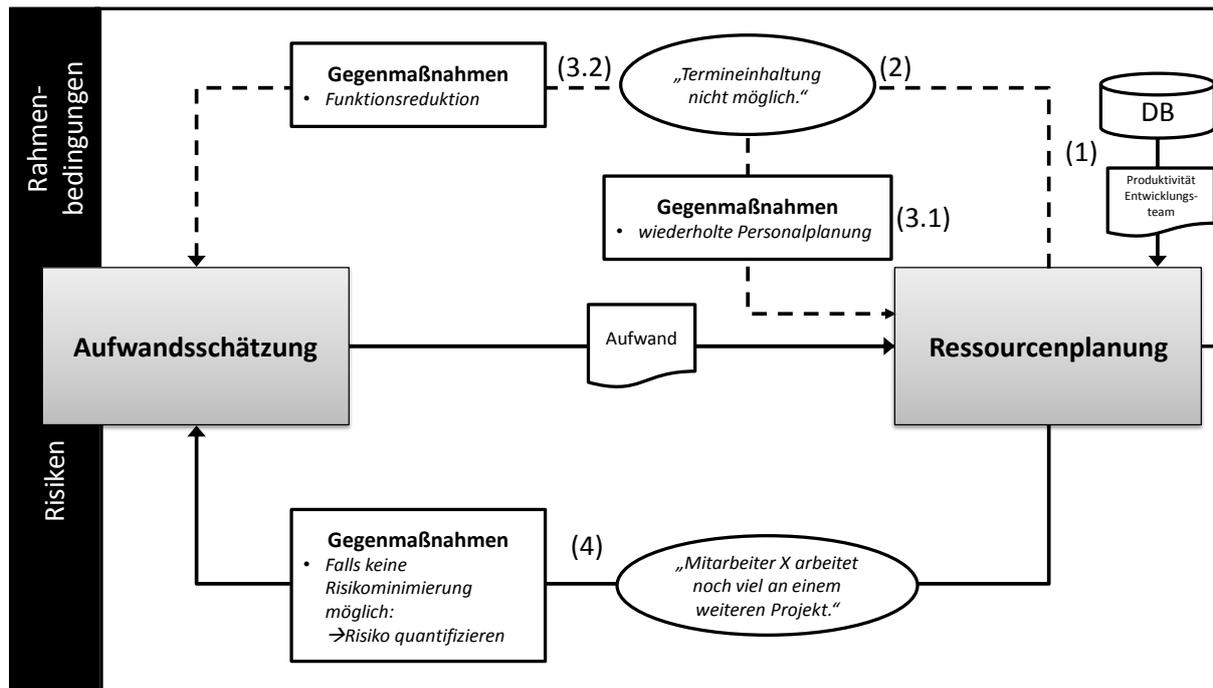


Abbildung 4.17: Iterative Aufwandsschätzung und Ressourcenplanung (eigene Darstellung)

#### 4.8.3 Die Produktivität eines Teams als Problem der zutreffenden Aufwandsschätzung

##### (1) Schwankungen der Produktivität des Teams

Bei der Ressourcenplanung sollte für die Terminplanung die Produktivität eines Entwicklungsteams herangezogen werden. Insbesondere bei agilem Vorgehen wird die „Entwicklungsgeschwindigkeit“ (*engl. velocity*) zur Terminplanung weiterer Teilprojekte verwendet. Diese kann oft nur schwer gemessen werden und z.T. um den Faktor 10 variieren [Stu06, S. 222]. Problematisch ist die Tatsache, dass ein Entwicklungsteam nie mit einer Produktivität von 100% arbeitet. In Abhängigkeit von der Organisation und von der Verfügbarkeit, beeinflusst durch Urlaub, Weiterbildung, Krankheit und parallele Arbeiten in weiteren Projekten, der Erfahrung in der Domäne und der Technologie sowie der Motivation und der Kommunikation innerhalb des Teams kann die Produktivität zwischen 72–90% liegen [Wil13, S. 117]. Das bedeutet, dass innerhalb von 20 Personentagen (8-Stunden-Tag) effektiv nur 16–18 Personentage an dem Projekt gearbeitet werden [INT13b], [INT13d].

Voraussetzung für eine messbare Produktivität sind feste Teamkonstellationen. Projektteams, die in jedem Projekt neu zusammengesetzt werden, müssen sich zunächst formieren und aufein-

ander einspielen. Diese Einarbeitungsphase entfällt bei Teams, die bereits gemeinsame Projekte durchgeführt haben. Durch den Produktivitätsfaktor können Teams nach Bedarf und Projektpriorität eingesetzt werden. Es gibt effiziente, erfahrene Teams, die eine Aufgabe in kürzester Zeit durchführen können und für den Einsatz in Projekten mit kurzen Lieferterminen geeignet sind. Hierbei muss zwischen der Zeit und den Kosten entschieden werden, denn Teams mit einer hohen Produktivität bestehen zumeist aus erfahrenen Entwicklern, die einen höheren Tagessatz im Vergleich zu Einsteigern aufweisen. Es darf nicht außer Acht gelassen werden, dass sich die Bildung von festen Teams und die Bemessung der Produktivität als eine schwierige Aufgabe erweist, denn durch Abhängigkeiten zu verschiedenen Projekten, Ausfall durch Krankheit oder durch mangelndes Wissen einzelner Beteiligter kann eine feste Teamstruktur in der Praxis selten etabliert werden. Zudem ist die Produktivität ständigen Schwankungen durch äußere Einflüsse ausgesetzt [INT13e].

Die Produktivität lässt sich aus den Erfahrungen mit abgeschlossenen Projekten ermitteln. Hierfür werden historische Daten aus einer Erfahrungsdatenbank (DB) benötigt (1) (siehe Abbildung 4.17). Dies unterstreicht den Bedarf nach einer Erfahrungsdatensicherung (siehe 4.11 Erfahrungsdatensammlung zur Verbesserung der Schätzqualität, Seite 77) [Coh05, S. 177]. Falls sich bei der Ressourcenplanung ein Engpass wie bspw. ein fixierter Zeitrahmen ergibt, dessen Einhaltung gefährdet ist (2), können durch geeignete Gegenmaßnahmen die geforderten Rahmenbedingungen erreicht werden. Diese Gegenmaßnahmen können sich in einer wiederholten Ressourcenplanung durch bspw. den Einsatz zusätzlicher Entwickler (3.1) oder – sofern dieses nicht möglich ist – in einer Funktionsreduktion äußern (3.2), welche anschließend eine erneute Aufwandsschätzung erfordert.

Darüber hinaus müssen Rücksprachen mit dem Risikomanagement und mit dem Verantwortlichen für die Aufwandsschätzung gehalten werden, denn durch die Ressourcenplanung können nicht nur Untersuchungen stattfinden, ob die geforderten Rahmenbedingungen eingehalten werden können, sondern sich weitere Risiken zeigen. Diese müssen, sofern keine Risikoprävention im Vorfeld möglich ist, quantifiziert werden und als Risikozuschlag in den Aufwand einfließen (4) (siehe hierzu 4.6 Hinreichende Risikoberücksichtigung in der Aufwandsschätzung, Seite 57).

### **(2) Der Mythos des Mann-Monats als weiteres Problem der Aufwandsschätzung**

*„Adding manpower to a late software project makes it later“*

Brookssches Gesetz [Bro95, S. 25]

Die Annahme, dass die Produktivität eines Entwicklungsteams proportional mit zunehmenden Personaleinsatz steigt, ist falsch [BF00, S. 37]. Sofern abzusehen ist, dass Liefertermine nicht eingehalten werden können, wird versucht, die gesamte Entwicklungszeit dadurch zu verkürzen, indem mehr Mitarbeiter in die Projektarbeit einbezogen werden. Die steigende Anzahl an Mitarbeitern erhöht jedoch den Koordinations- sowie Kommunikationsaufwand, um innerhalb des Teams Abstimmungen zu generieren. Daraus folgt, dass die Produktivität pro zusätzlicher Arbeitskraft durch diesen Mehraufwand sinkt und sich ab einer gewissen Mitarbeiterzahl die Fertigstellungsdauer erhöht [Bro95, S. 18]. Die Abschätzung der Produktivität eines Entwicklungsteams in Abhängigkeit von der Anzahl der im Projektteam involvierten Mitarbeiter ist

damit ein weiteres im Rahmen der Aufwandsschätzung zu lösendes Problem. Es sollte deshalb im Unternehmen der Versuch unternommen werden, an Erfahrungswerten möglichst zur „optimalen“ Teamgröße zu gelangen, die der Aufwandsschätzung zugrunde gelegt werden kann.

#### 4.8.4 Rückwirkungen auf die Aufwandsschätzung bei Überschreitung des Budgetrahmens

Aufwandsschätzungen sollten getrennt von unternehmenspolitischen Einflüssen wie bspw. der Preisvorstellung des Mandanten, durchgeführt werden. In Abbildung 4.18 auf Seite 69 ist der erste Durchlauf des Schätzprozesses in der Phase (1) zu finden. Abbildung 4.18 charakterisiert im Wesentlichen die Unterscheidung zwischen der internen Sichtweise (Phase (1)) und der externen Sichtweise, dem Vertrieb, mit der Phase (2).

Ziel der Phase (1) ist die Ermittlung des realistischen Aufwands zur Durchführung des Projekts. Nachdem festgelegt wurde, mit welchem Schätzverfahren geschätzt wird (1.1), werden die Aktivitäten, die für die Erstellung des Produkts notwendig sind, identifiziert (1.2). Nachdem geeignete Maßnahmen zur Risikoreduktion durchgeführt wurden (1.3, 1.5), wird die Schätzung für den Produktumfang ermittelt (1.4). Im Anschluss wird durch die Ressourcenplanung (1.6), die die Personalplanung beinhaltet und somit den Soll-Aufwand I (Planpreis) als Ergebnis hat (1.7), vorgenommen.

Falls der Soll-Aufwand aus der I. Iteration den z.B. vom Vertrieb geplanten Budgetrahmen für das Softwareprojekt überschreiten sollte (2.1), darf unter keinen Umständen ausschließlich der Aufwandsbetrag an die Vorstellungen des Mandanten angepasst werden. Dies ist eine Fehlerquelle, die zum Vertragsabschluss führen kann, jedoch im Laufe des Projekts zu Budgetüberschreitungen zu Lasten des Dienstleisters geht. Deshalb müssen in einem zweiten Durchlauf des Schätzprozesses Maßnahmen ergriffen werden, die zu einer Reduktion des Projektumfangs führen. Diese sind in der Phase (2) dargestellt.

Die Reduktion kann primär durch einen weiteren Risikotransfer (2.2), die Beseitigung von Unsicherheiten in den Anforderungen, deren Priorisierung (2.3) und durch eine erneute Ressourcenplanung (2.4), in der bspw. die Personalplanung optimiert wird, erreicht werden. Sofern der Aufwand nach dieser Optimierung noch nicht in dem Budgetrahmen liegt, sollten erst die weiteren Maßnahmen der Gewinn- (2.5) und Funktionsreduktion (2.6) realisiert werden. Wenn die letztgenannten Tätigkeiten durchgeführt werden müssen, nehmen der Mandant und der Dienstleister Abstriche in ihren Projektzielen in Kauf. Diese Maßnahmen sollten nur als letztes Mittel eingesetzt werden. Durch die Verminderung von Gewinnspannen und Anforderungen besteht die Gefahr, dass im Laufe der Projektarbeit ggf. Fehlentscheidungen bei den Reduzierungsmaßnahmen entdeckt werden, denen durch schleichenden Funktionszuwachs seitens des Mandanten durch Anforderungsänderungen entgegengewirkt wird. Dies birgt die Gefahr, dass der Budgetrahmen zu Lasten des Dienstleisters überschritten wird. Es müssen im Vorwege Vorkehrungen zur Verhinderung einer derartigen unerwünschten Entwicklung eingeleitet werden (2.7). Das Ergebnis der (2). Phase ist der Soll-Aufwand II (2.8), der als Basis für den Angebotspreis dient.

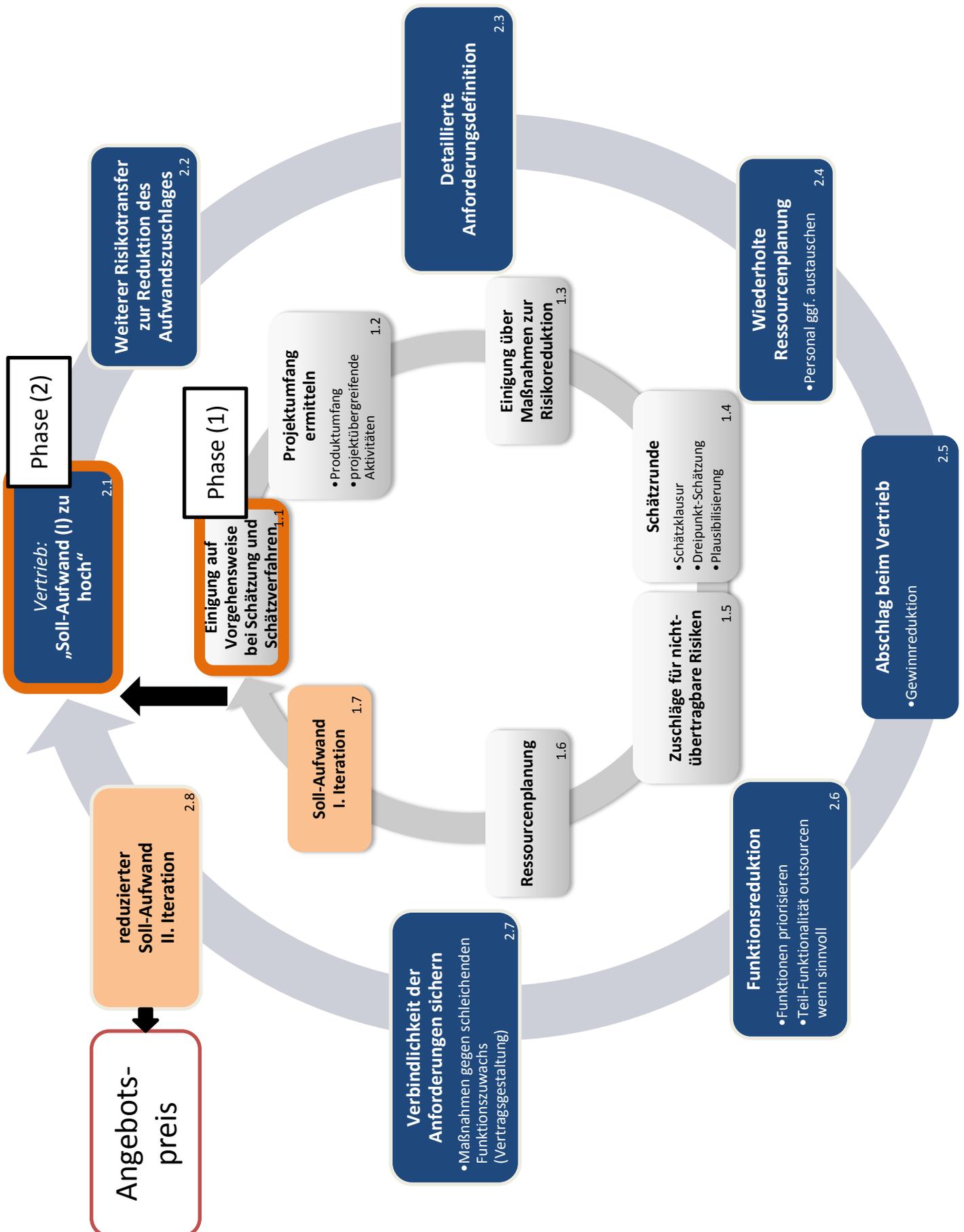


Abbildung 4.18: Iterative Aufwandsschätzung und -kalkulation (eigene Darstellung)

**Empfehlung für das Vorgehensmodell Nr. 12 (Rückkopplungsprozesse).**

1. Während der Planungsphase können Informationen rückwirkend Einfluss auf die Aufwandsschätzung haben. Dazu gehören:
  - Die Produktivität des Entwicklungsteams.
  - Maßnahmen, die ergriffen wurden, damit Rahmenbedingungen wie Termine eingehalten werden.
  - Identifikation neuer Risiken.
  - Alternative Pläne/Termine, die ggf. zu Kosteneinsparungen führen könnten.
2. *Hinweis im Planungsprozess:* Der Einsatz einer Vielzahl von Entwicklern verkürzt nicht zwangsläufig die Projektdauer, sondern kann ggf. durch den höheren Kommunikationsaufwand dazu führen, dass die Projektlaufzeit sich noch weiter erhöht.
3. Trotz der Trennung der Projektaktivitäten Planung (Schätzung) und Verhandlung (Vertrieb) ist eine Rückkopplung zwischen diesen Projektaktivitäten notwendig, muss jedoch strukturiert mithilfe eines gelenkten Prozesses stattfinden (siehe Abbildung 4.18).

## 4.9 Die Rolle des Managements für die Zuverlässigkeit der Aufwandsschätzung

### 4.9.1 Rolle des Projektmanagements

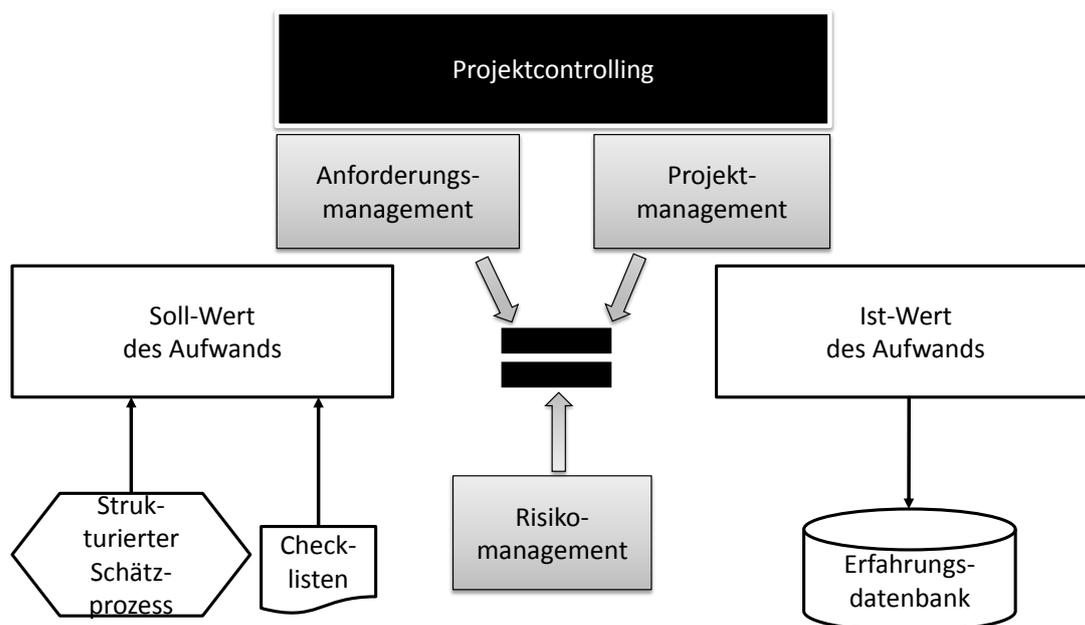
Durch die zahlreichen Veröffentlichungen in der Literatur insbesondere zu den modellbasierten Schätzverfahren wird der Eindruck vermittelt, dass einzig eine möglichst zutreffende initiale Aufwandsschätzung für das Gelingen eines Projekts sowie für die Einhaltung des Budgetrahmens maßgeblich ist. Die Schuldzuweisung für Budgetüberschreitungen wird häufig auf Fehler in der initialen Schätzphase zurückgeführt. Die vermeintlich genaueste, computergestützte und objektivierte Aufwandsschätzung ist jedoch keine Garantie dafür, dass das Schätzergebnis nach Abschluss der Projektarbeiten tatsächlich erzielt wird.

Das Scheitern von Projekten ist häufig auf ein mangelhaftes Projektmanagement zurückzuführen [EK08, S. 88]. Diese Projektrolle hat einen großen Einfluss auf die verbrauchten Aufwände in einem Projekt, deren Aufgabe darin besteht, die Ressourcen zu akquirieren und bei Abweichungen einzugreifen. Die fortlaufende projektbegleitende Betrachtung der Faktoren, die nicht oder schwer messbar sind, dennoch in einem Projekt auftreten, ist essentiell, damit eine Aufwandsschätzung nicht nur am Projektstart präzise „auf zwei-Nachkommastellen genau“ ist, sondern der geschätzte Aufwandsbetrag am Projektende auch eingehalten wird. Das Scheitern von Projekten durch Budgetüberschreitungen sollte nicht nur auf eine unpräzise Schätzung zurückgeführt werden, sondern auch auf ein mangelndes Bewusstsein für die Bedeutung des Projektmanagements sowie auf die Kontrolle und Lenkung der Projekte.

**Verminderung von NEF (9) – führungsschwaches Projektmanagement/ schlechte Projektplanung**

Den Soll-Aufwand mit hinreichender Sicherheit zu schätzen gelingt mit den zur Verfügung stehenden Schätzverfahren. Die Schätzung kann unter den Annahmen, die getroffen wurden, genau sein. Die getroffenen Annahmen treten jedoch nur unter idealen Bedingungen und somit in der Praxis selten ein. Faktoren wie externe (Lieferanten-)Abhängigkeiten, Änderungswünsche des Mandanten, soziale Faktoren wie Arbeitsunzufriedenheit und damit sinkende Arbeitsleistung oder Krankheitsfälle sind Risikofaktoren, die schwer quantifizierbar bzw. messbar sind, jedoch den Projekterfolg maßgeblich beeinflussen. Dies kann die Gefahr in sich bergen, dass die initiale Schätzung unter der Annahme, dass keine Risiken eintreten, genau berechnet wurde, trotzdem nicht zuverlässig ist und der tatsächliche Ist-Aufwand am Projektende höher ausfällt. Nur ausgereifte Gegenmaßnahmen des Projektmanagements und Vorbereitungen können gewährleisten, dass der geschätzte Aufwand zuverlässig ist und am Projektende nicht signifikant überschritten wird. Die Sicherstellung, dass die initiale Aufwandsschätzung eingehalten wird, kann durch Vertragsmodelle oder durch ein führungsstarkes Projektmanagement erfolgen, das „hinter seinem Team steht“ und für die projektbegleitende Einhaltung der ursprünglichen Aufwandsschätzung durch erforderliche Gegensteuerungsmaßnahmen sorgt. Dabei hat das Projektmanagement die Aufgabe, den tatsächlichen Nutzen und die Risiken des Projekts offenzulegen und damit die „Realität“ aufzuzeigen, auch wenn sich dadurch Konflikte mit dem Top-Management ergeben können [INT13g].

Die Schätzzuverlässigkeit und der Erfolg von Projekten ist nicht nur eine Aufgabenstellung für den Aufwandsschätzer, sondern auch eine Aufgabe des Projektmanagements. Dies sollte sowohl im Schätzprozess als auch in der Forschung stärker in den Fokus für das Gelingen eines Projekts gerückt werden [LP95, S. 133], [MPÖ08, S. 62], [TMJ11, S. 233]. Eine Aufwandsschätzung kann nur so genau und zuverlässig sein, wie es dem Projektmanagement nach der Schätzung durch geeignete Maßnahmen gelingt, dass der tatsächliche Ist-Aufwand am Projektende dem initialen Schätzwert entspricht. Abbildung 4.19 stellt die Bedeutung dieser Managementaufgabe für die Zuverlässigkeit der Aufwandsschätzung grafisch dar.



**Abbildung 4.19:** Die Auswirkungen der projektbegleitenden Aufwandsschätzung durch die Managementrollen auf die Schätzzuverlässigkeit (*eigene Darstellung*)

Der Konus der Unsicherheit ist zu Projektbeginn sehr groß und sollte im Laufe des Projekts enger werden (siehe Anhang A.2). Ungeregelte Entwicklungsprozesse tragen hierzu allerdings nicht bei und auch eine strukturierte Expertenschätzung kann diesen Einfluss nicht beseitigen [Sch13, S. 17].

S. McConnel schreibt dazu: „*Erwarten Sie nicht, dass Sie Ihre Schätzungen in einem chaotischen Projekt durch bessere Schätzmethoden verbessern können! Beseitigen Sie erst das Chaos in der Entwicklung, bevor Sie die Schätzvorgehensweise verbessern!*“ [MHK06, S. 74].

**Empfehlung für das Vorgehensmodell Nr. 13 (Projektmanagement).**

Projektplanung und -durchführung müssen einem standardisierten, separaten Prozess entsprechen und klare Verantwortlichkeiten müssen für die Einhaltung der Aufwandsschätzung zugeordnet werden.

## 4.9.2 Sicherstellung der Verbindlichkeit der Anforderungen

### (1) Schleichender Funktionszuwachs

Ein Hauptproblem für mangelnde Schätzzuverlässigkeit ist der schleichende Funktionszuwachs (*engl. requirements creeping*). Dieser kann verschiedene Ursachen haben. Eine Ursache sind unklare Anforderungen zu Beginn des Projekts. Der Mandant sieht die Folgen daraus häufig nicht als Änderung der Anforderungen an, sondern als „Spezifikation“ [Jon01, S. 22].

**Verminderung von NEF (8) – Schlechte/unvollständige/nicht verstandene Anforderungen.**

Um diesem Projektproblem entgegenzuwirken müssen entweder durch Workshops und Analysen Anforderungen klar herausgearbeitet oder es muss eine agile Vorgehensweise mit entsprechender Vertragsgestaltung ausgehandelt werden. Bei einem Festpreisvertrag muss ein systematisches Änderungsmanagement dafür Sorge tragen, dass der Mandant bei Änderungswünschen die Konsequenzen auf den Projektverlauf und ggf. das Projektbudget versteht [TMJ11, S. 238]. Insbesondere mangelnde Kommunikation und Koordination mit dem Mandanten sind Gründe für den schleichenden Funktionszuwachs [Sch13, S. 16ff]. Konsequenzen aus dem Wunsch des Mandanten nach neuen Funktionalitäten oder Funktionsänderungen müssen deshalb zuvor vertraglich als Gestaltung eines neuen Auftrages definiert oder es muss für das Softwareprojekt das Modell des „agilen Festpreises“ gewählt werden [Oes06].

Trotz neuer Anforderungen kann die initiale Aufwandsschätzung nicht mehr verändert werden. Es ist deshalb von Bedeutung, Projektabweichungen sorgfältig zu dokumentieren, sodass die Nachkalkulation keine unzutreffenden Ergebnisse für die spätere Ursachenanalyse liefert (siehe 4.11 Erfahrungsdatensammlung zur Verbesserung der Schätzqualität, Seite 77). C. Jones beziffert den schleichenden Funktionszuwachs auf ca. 2% im Monat, im Gesamtprojekt auf durchschnittlich 12% [Jon01, S. 14], [Jon06, S. 5]. Das kontinuierliche Projektcontrolling und die Durchführung von wiederholten Aufwandsschätzungen sorgen für Transparenz über den Projektfortschritt und -umfang, sodass der schleichende Funktionsumfang durch Kommunikation oder Verhandlungen unter Kontrolle gehalten werden kann [BF00, S. 26]. Andernfalls muss dieser mögliche Zusatzaufwand in die initiale Aufwandsschätzung bereits mit einbezogen werden.

## (2) Subjektive Erfolgsfaktoren für den Projekterfolg

Eine Budgetüberschreitung lässt sich nicht nur auf eine fehlerhafte initiale Aufwandsschätzung oder auf Änderungswünsche des Mandanten zurückführen, sondern die Gründe für einen zu hohen Ist-Aufwand durch schleichenden Funktionszuwachs können auch im Entwicklungsteam begründet sein. Entwickler neigen dazu, Funktionalitäten immer weiter bis zur „Perfektion“ zu entwickeln, damit nach ihrem Empfinden das Projekt erfolgreich beendet wird. Die Kosteneinhaltung ist kein primäres Ziel für den subjektiven Projekterfolg aus der Sicht des Entwicklers. Die Softwareentwickler fügen oftmals mehr Funktionen hinzu als von der Anforderungsdefinition gefordert, um den Anwenderwünschen gerecht zu werden und um eine hohe Qualität der Software sicherzustellen. Dies ist besonders problematisch, wenn die Entwickler Vorort beim Mandanten entwickeln und mit diesen in direktem Kontakt stehen, die Projektleitung jedoch über die Änderungen nicht informiert wird.

*N. Agarwal* und *U. Rathod* haben in einer Untersuchung Kriterien, die den Projekterfolg maßgeblich bestimmen, aus der Sicht des Projektmanagements und der Entwickler ermittelt [AE05]. Ein Ergebnis ist, dass beide Projektbeteiligte den Aufwand und die Aufwandseinhaltung als unbedeutenden Erfolgsfaktor für ein Projekt ansehen [AR06, S. 368]. Kosten, Zeit und Funktionalität sind wichtige Kriterien, um die Performance eines Projekts zu messen. Der subjektive Projekterfolg aus der Sicht des Mandanten wird nicht vorwiegend an den Kosten oder an der Termineinhaltung bemessen, sondern ist vor allem durch die umgesetzten Funktionalitäten und durch die Qualität der Software bestimmt [AR06, S. 360]. Wenn die Termin- oder Kosteneinhaltung den Projekterfolg bestimmen soll, tendierten in einem Experiment die Projektbeteiligten dazu, den zeitlichen Faktor als Erfolgskriterium anzusehen [AR06, S. 366].

Das Verhalten der Entwickler kann durch die Betrachtung des Kano-Modells erklärt werden (siehe Anhang A.3 Kano Modell). Hierbei zählen vor allem die bewusst vom Mandanten geäußerten Ziele wie Anforderungen und Rahmenbedingungen zu den Basisfaktoren. Zu den „Begeisterungsfaktoren“ zählen für den Auftraggeber vor allem die Implementierung zusätzlicher Funktionen. Dies hebt beim Entwickler die Motivation, diese zusätzlich – d.h. ohne vorherige aufwandsmäßige Einplanung – umzusetzen. Somit wird die Hypothese gestützt, dass Budgetüberschreitungen nicht nur auf externe, nicht beherrschbare Ereignisse und Abhängigkeiten zurückzuführen sind, sondern ebenfalls interne Rollen und Ansichten dazu beitragen können. Die Aufgabe des Projektmanagements liegt somit nicht nur in der Kontrolle und in dem Umgang mit externen Anforderungsänderungen, sondern sollte sich auch damit befassen, dass der schleichende Funktionszuwachs nicht durch die eigenen Mitarbeiter vorangetrieben wird und die ursprünglich definierten Rahmenbedingungen eingehalten werden [AR06, S. 369].

### **Empfehlung für das Vorgehensmodell Nr. 14 (Änderungsanforderungen).**

Die Ursachen für Änderungswünsche müssen identifiziert und die Konsequenzen auf den Projektverlauf an den Mandanten sowie an das Entwicklungsteam kommuniziert werden.

### 4.9.3 Die Unzulänglichkeiten des Projektmanagements: Die vermeintliche Punktlandung

„*Work expands so as to fill the time available for its completion.*“

Parkinson'sches Gesetz [Par55, S. 635]

Die Arbeit und Rolle des Projektmanagements darf nicht allgemeingültig als ausschlaggebend für die Einhaltung des Budgetrahmens angesehen werden. Die Vorgehensweise, mit welchen Maßnahmen diese Ziele erreicht werden, sollte ebenso kritisch hinterfragt werden. Das Parkinson'sche Gesetz (*engl. parkinson's law*), formuliert von *C. Northcote Parkinson*, besagt, dass der Budget- und Zeitrahmen für die Entwicklung eines Produkts voll ausgeschöpft wird, obwohl die Fertigstellung der definierten Anforderungen bereits früher und kostengünstiger abgeschlossen sein könnte. Wenn das Projektmanagement von einer „Punktlandung“ ihrer Aufwandsschätzung spricht, bedeutet dieses nicht zwangsläufig, dass die initiale Schätzung genau war sowie diese die ursprünglichen Anforderungen und die Projektplanung widerspiegelt, sondern dass ggf. auch Maßnahmen ergriffen wurden, damit das Budget eingehalten wurde. Wenn das Projektbudget nicht durch die geplanten Aktivitäten ausgeschöpft werden sollte, so brauchen die Mitarbeiter des Dienstleisters dieses häufig durch die Lieferung von Zusatzleistungen oder schlimmstenfalls durch Arbeitsverlangsamung auf.

Droht das Projekt den Budgetrahmen zu überschreiten, greift das Projektmanagement durch Funktionskürzungen ein und nimmt ggf. Qualitätseinbußen in Kauf. Sollte dieses nicht möglich sein, wird Druck auf das Entwicklungsteam ausgeübt, was sich in unbezahlten Überstunden äußern kann [JS01, S. 4ff]. Eine Studie zeigt, dass es abhängig von der Projektpriorität zu Budgetüberschreitungen oder zu Qualitätseinbußen kommen kann. Wird ein hoher Wert auf die Kosteneinhaltung gelegt, so bestehen die Maßnahmen zur Budgeteinhaltung darin, die Funktionalität oder die Qualität zu reduzieren. Liegt die Priorität auf der Einhaltung der Anforderungen, tendieren die Projekte dazu, den Budgetrahmen zu überschreiten [JS01, S. 13]. Eine zuverlässige und insbesondere *belastbare* Aufwandsschätzung zeichnet sich somit nicht nur durch die Einhaltung des Budgetrahmens aus, sondern vor allem durch ein effizientes Ressourcen-, Änderungs- und Risikomanagement, welches für die Einhaltung der geforderten Leistungen Sorge trägt [JM03, S. 13].

### 4.9.4 Planerische Tätigkeiten: Abhängigkeiten zu anderen Projekten analysieren

Zur Projektplanung gehören nicht nur die Ressourcenplanung (siehe 4.8.2 Trennung von Aufwandsschätzung und Ressourcenplanung, Seite 66) und die Risikoanalyse (siehe 4.6 Hinreichende Risikoberücksichtigung in der Aufwandsschätzung, Seite 57), sondern es müssen Abhängigkeiten zwischen weiteren Projekten untersucht werden, denn nicht selten werden mehrere Projekte bei einem Mandanten zeitgleich durchgeführt.

Eine Untersuchung hat ergeben, dass die Abhängigkeiten von einzelnen Projekten zu anderen Projekten in der Aufwandsschätzung kaum beachtet werden [MPÖ08, S. 66]. Projekte können sich an ihren Schnittstellen und die betroffenen Organisationseinheiten gegenseitig positiv als auch negativ beeinflussen, was in der Projektplanung und somit bei der Aufwandsschätzung beachtet werden muss. Aktivitäten, die in mehreren Projekten auftreten, jedoch nur einmalig

abgearbeitet werden müssen (bspw. die Erstellung einer Schnittstelle zur Integration in das bestehende Anwendungssystem), reduzieren den Aufwand für die betroffenen Folgeprojekte. Dieser gewonnene Puffer kann als Gewinnspanne für den Dienstleister oder als zusätzliches Leistungsangebot an den Mandanten genutzt werden und würde nach dem Kano-Modell den „Begeisterungsfaktor“ für den Auftraggeber erhöhen [INT13i].

Negativ wirkt sich hingegen die Mitarbeit eines Entwicklers in mehreren Projekten aus. Die Verfügbarkeit des betroffenen Entwicklers und somit die Produktivität des Entwicklungsteams kann dadurch nicht exakt bestimmt werden, weil die Produktivität nicht vorhersehbaren Schwankungen unterliegt. Ein Hilfsmittel, mit dem diese Abhängigkeiten zwischen Projekten identifiziert werden können, stellt das Projektportfolio zur Verfügung. Die positiven Abhängigkeiten zwischen den Projekten können zur Vertragsgestaltung sowie zur Steigerung der Kundenzufriedenheit beitragen. Die negativen Abhängigkeiten können identifiziert und in der Aufwandsschätzung aufwandserhöhend verarbeitet werden.

### **Empfehlung für das Vorgehensmodell Nr. 15 (Projektabhängigkeiten).**

Abhängigkeiten zu anderen Projekten können sich negativ sowie positiv auf den Aufwandsbeitrag auswirken und sollten bei der Projektplanung mit beachtet werden.

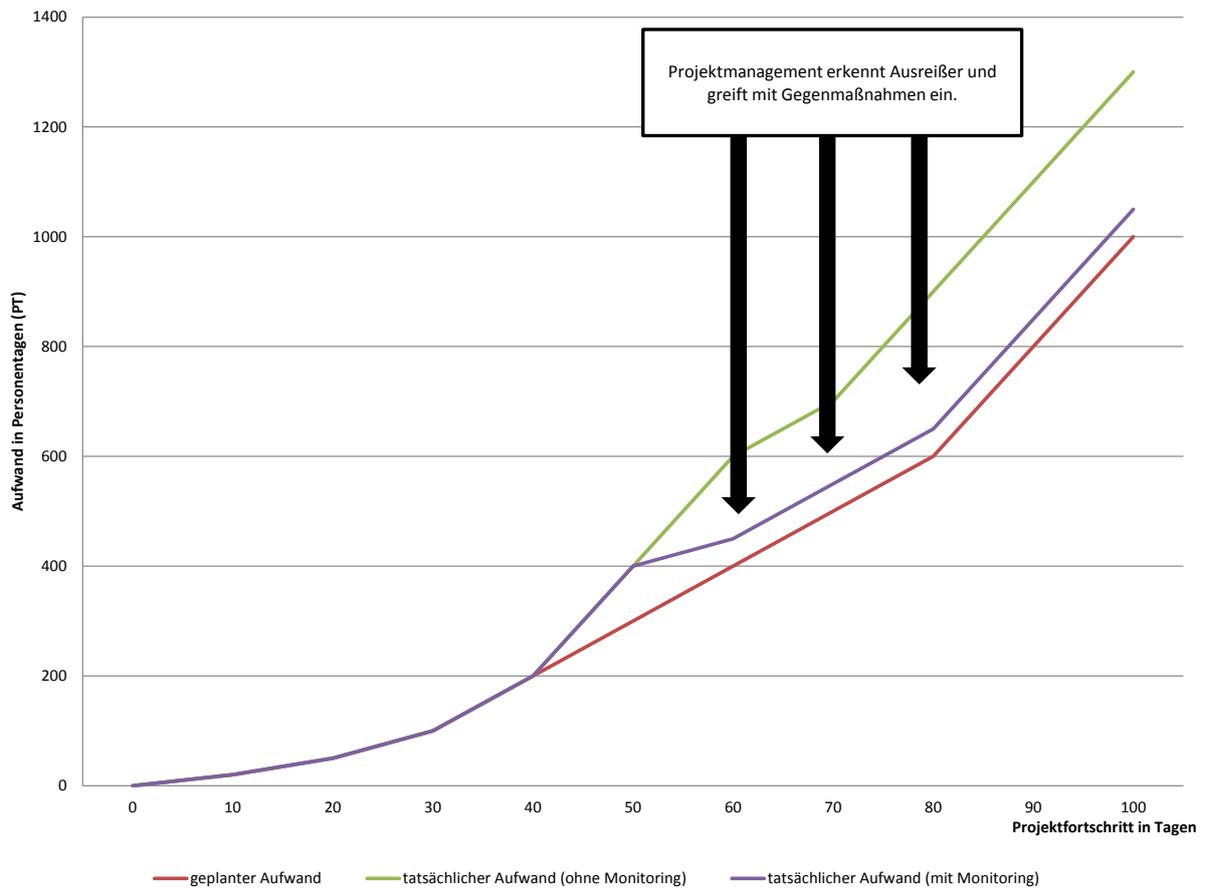
## 4.10 Kontrolle von Projekten zur Gewährleistung der Schätzzuverlässigkeit

Abbildung 3.3 auf Seite 20 deutet an, dass die Aufwandsschätzung nicht nur einmalig stattfindet (1), sondern wiederholt im Projektverlauf durchgeführt werden muss (2a, 2b, 2c), damit die Schätzzuverlässigkeit gegeben ist.

### **Verminderung von NEF (12) – Keine formale Kostenkontrolle**

Die Projektfortschrittskontrolle (*engl. monitoring*) findet in der Software-Engineering-Literatur recht wenig Beachtung [Jon06, S. 6]. Die laufende aufwandsmäßige Kontrolle hat eine Warnfunktion, wenn bei dem Projekt die große Gefahr droht, dass der sich realisierende Ist-Aufwand während des Projektfortschritts den Soll-Aufwand in der betreffenden Projektphase erheblich überschreitet und der Gesamterfolg des Projekts gefährdet ist. In diesem Fall können ggf. noch rechtzeitig Gegenmaßnahmen ergriffen werden, um das Projekt nicht scheitern zu lassen [INT13c]. Zusätzlich fördert die Projektfortschrittskontrolle die Transparenz. Sie sollte deshalb kontinuierlich betrieben werden [BF00, S. 27]. Die Auswirkung einer fortwährenden Projektkontrolle und die Auswirkung von Gegenmaßnahmen durch eine Projektleitung wird durch Abbildung 4.20 auf Seite 76 veranschaulicht.

*H. Plewan* empfiehlt in Anlehnung an „*daily scrum*“ aus SCRUM [OW08, S. 183] ein regelmäßiges, wöchentliches Team-Treffen, sodass Informationen über den Status der Aufgaben und den Restaufwand ausgetauscht werden können. Dieser Prozess wird *Mikroschätzung* genannt [Ple06, S. 16]. Das regelmäßige Treffen hat einen positiven Einfluss auf die Motivation des Teams, insbesondere wenn das Team neu formiert wurde und sich die Mitarbeiter untereinander nicht



**Abbildung 4.20:** Eingriffe des Projektmanagements nach einer Projektfortschrittskontrolle (*eigene Darstellung*)

kennen und unerfahren sind [OW08, S. 183]. Aus den Ergebnissen der Team-Treffen kann die Projektleitung eine *Makroschätzung* ableiten und das Ergebnis mit den Annahmen der initialen Aufwandsschätzung vergleichen, um ggf. Gegenmaßnahmen zur Lenkung des Projekts herbeizuführen [Ple06, S. 16].

#### Empfehlung für das Vorgehensmodell Nr. 16 (Fortschrittskontrolle).

1. Es muss eine Verantwortlichkeit für die laufende Kontrolle der laufenden Projektkosten festgelegt werden.
2. Abweichungen beim aktuell realisierten Projektaufwand gegenüber dem bis zu diesem Zeitpunkt geschätzten Aufwand müssen an das Projektmanagement kommuniziert werden, damit ggf. bei drohenden Budgetüberschreitungen frühzeitig Gegenmaßnahmen ergriffen werden können.
3. Zu den Abweichungen gehören:
  - a) Anforderungsänderungen auf Seiten des Mandanten sowie des Entwicklers aufgrund neuer Erkenntnisse,
  - b) Änderungen der Prioritäten der Softwarekomponenten,
  - c) Änderungen bei der Ressourcenverfügbarkeit (Personal, Material),
  - d) entscheidende neue Erkenntnisse in der Komplexität und im Umfang des Projekts.

## 4.11 Erfahrungsdatensammlung zur Verbesserung der Schätzqualität

### 4.11.1 Gründe für die Dokumentation

#### (1) Erfahrungssammlung und damit verbundene Chancen

Ein Projekt sollte durch eine Feedbackrunde und durch die Erfahrungsdatensicherungen abgeschlossen werden. Der Dokumentation und Sicherung von historischen Daten aus abgeschlossenen Projekten sollte eine hohe Priorität zugeordnet sein. Je besser die Aufwandsschätzung dokumentiert wird, desto größer ist die Chance, in Zukunft nutzbare Erfahrungen im Schätzen zu erwerben und neues Wissen zu generieren.

Darüber hinaus ist die Erfahrungssicherung dahingehend bedeutend, dass die Gefahr des Verlusts des Schätz- und Domänenwissens besteht, wenn ein Experte das Unternehmen verlässt [BF00, S. 38]. Es ist nötig, das Wissen über neue Kostentreiber, Risiken und verbesserte Vorgehensweisen in der Organisation zu kommunizieren, um ein einheitliches, standardisiertes Schätzverfahren zu etablieren. Die Relevanz der Erfahrungssicherung wird durch das Reifegradmodell CMMI verdeutlicht. Das Verfahren der Dokumentation von Projektdaten wird der Stufe 2 zugeordnet, in dessen Rahmen die Dokumentation von Projektplanung, Produktgröße, Aufwands- und Terminalschätzungen nach einem definierten Verfahren erfolgt. Auf der Stufe 3 wird für eine genaue Projektschätzung eine Erfahrungsdatenbank gefordert [Sei03, S. 27]. Produktivitätsanalysen aus vergangenen Projekten können als Referenz für unternehmenspolitische Diskussionen dienen und bspw. bei zu optimistischer Einschätzung der Produktivität eines Entwicklungsteams durch das Projektmanagement diesem Effekt entgegenwirken [MHK06, S. 129].

#### (2) Feedbackrunden in Gruppendiskussionen durchführen

Aufwandsschätzer benötigen, damit sie ihre Prognosen verbessern können, Informationen, die unter Umständen außerhalb ihrer Zugänglichkeit liegen. Diese Informationen und der Lerneffekt werden durch ein Feedback gefördert [BW94, S. 22]. Nicht der Vergleich der Aufwandsgrößen (Soll-Ist-Vergleich) ist relevant für die Verbesserung des Expertenwissens, da diese Werte alleinstehend keine Aussagekraft haben und für den Schätzer deshalb wenig hilfreich sind [Jar11, S. 8]. Die Beurteilung der Schätzgenauigkeit sollte eine zentrale Rolle bei einer Feedbackrunde spielen mit dem Ziel, Inkonsistenzen und die Subjektivität des Schätzers zu reduzieren [Har01, S. 63], [Jør04, S. 54].

**Verminderung von NEF (6) – Keine Evaluierung/kein Feedback der Schätzung.**

Es sollte ein aufgabenorientiertes Feedback gegeben werden, damit das Verständnis von Zusammenhängen und Ereignissen im Projekt sowie die Analyse der Gründe für vergessene Aktivitäten oder für nicht berücksichtigte Risiken gefördert wird. Auch das Erkennen der Konsequenzen für die Aufwandsschätzung durch Änderungen, die sich während des Projekts ergeben haben, trägt zu einer langfristigen Verbesserung der Schätzqualität bei, denn wiederholte Aufwandsschätzungen im Projektverlauf deuten darauf hin, dass nicht geplante Anforderungsänderungen, veränderte Projektprioritäten, eingetretene Risiken oder die unvorhersehbare Komplexität der Aufgabenstellung zu einer Schätzungenauigkeit in der initialen Aufwandsschätzung führten [Jør05, S. 61]. Die kritische Reflexion ist hilfreich, um kognitive Prozesse zu identifizieren, Maßnahmen für künftige

Projekte abzuleiten und durch Lernen sowie Ableitung von Analogien den Erfahrungsschatz zu erweitern [MS11, S. 83]. Durch organisatorische Veränderungen, neue Erkenntnisse und Erfahrungen aus vergangenen Projekten besteht darüber hinaus der Bedarf, die Checklisten, welche zur Unterstützung des Schätzprozesses dienen, regelmäßig auf den aktuellen Stand zu halten. Dies erfordert auch einen Verantwortlichen für diese Tätigkeit.

Es ist von Bedeutung, dass das Feedback in einer Gruppendiskussion stattfindet. Aufwandschätzer, die ihre eigene Schätzung beurteilen müssen, vergleichen den initialen Schätzwert mit dem tatsächlichen Aufwand. Ein Mangel an Projektdokumentation kann dazu führen, dass der Schätzer seine Schätzgenauigkeit zu optimistisch betrachtet, weil sich z.B. die Auswirkungen von Projektrisiken und Aufwandstreibern im Projektverlauf zufällig ausgeglichen haben. Ein weiterer Grund für Gruppendiskussionen sind ggf. Schätzungen in der Projektinitialisierungsphase auf Basis unterschiedlicher Informationen. Die Wahl des initialen Schätzwerts, der zur Beurteilung der eigenen Schätzgenauigkeit herangezogen wird, fällt auf den Soll-Aufwand, der den geringsten Abstand zum späteren Ist-Aufwand aufweist. Es kann dabei zu einer Wahrnehmungsverzerrung kommen, wenn relevante Faktoren ausgeblendet werden, weil Menschen dazu tendieren, Gründe und Informationen zu suchen, die ihre Annahmen bestätigen und nicht widerlegen [Jar11, S. 9],[Har01, S. 63].

*M. Jørgensen* und *K. Moløkken* betonen, dass bei einer Feedbackrunde nicht nur Faktoren für eine ungenaue Schätzung zusammengetragen werden sollten, sondern auch diejenigen Faktoren, die dazu beigetragen haben, dass eine Schätzabweichung sehr gering ausgefallen ist. Es gilt diese Erfolgsfaktoren in weiterführenden Projekten bewusst herbeizuführen (siehe 4.2 Vorbereitende Maßnahmen vor Beginn der Aufwandsschätzung, Seite 29). Es sollten jedoch die Gründe für die Schätzerfolge kritisch hinterfragt werden, denn die Einhaltung des Projektbudgets muss nicht zwangsläufig das Ergebnis einer strukturierten Aufwandsschätzung sein, sondern kann das Ergebnis einer ausgereiften Managementstruktur sein. Eine zu schnelle Verallgemeinerung der Schätzerfolge würde zu Optimismus führen und den Faktor „Glück“ außer Acht lassen (bspw. können keinerlei Risiken im Projekt eingetreten, der Risikopuffer dennoch aufgezehrt sein) [JM03, S. 7].

#### **4.11.2 Mögliche Widerstände gegen den Aufbau einer Erfahrungsdatenbank**

*“What we learn from history is that people don't learn from history.”*

(George Bernard Shaw)

Empirische Untersuchungen haben ergeben, dass viele Organisationen den Aufbau und die Pflege von Erfahrungsdatenbanken sowie das strukturierte Feedback über das Projekt vernachlässigen [Har01, S. 75], [Jør04, S. 53], [MJ05, S. 106], [MS11, S. 82]. Die mangelnde Umsetzung und somit der Verzicht auf die Lerneffekte kann zu keiner Verbesserung der Expertenschätzung führen. Eine große Schwierigkeit bereitet dabei der Zeitfaktor. Das „Tagesgeschäft“ ist durch eine Vielzahl von Tätigkeiten und durch Zeitmangel geprägt, sodass der Dokumentationsaufwand vermieden wird [BF00, S. 19], [INT13c]. Jedoch ist für die Transformation des strategischen Wissens in explizites Wissen Zeit unabdingbar.

**Verminderung von NEF (7) – Keine Erfahrungsdatenbank vorhanden/benutzt**

Sich ändernde Anforderungen sowie ein Technologiewechsel erschweren den Vergleich und die Bewertung des aktuellen Projektaufwands mit dem initialen Schätzwert [MBF12, S. 1770]. Es besteht deshalb die Aufgabe, Abweichungen im Laufe des Projekts zu dokumentieren und später heranzuziehen, damit der Umfang sowie die Qualität der Software bzw. der Schätzobjekte zum Zeitpunkt der Schätzung und der Nachkalkulation vergleichbar sind [GJ06, S. 307].

Jedoch gestaltet sich die Auswahl von geeigneten Merkmalen für die Charakterisierung eines Projekts aus Sicht des Projektmanagements als schwierig, denn per Definition ist jedes Projekt einmalig [Ins04, S. 5]. Aus diesem Grunde fällt das Sammeln und Auswerten der Projektdaten in Organisationen schwer, denn jede Projektleitung kennt seine Projekte und die Rahmenbedingungen, die entscheidend die Aufwandsschätzung prägen. Für andere Mitarbeiter im Unternehmen ist dies oft nicht nachvollziehbar [INT13b], [INT13c], [INT13i]. Das Auffinden passender Analogien erfordert eine Vielzahl an Projekten, die erst auf längere Sicht zur Verfügung stehen und deshalb eine Grundskepsis gegenüber Erfahrungsdatenbanken hervorrufen [Str+07, S. 116].

**Verminderung von NEF (4) – Schätzung schwer nachvollziehbar/nicht dokumentiert.**

Psychologische Aspekte spielen bei der Nachkalkulation und Bewertung ebenfalls eine Rolle. Die objektive Betrachtung und Ermittlung der Gründe für Abweichungen ist essentiell, dennoch haben Eigeninteressen einen Einfluss, denn kein Schätzer möchte die Verantwortung für seine Fehleinschätzung eingestehen, weshalb das Lernen als „lästige“ Aufgabe empfunden wird [Jar11, S. 6]. Ein Lösungsansatz für dieses Problem wäre eine anonymisierte Erfahrungsdatenbank, sodass die Verantwortlichkeit für Fehleinschätzungen nicht nachvollzogen werden kann. Eine weitere Gefahr, die solch eine Erfahrungsdatenbank mit sich bringt, ist die Präsentation von Betriebs- und Geschäftsgeheimnissen, für den Fall, dass Daten nicht anonymisiert sind und der Zugang zu diesen nicht kontrollierbar ist.

### 4.11.3 Auswahl der projektbezogenen Eingabedaten für die Erfahrungsdatenbank

Nicht nur der Prozess, *wie* und mit welchen Hilfsmitteln – ob Datenbankapplikation oder Excel-Sheet – dokumentiert und gesichert werden soll, ist relevant, sondern auch *was*. Es sollten der Umfang und die Annahmen für die Aufwandsschätzung dokumentiert werden. Darüber hinaus muss die Spezifikation als Referenz zudem quantifizierbare Qualitätsmerkmale enthalten, um die Vergleichbarkeit mit anderen Projekten zu erleichtern [GJ06, S. 307]. Weitere Merkmale sind (in Anlehnung an [Jar11, S. 7])

- Name des Projekts, Beschreibung und Aktivitätenplan
- Projektstart
- initialer Schätzwert/-bereich
- tatsächliche Projektkosten
- Verteilung der Kosten über die Projektphasen
- Rahmenbedingungen, die Einfluss auf die Projektkosten hatten

- außergewöhnliche Annahmen/Bedingungen, die einen Einfluss auf den Aufwand hatten
  - (un-)bezahlte Überstunden
  - verwendetes Vorgehensmodell in der Entwicklung
  - projektübergreifende Aktivitäten
- Ressourcenplan
  - Abweichungen/Änderungen sowie deren Gründe und Gegenmaßnahmen
  - Empfehlungen für künftige Projekte

Der Einsatz von wenigen ausgewählten und aussagekräftigen Merkmalen eignet sich am Besten, um einer Informationsflut entgegenzuwirken.

### 4.11.4 Mögliche Formen für eine Erfahrungsdatenbank

Eine Projektdatenbank bzw. das Intranet können Hilfsmittel sein, die wesentliche Informationen über vergangene sowie aktuelle Projekte erfassen. Die gesammelten Datensätze können dazu dienen, die Top-down-Schätzung zu verbessern. Eine mögliche Projektdatenbank würde das PM-Werkzeug Artemis<sup>7</sup> zur Verfügung stellen, welches beispielhaft bei dem ehemaligen Softwareunternehmen 1822 S iNFORM, heute Finanz Informatik Solutions Plus GmbH<sup>8</sup>, umgesetzt wurde [Ple06, S. 11]. Auch können Excel-Vorlagen zur Dokumentation verwendet werden, welche mithilfe einer Datenbank in der Groupware-Anwendung Lotus Notes integriert werden können [PRS03, S. 29]. Diese Umsetzung wurde bei der Bausparkasse Schwäbisch Hall<sup>9</sup> durchgeführt.

### 4.11.5 Schlussfolgerung für die Einführung einer Erfahrungsdatenbank

Dokumentationen über Schätzungen zu sichern und unternehmensweit zur Verfügung zu stellen ist notwendig, um aus Erfahrungen aus der Vergangenheit für die Zukunft zu lernen und die Aufwandsschätzung kontinuierlich und langfristig zu verbessern. Die Kosten und der Nutzen einer Umsetzung der Erfahrungsdatenbank sollte zuvor unternehmensspezifisch evaluiert werden. In Abhängigkeit von der Unternehmensgröße, der Homogenität der Projekte und bereits etablierter Prozessstandards, um die Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Projekten zu gewährleisten, kann die Umsetzung einer Erfahrungsdatenbank sinnvoll sein. Der Umgang mit der strukturierten Expertenschätzung sowie das Bewusstsein für den langfristigen Mehrwert dieser Erfahrungsdatenbank können durch organisatorische Maßnahmen wie Schulungen unterstützt werden, denn die Schwierigkeit besteht darin, die Widerstände gegen den Mehraufwand zu reduzieren [Hal+12, S. 257].

---

<sup>7</sup>Artemis International Solutions Corporation, [www.aisc.com](http://www.aisc.com)

<sup>8</sup>Finanz Informatik Solutions Plus GmbH, [www.f-i-solutions-plus.de](http://www.f-i-solutions-plus.de)

<sup>9</sup>Bausparkasse Schwäbisch Hall AG, [www.schwaebisch-hall.de](http://www.schwaebisch-hall.de)

**Empfehlung für das Vorgehensmodell Nr. 17 (Erfahrungsdatenbank).**

1. Am Ende des Projekts muss zunächst eine informelle Feedbackrunde zum Austausch über den Projektverlauf durchgeführt werden.
2. Erfahrungen über Erfolge sowie Misserfolge während der Projektlaufzeit sind zu sammeln und die Ursachen zu ergründen.
3. Der Aufbau einer projektbezogenen Erfahrungsdatenbank für hinreichend homogene Softwareprojekte sollte vorangetrieben werden.
4. Die Eingabedaten sollten auf etwa 10 Merkmale begrenzt werden.
5. Zur Standardisierung sollte ein Eingabesheet entworfen werden, dass von der Projektleitung am Projektende ausgefüllt werden muss.
6. Anonymisierung der Eingabedaten, um personenbezogene Verantwortlichkeiten nicht identifizierbar zu machen.
7. Der Zugriff auf die Erfahrungsdatenbank muss auf die unternehmensinternen Aufwandschätzer beschränkt werden, um Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse zu wahren.
8. Schulungen der Aufwandschätzer im Umgang mit der Erfahrungsdatenbank sollten durchgeführt werden, insbesondere in der Auswertung der Projektdaten.

## 5 Fazit

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der Untersuchung zusammengefasst und kritisch betrachtet. Zum Abschluss wird ein Ausblick auf die künftigen Anforderungen in dem Bereich der Aufwandsschätzung für die Forschung gegeben.

### 5.1 Zusammenfassendes Ergebnis

In dieser Untersuchung wurde ein Vorgehensmodell für die strukturierte Expertenschätzung entworfen und ein ganzheitliches Bild über die Aufwandsschätzung vermittelt. Es wurden Wege und Methoden aufgezeigt, die Unzulänglichkeiten der unstrukturierten Expertenschätzung wie Subjektivität, unternehmenspolitische Einflüsse, Inkonsistenzen und Intransparenzen zu reduzieren. Die Strukturierung des Schätzprozesses dient dem Schätzer zur Absicherung, sodass er bei seiner Aufwandsschätzung keine wesentlichen Aspekte unberücksichtigt lässt und dafür zur Verantwortung gezogen werden kann. Ein Hilfsmittel, damit Tätigkeiten im Schätzprozess nicht übersehen werden, sind zum einen Checklisten, die Aktivitäten in Erinnerung rufen sowie zum anderen Gruppendiskussionen, die durch einen Perspektivenwechsel die Komplexität und Risiken eines Projekts besser hervorheben als dies bei einer Individualschätzung der Fall sein könnte. Eine Bereichsschätzung und die Berücksichtigung von Risiken im Projekt durch ein ausgereiftes Risikomanagement reduzieren die Gefahr, dass die naturgemäß vorhandenen Unsicherheiten in dem Projekt zu signifikanten Budgetüberschreitungen führen. Damit die Schätzzuverlässigkeit gewährleistet werden kann, wurden die Verantwortlichkeiten und Aufgaben von den Projektbeteiligten (Vertrieb, Entwicklung, Projektmanagement) voneinander abgegrenzt und ihre wechselseitigen

Abhängigkeiten explizit untersucht. Das Bewusstsein für den Faktor Mensch in der Expertenschätzung, für den Themenbereich Psychologie und die Bedeutung des Managements in der Aufwandsschätzung wurden in dieser Arbeit hervorgehoben. Die Etablierung eines strukturierten Schätzverfahrens in einer Organisation muss als ein längerfristiger Vorgang angesehen werden und unterliegt einem kontinuierlichem Verbesserungsprozess, der mit unternehmensinternen Widerständen verbunden ist.

## 5.2 Limitationen der Untersuchungsergebnisse

### (1) Einschränkungen in der Verwendbarkeit des Vorgehensmodells

Die in dieser Untersuchung vorgestellten Vorgehensmodelle zur Qualitätssicherung der Aufwandsschätzung in Form der Expertenschätzung haben keinen verbindlichen Charakter, sondern stellen eine Empfehlung und Richtlinie für die Schätzpraxis in einem mittelständischen Software- und Beratungsunternehmen dar. In Abhängigkeit von der Organisation, dem Projekttyp und der Projektgröße empfiehlt sich die Verwendung ausgewählter Aktivitäten des strukturierten Vorgehensmodells. Für kleinere Projekte muss der Aufwand, der für die Schätzung benötigt wird mit dem Nutzen, der zur Erzielung einer hohen Schätzgenauigkeit eintritt, abgewogen werden. Für einen Projektumfang von bspw. 50 PT, deren Anforderungen und Unsicherheiten überschaubar sind, rentiert sich eine ausgedehnte Aufwandsschätzung nicht [INT13i]. In diesem Fall wird die Dreipunkt-Schätzung und ein vereinfachtes Risikomanagement empfohlen. Je größer das Projekt wird, desto größer sind die Unsicherheiten, Risiken und somit die negativen Auswirkungen eines unpräzisen bzw. unstrukturierten Schätzprozesses. Für diese Fälle wird die Schätzgenauigkeit durch das Vorgehensmodell gefördert und Budgetabweichungen verringert. Dennoch sollte die Bedeutung der menschlichen Psyche, der bewusste Umgang mit diesem Faktor sowie dem Projektmanagement eine übergeordnete Rolle zugeordnet werden, denn diese Faktoren sind projektunabhängig. Schätzprozessverbesserungen können hierbei mit geringem Aufwand durchgesetzt werden.

Es können durch ein Vorgehensmodell niemals alle Unsicherheitsfaktoren beseitigt werden, denn naturgemäß ist jedes Projekt in der initialen Phase davon betroffen. Auch steht eine genaue Aufwandsschätzung immer im Konflikt mit der Unschärfe von Einflussfaktoren, die nicht messbar sind [Sch13, S. 15]. Ziel ist es, diese Unsicherheiten zu reduzieren, den Konus der Unsicherheit zu verkleinern und durch unterstützende Maßnahmen der Expertenschätzung zu möglichst zuverlässigen Schätzergebnissen zu verhelfen [Jør05, S. 58].

Faktoren wie die Fähigkeit der Organisation, die Prozesse zu etablieren und Lerneffekte unternehmensweit zu erzielen, haben Einfluss auf eine Schätzverbesserung. Es gilt nicht nur einen vorgehenden Prozess zu durchlaufen, sondern ein Bewusstsein für die Gründe der Entscheidungen bei der Aufwandsschätzung zu verstehen sowie die Gefahren menschlicher Unzulänglichkeiten im Schätzprozess durch geeignete Gegenmaßnahmen zu beherrschen [JM04, S. 999]. Eine genaue Aufwandsschätzung allein garantiert noch keinen wirtschaftlichen Erfolg eines Projekts, denn Standardisierung ist für sich allein genommen kein Universalwerkzeug, um organisatorische oder wirtschaftliche Misserfolge resultierend aus gescheiterten Projekten zu verhindern.

## (2) Problem der Einführung des strukturierten Vorgehensmodells im Unternehmen

Veränderungen in einem Unternehmen bedürfen einer ausgiebigen Analyse der unternehmerischen Bedürfnisse, um einen Prozess zu entwerfen, der möglichst einfach und ohne Widerstände umzusetzen ist [Cun+11, S. 93]. Mit der Vorstellung einer Prozessverbesserung zur Annäherung an eine bestimmte CMMI-Stufe ist die Professionalisierungsmaßnahme noch nicht abgeschlossen, denn der Prozess kann seine Möglichkeiten nur entfalten, wenn die beteiligten Personen berücksichtigt werden. Neue Organisationsstrukturen werden sich nicht selbst entwickeln und etablieren. Der Einbezug und die Vorbereitung der Betroffenen ist Voraussetzung für die erfolgreiche Einführung eines strukturierten und angewandten Aufwandsschätzprozesses in dem Software- und Beratungsunternehmen. Der Umgang mit neuen Werkzeugen kann bei der Einführung zu einem Produktivitätsverlust führen und die Folgen wären Akzeptanzprobleme [SS08, S. 43].

Die systematische Verbesserung muss durch die Weiterentwicklung und Verbreitung der Kompetenz im Bereich Aufwandsschätzung innerhalb des Unternehmens durch Schulungen und ggf. Zertifizierungen vorangetrieben werden, damit der Prozess nicht nur in dem Unternehmen etabliert, sondern „auch gelebt wird“ [INT13g], [Jør04, S. 55], [KJS05, S. 20].

## 5.3 Ausblick auf Lehre und Forschung im Bereich der Aufwandsschätzung

Im Rahmen von Vorlesungen zum Projektmanagement oder zum Software Engineering werden Studierende oftmals mit Messtechniken und –tools wie Function-Points konfrontiert. Dabei steht die Anwendung der Messtechnik und ihre Funktion im Vordergrund. Die ganzheitliche Betrachtung der Aufwandsschätzung z.B. mit ihren menschlichen Einflussfaktoren rückt dabei zu sehr in den Hintergrund. Der direkte Einsatz von Messtechniken wird in der Lehre dem Gebrauch eines prozessorientierten Ansatzes vorgezogen, was dazu führt, dass wichtige Aspekte, die zur Aufwandsschätzung und deren Zuverlässigkeit beitragen, missachtet werden [VA10, Kapitel 5], [Mac10, S. 379].

Der Fokus vieler Forschungsarbeiten liegt auf der Schätzung technischer Details des Produkts sowie auf der Entwicklung und Verbesserung bestehender Schätzmethode und –tools. Jedoch sind fehlgeschlagene Schätzungen oftmals auf organisatorische Probleme zurückzuführen, was die Bedeutung der ganzheitlichen Betrachtung des Schätzprozesses sowie die Zusammenarbeit von Forschern und Praktikern heraus stellt [MBF12, S. 1771]. Insbesondere wird im Zusammenhang mit der Expertenschätzung die Auseinandersetzung mit der menschlichen Psyche gefordert, denn *„viele Software-Engineering Forscher sind sehr Technik bezogen, allerdings ist es offensichtlich, dass Menschen die ausführenden Kräfte sind.“* [Mac10, S. 370]. Durch zahlreiche Studien, die von M. Jørgensen mit Praktikern durchgeführt wurden, ergaben sich viele neue Erkenntnisse, die z.T. den bisherigen Forschungserkenntnissen widersprechen, bspw. die weite Verbreitung der Expertenschätzung in der Praxis (siehe 1.1.3 Aufwandsschätzverfahren in Forschung und Praxis, Seite 2) [Jør07, S. 460]. Es wird deshalb gefordert das Verhalten von Praktikern in zukünftigen Forschungen zu untersuchen und Erkenntnisse aus der theoretischen Forschung auf die Software-Industrie zu übertragen [JS07, S. 40]. Ein möglicher weiterer Forschungsansatz,

der in der Praxis bisher noch kaum empirisch überprüft ist, ist das maschinelle Lernen mit neuronalen Netzwerken [LXG09].

Die möglichst genaue Aufwandsschätzung stellt im Gesamtbild ein nach wie vor ungelöstes Problem dar. Obwohl seit Jahrzehnten versucht wird, eine Lösung für diese Problematik zu entwickeln und verschiedene mögliche Schätzmethoden entworfen wurden, gibt es bis zum heutigen Zeitpunkt nicht die Methode, die unter jeder unternehmens- und projektspezifischen Bedingung genaueste Schätzergebnisse liefert.

---

## Literatur

- [AE05] ARANDA, J., EASTERBROOK, S.: „Anchoring and adjustment in software estimation“. In: *Proceedings of the 10th European software engineering conference held jointly with 13th ACM SIGSOFT international symposium on Foundations of software engineering*. ESEC/FSE-13. New York, USA: ACM, 2005, S. 346–355.
- [AR06] AGARWAL, N., RATHOD, U.: „Defining ‘success’ for software projects: An exploratory revelation“. In: *International journal of project management* 24.4 (2006), S. 358–370.
- [BE11] BUGLIONE, L., EBERT, C.: „Estimation Tools and Techniques“. In: *Software, IEEE* 28.3 (2011), S. 91–94.
- [Ber93] BERGER, C.: „Kano’s methods for understanding customer-defined quality“. In: *Center of Quality Management Journal* 2 (1993), S. 3–35.
- [BF00] BUNDSCHUH, M., FABRY, A.: *Aufwandschätzung von IT-Projekten. Zeit und Kosten von Anfang an im Griff haben; Planungssicherheit durch zuverlässige Schätzung; Function-Point und andere Methoden*. 1. Aufl. Bonn: MITP-Verl., 2000.
- [BH90] BLATTBERG, R. C., HOCH, S. J.: „Database models and managerial intuition: 50% model+ 50% manager“. In: *Management Science* 36.8 (1990), S. 887–899.
- [BMG05] BUEHLER, R., MESSERVEY, D., GRIFFIN, D.: „Collaborative planning and prediction: Does group discussion affect optimistic biases in time estimation?“ In: *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 97.1 (2005), S. 47–63.
- [Boe81] BOEHM, B. W.: *Software Engineering Economics*. Prentice Hall, 1981.
- [BP99] BUSBY, J., PAYNE, K.: „Issues of organisational behaviour in effort estimation for development projects“. In: *International Journal of Project Management* 17.5 (1999), S. 293–300.
- [Bro95] BROOKS, F.: *The Mythical Man-Month, Anniversary Edition: Essays On Software Engineering*. Pearson Education, 1995.
- [BW02] BRIAND, L. C., WIECZOREK, I.: „Resource estimation in software engineering“. In: *Encyclopedia of software engineering* (2002).
- [BW94] BOLGER, F., WRIGHT, G.: „Assessing the quality of expert judgment: Issues and analysis“. In: *Decision Support Systems* 11.1 (1994), S. 1–24.
- [CMM10] CMMI PRODUCT TEAM: *CMMI® for Development, Version 1.3*. Techn. Ber. Carnegie Mellon University, Nov. 2010. URL: <http://www.sei.cmu.edu/library/abstracts/reports/10tr033.cfm>.
- [Coh05] COHN, M.: *Agile Estimating and Planning*. Pearson Education, 2005.
- [Cun+11] CUNHA, J. C., CRUZ, S., COSTA, M., RODRIGUES, A. R., VIEIRA, M.: „Implementing Software Effort Estimation in a Medium-sized Company“. In: *35th Annual IEEE Software Engineering Workshop* (2011), S. 92–96.
- [DL03] DEMARCO, T., LISTER, T.: *Bärentango: Mit Risikomanagement Projekte zum Erfolg führen*. Carl Hanser Verlag, 2003.

- 
- [Dow08] DOWIE, U.: „Testaufwandsschätzung in der Softwareentwicklung: Modell der Einflussfaktoren und Methode zur organisationspezifischen Aufwandsschätzung“. Diss. Universität Stuttgart, 2008. URL: <http://elib.uni-stuttgart.de/opus/volltexte/2009/4636>.
- [Ebe08] EBERT, C.: *Systematisches Requirements-Engineering und Management: Anforderungen ermitteln, spezifizieren, analysieren und verwalten*. dpunkt-Verlag, Jan. 2008.
- [EK08] EL EMAM, K., KORU, A. G.: „A replicated survey of IT software project failures“. In: *Software, IEEE* 25.5 (2008), S. 84–90.
- [FA10] FISCHER, C., AIER, S.: „IT-Projektkostenschätzung — Ein pragmatischer Ansatz“. In: *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI 2010)*. Hrsg. von KOLBE, L., BREITNER, M. H., FRERICHS, A. Göttingen, 2010, S. 259–272.
- [Fis01] FISCHHOFF, B.: „Learning from experience: coping with hindsight bias and ambiguity“. In: *Principles of Forecasting: a handbook for researchers and practitioners*. Hrsg. von ARMSTRONG, S. J. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers, 2001, S. 543–554.
- [Fra+09] FRASER, S., BOEHM, B., ERDOGMUS, H., JØRGENSEN, M., RIFKIN, S., ROSS, M.: „The role of judgment in software estimation“. In: *Software Engineering-Companion Volume, 2009. ICSE-Companion 2009. 31st International Conference on*. IEEE, 2009, S. 13–17.
- [Fro08] FROHNHOFF, S.: *Betriebliche Informationssysteme – Aufwandschätzung und Projektkalkulation*. Nov. 2008. URL: [http://www.informatik.tu-darmstadt.de/uploads/media/05\\_BIS\\_Aufwandsschaetzung\\_Frohnhoff.pdf](http://www.informatik.tu-darmstadt.de/uploads/media/05_BIS_Aufwandsschaetzung_Frohnhoff.pdf).
- [Fro09] FROHNHOFF, S.: „Use Case points 3.0: Implementierung einer Use Case bezogenen Schätzmethode für das Software-Engineering betrieblicher Informationssysteme“. Diss. Universität Paderborn, 2009.
- [Gar99] GARTNER, P.: „Die Drei-Punkt-Schätzmethode zur Kalkulation des Projektaufwandes“. In: *Projektmanagement* 04 (1999), S. 33–37.
- [GJ06] GRIMSTAD, S., JØRGENSEN, M.: „Software effort estimation terminology: The tower of Babel“. In: *Information and Software Technology* 48.4 (2006), S. 302–310.
- [GJ07] GRIMSTAD, S., JØRGENSEN, M.: „Inconsistency of expert judgment-based estimates of software development effort“. In: *Journal of Systems and Software* 80.11 (2007), S. 1770–1777.
- [GJ08] GRUSCHKE, T. M., JØRGENSEN, M.: „The role of outcome feedback in improving the uncertainty assessment of software development effort estimates“. In: *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology (TOSEM)* 17.4 (2008), S. 20.
- [GJ09] GRIMSTAD, S., JØRGENSEN, M.: „A Preliminary Study of Sequence Effects in Judgment-based Software Development Work- Effort Estimation“. In: *IET - Special Issue (EASE)* 3.5 (2009), S. 435–441.
- [Gre02] GRENNING, J.: *Planning Poker*. 2002. URL: <http://www.objectmentor.com/resources/articles/PlanningPoker.zip> (besucht am 16.05.2013).
-

- 
- [Hal+12] HALSTEAD, S., ORTIZ, R., CÓRDOVA, M., SEGUÍ, M.: „The Impact of Lack in Domain or Technology Experience on the Accuracy of Expert Effort Estimates in Software Projects“. In: *Product-Focused Software Process Improvement*. Hrsg. von DIESTE, O., JEDLITSCHKA, A., JURISTO, N. Bd. 7343. Lecture Notes in Computer Science. Springer Berlin Heidelberg, 2012, S. 248–259.
- [Har01] HARVEY, N.: „Improving judgment in forecasting“. In: *Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners*. J.S. Armstrong, 2001, pages.
- [HH04] HARRANT, H., HEMMRICH, A.: *Risikomanagement in Projekten*. Projektmanagement kompakt. Hanser Fachbuchverlag, 2004.
- [HTA00] HILL, J., THOMAS, L. C., ALLEN, D.: „Experts’ estimates of task durations in software development projects“. In: *International journal of project management* 18.1 (2000).
- [Hür05] HÜRTEIN, R.: „Wie teuer ist die Softwareentwicklung? – Von der Aufwandschätzung zur Kostenkalkulation“. In: *Industrial Engineering*. Bd. 05. 2005, S. 29–32.
- [IEE98] IEEE STANDARD: „IEEE Standard for a Software Quality Metrics Methodology“. In: *IEEE Std 1061-1998 (R2009)* (1998).
- [Inf13] INFORMATIK FORUM SIMON GMBH: *Aufwandsschätzung im Projektmanagement*. Mai 2013. URL: [http://www.infforum.de/themen/projektmanagement/thema\\_PM\\_aufwandsschaetzung.htm](http://www.infforum.de/themen/projektmanagement/thema_PM_aufwandsschaetzung.htm) (besucht am 24.05.2013).
- [Ins04] INSTITUTE, P. M.: *A Guide To The Project Management Body Of Knowledge (PMBOK Guides)*. Hrsg. von PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, I. Project Management Institute, 2004.
- [INT13a] INT-A: *Interview mit Partner A*. März 2013.
- [INT13b] INT-B: *Interview mit Partner B*. März 2013.
- [INT13c] INT-C: *Interview mit Partner C*. Apr. 2013.
- [INT13d] INT-D: *Interview mit Partner D*. Apr. 2013.
- [INT13e] INT-E: *Interview mit Partner E*. Apr. 2013.
- [INT13f] INT-F: *Interview mit Partner F*. März 2013.
- [INT13g] INT-G: *Interview mit Partner G*. März 2013.
- [INT13h] INT-H: *Interview mit Partner H*. Mai 2013.
- [INT13i] INT-I: *Interview mit Partner I*. Mai 2013.
- [Jan08] JANTZEN, K.: „Verfahren der Aufwandsschätzung für komplexe Softwareprojekte von heute“. In: *Informatik-Spektrum* 31.1 (2008), S. 35–49.
- [Jar11] JARABEK, C.: „Expert Judgment in Software Effort Estimation“. In: *Non-peer Reviewed Writings Department of Computer Science University of Calgary* (2011).
- [JBR09] JØRGENSEN, M., BOEHM, B., RIFKIN, S.: „Software development effort estimation: Formal models or expert judgment?“. In: *Software, IEEE* 26.2 (2009), S. 14–19.
-

- 
- [JG05] JØRGENSEN, M., GRUSCHKE, T. M.: „Industrial Use of Formal Software Cost Estimation Models: Expert Estimation in Disguise?“ In: *Proceedings of EASE*. Keele, UK: Keele University, Apr. 2005, S. 1–7.
- [JG08] JØRGENSEN, M., GRIMSTAD, S.: „Avoiding irrelevant and misleading information when estimating development effort“. In: *Software, IEEE* 25.3 (2008), S. 78–83.
- [JG11] JØRGENSEN, M., GRIMSTAD, S.: „The impact of irrelevant and misleading information on software development effort estimates: a randomized controlled field experiment“. In: *Software Engineering, IEEE Transactions on* 37.5 (2011), S. 695–707.
- [JH10] JØRGENSEN, M., HALKJELSVIK, T.: „The effects of request formats on judgment-based effort estimation“. In: *Journal of Systems and Software* 83.1 (2010), S. 29–36.
- [JM03] JØRGENSEN, M., MOLØKKEN-ØSTVOLD, K.: „A Jørgensen checklist for software cost management“. In: *Quality Software, 2003. Proceedings. Third International Conference on*. IEEE. 2003, S. 134–140.
- [JM04] JØRGENSEN, M., MOLØKKEN-ØSTVOLD, K.: „Reasons for software effort estimation error: impact of respondent role, information collection approach, and data analysis method“. In: *Software Engineering, IEEE Transactions on* 30.12 (2004), S. 993–1007.
- [Jon01] JONES, C.: „Conflict and litigation between software clients and developers“. In: *IEEE* 10 (2001).
- [Jon06] JONES, C.: „Social and technical reasons for software project failures“. In: *STSC CrossTalk June* (2006).
- [Jon96] JONES, C.: „By popular demand: Software estimating rules of thumb“. In: *Computer* 29.3 (1996), S. 116–118.
- [Jør+00] JØRGENSEN, M., KIRKEBOEN, G., SJØBERG, D., ANDA, B., BRATHALL, L.: „Human judgement in effort estimation of software projects“. In: *International Conference on Software Engineering*. Bd. 45. 2000.
- [Jør04] JØRGENSEN, M.: „A review of studies on expert estimation of software development effort“. In: *Journal of Systems and Software* 70.1 (2004), S. 37–60.
- [Jør05] JØRGENSEN, M.: „Practical guidelines for expert-judgment-based software effort estimation“. In: *Software, IEEE* 22.3 (2005), S. 57–63.
- [Jør07] JØRGENSEN, M.: „Forecasting of software development work effort: evidence on expert judgement and formal models“. In: *International Journal of Forecasting* 23.3 (2007), S. 449–462.
- [Jør11] JØRGENSEN, M.: „Contrasting ideal and realistic conditions as a means to improve judgment-based software development effort estimation“. In: *Information and Software Technology* 53.12 (2011), S. 1382–1390.
- [Jør13] JØRGENSEN, M.: „Relative Estimation of Software Development Effort: It Matters with What and How You Compare“. In: *Software, IEEE* 30.2 (2013), S. 74–79.
-

- 
- [JS01] JØRGENSEN, M., SJØBERG, D. I.: „Impact of effort estimates on software project work“. In: *Information and software technology* 43.15 (2001), S. 939–948.
- [JS07] JØRGENSEN, M., SHEPPERD, M.: „A systematic review of software development cost estimation studies“. In: *Software Engineering, IEEE Transactions on* 33.1 (2007), S. 33–53.
- [K J+06] K. JANTZEN AND SOFTWARE SERVICES GMBH, ADENS, G., ARMSTRONG, R., LIMITED, T.: „Estimating the effects of project risks in software development projects“. In: *IWSM/MetriKon2006*. 2006, S. 1–12.
- [K+99] KRUGER, J., DUNNING, D. u. a.: „Unskilled and unaware of it: How difficulties in recognizing one’s own incompetence lead to inflated self-assessments“. In: *Journal of personality and social psychology* 77.6 (1999), S. 1121–1134.
- [Kei07] KEITSCH, D.: *Risikomanagement*. Handelsblatt Mittelstands-Bibliothek. Schaeffer-Poeschel, 2007.
- [KJS05] KINDLER, A., JAHNKE, B., SCHNEYDER, W. von: „Standortbestimmung: Aufwandschätzung von Projekten“. In: *projektMANAGEMENT aktuell* 01 (2005), S. 14–22.
- [Kne12] KNEUPER, R.: *Capability Maturity Model Integration for Development (CMMI-DEV)*. 2012. URL: <http://www.kneuper.de/Cmmi/cmmi-ueberblick.html> (besucht am 11.05.2013).
- [Lag+12] LAGERSTRÖM, R., WÜRTEMBERG, L. M. von, HOLM, H., LUCZAK, O.: „Identifying factors affecting software development cost and productivity“. In: *Software quality journal* (2012), S. 1–23.
- [Lei11] LEI, X.: „Assumption Analysis and Duration Simulation of Three-Point Estimate in PERT Technique“. In: *Computer and Management (CAMAN), International Conference on*. 2011, S. 1–4.
- [Li+08] LI, Q., WANG, Q., YANG, Y., LI, M.: „Reducing biases in individual software effort estimations: a combining approach“. In: *Proceedings of the Second ACM-IEEE international symposium on Empirical software engineering and measurement. ESEM ’08*. Kaiserslautern, Deutschland: ACM, 2008, S. 223–232.
- [LP92] LEDERER, A. L., PRASAD, J.: „Nine management guidelines for better cost estimating“. In: *Communications of the ACM* 35.2 (1992), S. 51–59.
- [LP93] LEDERER, A. L., PRASAD, J.: „Information systems software cost estimating: a current assessment“. In: *Journal of information technology* 8.1 (1993), S. 22–33.
- [LP95] LEDERER, A. L., PRASAD, J.: „Causes of inaccurate software development cost estimates“. In: *Journal of systems and software* 31.2 (1995), S. 125–134.
- [LXG09] LI, Y.-F., XIE, M., GOH, T. N.: „A study of project selection and feature weighting for analogy based software cost estimation“. In: *Journal of Systems and Software* 82.2 (2009), S. 241–252.
-

- 
- [Mac10] MACKENZIE, D.: „A Matter of Judgement“. In: *Simula Research Laboratory*. Hrsg. von TVEITO, A., BRUASET, A. M., LYSNE, O. Springer Berlin Heidelberg, 2010, S. 369–379.
- [Man+11] MANSOR, Z., MOHD KASIRUN, Z., YAHYA, S., HJ ARSHAD, N. H.: „Current Practices of Software Cost Estimation Technique in Malaysia Context“. In: *Informatics Engineering and Information Science* (2011), S. 566–574.
- [MBF12] MAGAZINIUS, A., BÖRJESSON, S., FELDT, R.: „Investigating intentional distortions in software cost estimation - An exploratory study“. In: *Journal of Systems and Software* 85.8 (Aug. 2012), S. 1770–1781.
- [McD05] McDONALD, J.: „The impact of project planning team experience on software project cost estimates“. In: *Empirical Software Engineering* 10.2 (2005), S. 219–234.
- [MH07] MOLØKKEN-ØSTVOLD, K., HAUGEN, N. C.: „Combining estimates with planning poker—an empirical study“. In: *Software Engineering Conference, ASWEC 2007, 18th Australian*. IEEE. 2007, S. 349–358.
- [MHB08] MOLØKKEN-ØSTVOLD, K., HAUGEN, N. C., BENESTAD, H. C.: „Using planning poker for combining expert estimates in software projects“. In: *Journal of Systems and Software* 81.12 (2008), S. 2106–2117.
- [MHK06] MCCONNELL, S., HASELIER, R., KRONAST, L.: *Aufwandschätzung für Softwareprojekte*. Microsoft GmbH, 2006.
- [MJ03] MOLØKKEN-ØSTVOLD, K., JØRGENSEN, M.: „A review of software surveys on software effort estimation“. In: *Empirical Software Engineering, ISESE 2003, Proceedings International Symposium on*. IEEE. 2003, S. 223–230.
- [MJ04] MOLØKKEN-ØSTVOLD, K., JØRGENSEN, M.: „Group processes in software effort estimation“. In: *Empirical Software Engineering* 9.4 (2004), S. 315–334.
- [MJ05] MOLØKKEN-ØSTVOLD, K., JØRGENSEN, M.: „Expert estimation of Web-development projects: Are software professionals in technical roles more optimistic than those in non-technical roles?“ In: *Empirical Software Engineering* 10.1 (2005), S. 7–30.
- [MN09] MEUSER, M., NAGEL, U.: „Das Experteninterview – konzeptionelle Grundlagen und methodische Anlage“. In: *Methoden der vergleichenden Politik- und Sozialwissenschaft*. Hrsg. von PICKEL, S., PICKEL, G., LAUTH, H.-J., JAHN, D. VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2009, S. 465–479.
- [Mol+04] MOLØKKEN-ØSTVOLD, K., JØRGENSEN, M., TANILKAN, S., GALLIS, H., LIEN, A., HOVE, S.: „A survey on software estimation in the Norwegian industry“. In: *Software Metrics, 2004. Proceedings. 10th International Symposium on*. 2004, S. 208–219.
- [MPÖ08] MAGAZINOVIC, A., PERNSTÅL, J., ÖHMAN, P.: „Software Cost Estimation Inhibitors – A Case Study“. In: *Proceedings of the 9th international conference on Product-Focused Software Process Improvement*. PROFES '08. Monte Porzio Catone, Italien: Springer-Verlag, 2008, S. 61–74.
-

- 
- [MS11] MAIR, C., SHEPPERD, M.: „Human judgement and software metrics: vision for the future“. In: *Proceedings of the 2nd International Workshop on Emerging Trends in Software Metrics*. WETSOM '11. Waikiki, Honolulu, HI, USA: ACM, 2011, S. 81–84.
- [Mül09] MÜLLER, D. M.: „Praktische Hinweise zum so genannten Risikomanagement“. In: *Arbeitshilfe* 13 (2009).
- [Oec03] OECHTERING, R. P.: „Theorie kontra Praxis: Wie offen lassen sich Projektrisiken kommunizieren?“ In: *ProjektMagazin* 14 (2003), S. 1–7.
- [Oes06] OESTEREICH, B.: „Der agile Festpreis und andere Preis- und Vertragsmodelle“. In: *OBJEKTSpektrum* 01 (2006), S. 29–32.
- [OW08] OESTEREICH, B., WEISS, C.: *APM – Agiles Projektmanagement. erfolgreiches Timeboxing für IT-Projekte*. Hrsg. von LEHMANN, O., VIGENSCHOW, U. 1. Aufl. Heidelberg: dpunkt.Verl., 2008.
- [PAP10] PEIXOTO, C. E. L., AUDY, J. L. N., PRIKLADNICKI, R.: „The importance of the use of an estimation process“. In: *Proceedings of the 2010 ICSE Workshop on Software Development Governance*. SDG '10. Cape Town, Süd Afrika: ACM, 2010, S. 13–17.
- [Par55] PARKINSON, C. N., Hrsg.: *The Economist*. 5856. Ser. 177 (Nov. 1955).
- [Pes07] PESCIO, C.: „Realistic and Useful: Toward Better Estimates“. In: *Draft Version 1* (2007).
- [Ple06] PLEWAN, H.-J.: „Methodische Aufwandsschätzung aus Sicht eines agilen Projektmanagements“. In: *Agiles Projektmanagement*. B. Oestereich, 2006, S. 83–100.
- [PPIa] PPI AG INFORMATIONSTECHNOLOGIE: *Consulting-Banken*. URL: <http://www.ppi.de/consulting-banken/> (besucht am 15.05.2013).
- [PPIb] PPI AG INFORMATIONSTECHNOLOGIE: *Produkte*. URL: <http://www.ppi.de/produkte/> (besucht am 03.05.2013).
- [PPIc] PPI AG INFORMATIONSTECHNOLOGIE: *Zahlen und Fakten*. URL: <http://www.ppi.de/ueber-ppi/zahlen-fakten/> (besucht am 15.05.2013).
- [PPI13a] PPI AG INFORMATIONSTECHNOLOGIE: *Aufwandskalkulation*. internes Dokument. Mai 2013.
- [PPI13b] PPI AG INFORMATIONSTECHNOLOGIE: *Schulungsunterlagen Anforderungsmanagement*. internes Dokument. Apr. 2013.
- [PRS03] PASSING, U., RAPPOLD, P., STRAHRINGER, S.: „Prozessorientierte Experten-Aufwandschätzungen für Softwareprojekte: Einführung und Umsetzung bei der Bausparkasse Schwäbisch-Hall AG“. In: *Information Management & Consulting* 18 (2003), S. 25–32.
- [Ram+10] RAMMAGE, R., LEI, H., CLAUS, M., BAER, D.: „Expert software development estimation with uncertainty correction“. In: *Software Engineering and Data Mining (SEDM), 2010 2nd International Conference on*. IEEE. 2010, S. 624–630.
- [Reh09] REHER, T.: „Anwender beschwerten sich über schlechte Dienstleistung“. In: *Computer Zeitung* 25 (2009), S. 18.
-

- 
- [Ric05] RICKERT, D. A.: „Methoden der Aufwandschätzung“. In: *Betriebswirtschaft* 10 (2005), S. 24–25.
- [RR01] RUSH, C., ROY, R.: „Expert judgement in cost estimating: Modelling the reasoning process“. In: *Concurrent engineering: reasearch and applictions (cera) journal* 9 (2001), S. 271–284.
- [RW01] ROWE, G., WRIGHT, G.: „Expert opinions in forecasting: The role of the Delphi technique“. In: *International series in operations research and management science* (2001), S. 125–144.
- [SB95] SUBRAMANIAN, G. H., BRESLAWSKI, S.: „An empirical analysis of software effort estimate alterations“. In: *Journal of Systems and Software* 31.2 (1995), S. 135–141.
- [Sch13] SCHMIED, J.: „Die Unschärfe-Relation der Aufwandschätzung: Den Planungsprozess gestalten“. In: *OBJEKTSpektrum* 02 (2013), S. 14–19.
- [Sei03] SEIBERT, S.: „Softwaremessung, quantitative Projektsteuerung und Benchmarking“. In: *projektMANAGEMENT aktuell* 04 (2003), S. 26–34.
- [Sei05a] SEIBERT, S.: „Was man nicht messen kann...“ In: *projektMANAGEMENT aktuell* 01 (2005), S. 2.
- [Sei05b] SEIBERT, S.: „Wir wollten ein Schätztool, das die Kunden-Lieferanten-Zusammenarbeit unterstützt – Software-Projektmanagement-Pionier Barry W. Boehm über sein COCOMO-Modell“. In: *projektMANAGEMENT aktuell* 1 (2005), S. 9–13.
- [Sof12] SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE: *CMMI® for SCAMPI SM Class A Appraisal Results 2012 Mid-Year Update*. Sep. 2012.
- [SS08] SCHIENMANN, B., SCHMEDT, U.: „Professionalisierung der Softwareentwicklung – ein Praxisbericht“. In: *Industrialisierung des Software Management*. 2008, S. 31–44.
- [Str+07] STRAHRINGER, S., LÖBBERT-PASSING, U., SCHÄFER, C. J., EVERLING, U.: „Prozessorientierte Expertenschätzungen in der Unternehmenspraxis“. In: *HMD - Praxis Wirtschaftsinformatik* 257 (2007), S. 106–117.
- [Stu05] STUTZKE, R. D.: *Estimating software-intensive systems: projects, products, and processes*. Addison-Wesley Professional, 2005.
- [Stu06] STUTZKE, R. D.: *Software Estimation: An Overview*. Science Applications International Corporation. 2006.
- [The95] THE STANDISH GROUP: „Chaos“. In: (1995), S. 1–8. URL: <http://www.projectsmart.co.uk/docs/chaos-report.pdf> (besucht am 13.05.2013).
- [TMJ11] TRENDOWICZ, A., MÜNCH, J., JEFFERY, R.: „State of the practice in software effort estimation: a survey and literature review“. In: *Software Engineering Techniques*. Springer, 2011, S. 232–245.
- [Tot08] TOTH, K.: *Selecting Software Estimating Techniques that Fit the Software Process*. Portland State University. 2008.

- [Unt13] UNTERNEHMENSREGISTER: *Jahresabschluss zum Geschäftsjahr vom 01.10.2011 bis zum 30.09.2012 der PPI Aktiengesellschaft Informationstechnologie*. Unternehmensregister. Apr. 2013. URL: <https://www.unternehmensregister.de>.
- [VA10] VILLAVICENCIO, M., ABRAN, A.: „Software Measurement in Software Engineering Education: A Comparative Analysis“. In: *International Conferences on Software Measurement IWSM/MetriKon/Mensura*. 2010, S. 633–644.
- [Wil+96] WILSON, T. D., HOUSTON, C. E., ETLING, K. M., BREKKE, N. u. a.: „A new look at anchoring effects: Basic anchoring and its antecedents“. In: *Journal of Experimental Psychology-General* 125.4 (1996), S. 387–402.
- [Wil13] WILLIAM P. STEWART, P.: *Deeply Practical Project Management: Tools, Tips, Tricks, & Techniques*. März 2013. URL: <http://www.deeplypracticalprojectmanagement.com> (besucht am 18.04.2013).
- [WO96] WEBBY, R., O’CONNOR, M.: „Judgemental and statistical time series forecasting: A review of the literature“. In: *International Journal of Forecasting* 12.1 (1996), S. 91–118.
- [Yan+08] YANG, D., WANG, Q., LI, M., YANG, Y., YE, K., DU, J.: „A survey on software cost estimation in the chinese software industry“. In: *Proceedings of the Second ACM-IEEE international symposium on Empirical software engineering and measurement*. ACM. 2008, S. 253–262.
- [ZTZ12] ZIA, Z. K., TIPU, S. K., ZIA, S. K.: „An Effort Estimation Model for Agile Software Development“. In: *Advances in Computer Science and its Applications* 2.1 (2012), S. 314–324.

## A Anhang

### A.1 Leitfaden für Interviews

# Einleitung

---

**1. Kannst du deinen Aufgabenbereich kurz erläutern?**

**2. Wie lange arbeitest du bei der PPI AG?**

\_\_\_\_\_

**3. Wie sieht dein Werdegang aus?**

**4. Wieviele Projekte hast du ca. geleitet bzw. geschätzt?**

\_\_\_\_\_

**5. Wie groß sind deine Projekte?**

**6. Was für Projekte führst du aus bzw. welche Typen überwiegen?**

Neuentwicklung (\_\_\_\_%)

Integration (\_\_\_\_%)

Migration (\_\_\_\_%)

**7. Was für eine Software wird in deinen Projekten entwickelt?**

- Standardsoftware
- Individualsoftware
- Sonstiges

**8. Welches Vorgehensmodell wird in deinen Projekten genutzt?**

- Agiles Vorgehen
- Scrum
- Extreme Programming
- Inkrementell-iterativ
- Wasserfall
- Sonstiges \_\_\_\_\_

**9. Welche Techniken nutzt du zur Datenerhebung bzw. Anforderungsdefinition?**

- Use-Case
- UML
- ER-Modelling
- Systemkontext

# Kundeninformationen/ Vertragsbeziehungen

---

**10. Welche Priorität auf einer Skala von 1 – 6 gibst du dem Schätzen? Für wen ist die Schätzung wichtiger? Für den Kunden oder für die PPI AG? (1 hoch – 6 niedrig)**

\_\_\_\_\_

**11. Prioritäten der Kunden identifizieren**

- Alle Funktionalitäten
- Kosten minimieren
- Zeit minimieren

**12. Welcher Auftragsstyp überwiegt in Projekten?**

- Festpreis
- Aufwandspreis
- Sonstiges \_\_\_\_\_

**13. Wie ist die Beziehung zwischen Kunden, Entwicklungs-Team, Berater?**

- Berater PPI, Entwicklungs-Team der PPI beim Kunden
- Berater PPI, Entwicklungs-Team bei der PPI (in-house)
- Berater PPI, Entwicklungs-Team extern (Implementierung outgesourced)

# Schätzmethoden – Allgemeine Problematik

---

**14. Wann wird bei dir geschätzt? In welchen Phasen schätzt du?**

- Im Anforderungsmanagement (Analyse)
- Implementierungsphase (Fortschrittskontrolle)

**15. Wie wird der Gesamtaufwand geschätzt?**

**16. Wo gibt es Probleme beim Schätzen? Welche Gründe kannst du benennen?**

**17. Wie wird der Kostenaufwand geschätzt?**

**18. Wie wird der Zeitaufwand geschätzt?**

**19. PPI AG wirb mit Budgettreue. Mit welchen Verfahren wird dieses gewährleistet?**

**20. Wieviel Zeit/Aufwand wird in folgenden Phasen prozentual investiert?**

- Analyse/Plan \_\_\_\_\_
- Spezifikation \_\_\_\_\_
- Design \_\_\_\_\_
- Implementation \_\_\_\_\_
- Test \_\_\_\_\_
- Installation \_\_\_\_\_
- Schulung \_\_\_\_\_
- Dokumentation \_\_\_\_\_
- Projekt Management/Kontrolle

**21. Wo fallen Kosten für ein Projekt an?**

# Schätzmethoden speziell

---

**22. Welche Schätzmethoden hast du wo erlernt? Welche Erfahrungen hast du dort gesammelt?**

- Ausbildung/Universität
- Selbststudium
- Erfahrungswerte
- Schulung/Zertifizierung

**23. Welche Schätzmethode verwendest du?**

**24. Wie oft hast du diese Methode bereits verwendet? Wie oft nutzt du sie?**

**25. Warum nutzt du diese Methode?**

**26. Welche Vor-/Nachteile hat diese Methode? Wo liegen ihre Potentiale, wo ist sie verbesserungsfähig? (Erfahrungswerte)**

**27. Für wen hat diese Methode Vor-/Nachteile (Perspektive des Kunden und Beraters)**

**28. Gibt es Hilfsmittel/Tools, die du beim Schätzen benutzt?**

**29. Auf welcher Datenbasis wird geschätzt? Welche Daten brauchst du mindestens?**

- Systemkontext
- Anforderungsdokument

- Prototyp
- Funktionale Spezifikation
- ER Model
- Use Cases

**30. Wie gut ließ sich der Aufwand von der gegebenen Datenbasis schätzen?**

- Sehr gut
- Ausreichend
- Schlecht

**31. Welche Technologie wurde zur Messung des Aufwandes verwendet?**

- Manuell gezählt und dokumentiert
- Manuell gezählt und mit einem Tool dokumentiert
- Automatische Zählung und Auswertung

**32. Wenn du Analogieverfahren nutzt, welche Quellen nutzt du?**

**33. Welche Probleme können bei der Recherche auftreten?**

**34. Wie wird der Kunde und das Entwicklungs-Team bei der Schätzung beteiligt?**

- Weder Kunde noch Entwicklungs-Team
- Kunde wird bei der Schätzung involviert als Beteiligter
- Die Schätzung wird von mehreren durchgeführt (mehrere Berater → Review)
- Das Entwicklungs-Team gibt eine Schätzung ab
- Nur der Berater schätzt

**35. Wurde die Schätzung von einer unabhängigen Person nachverfolgt, um auf Vollständigkeit und Korrektheit zu überprüfen?**

- Keine Nachprüfung
- Informelle Nachprüfung (Übersicht)
- Formale Nachprüfung (mit Tools und Checklisten)
- Selektive Überprüfung nach speziellen Kriterien (Fehlern)
- Ist die Zweitkorrektur sinnvoll?*

**36. Schätzgenauigkeit: Wie genau sind deine Schätzungen? Gibt es oft Abweichungen (+/- beachten)?**

- Sehr genau (~10%)
- Genau (~20%)
- Ausreichend (~30-40%)
- Weist Schwächen auf (~50%+)

**37. Was sind Gründe für hohe Abweichungen?**

**38. Hast du deine Schätzungen im Nachhinein überprüft und kalibriert oder dokumentiert?**

- Ja
- Nein

**39. Gibt es Beispiele für deine Schätzung?**

# Einflussfaktoren für Schätzungen

---

## 40. Welche Faktoren haben Einfluss auf Schätzungen?

- Programmiersprache
- Plattform
  - Mobiles Endgerät
  - PC
  - Server-Applet
  - Web-Browser
  - Business Logik
  - Kundeninterne Software
  - Software für Externe
  - Sonstiges

## 41. Was sind die wichtigsten Einflussfaktoren für Schätzungen? Kostentreiber etc.?

## 42. Welche Faktoren haben einen negativen Einfluss auf die Schätzung?

## 43. Welche Faktoren haben einen positiven Einfluss auf die Schätzung?

**44. Welchen Einfluss hat die nicht-funktionale Anforderung der Wiederverwendbarkeit?**

**45. Welchen Einfluss hat ein festes Team bzw. ein neu geformtes Team auf die Schätzung?**

- Es wird in agilen Teams gearbeitet
- Es wird in festen Teams gearbeitet
- Die Entwicklungs-Teams haben viel Erfahrung in der Branche und der Technologie

# Erfahrungen aus vergangenen Projekten

---

**46. Was war die größte Abweichung für eine Schätzung?**

**47. Was waren die Gründe für diese Abweichung?**

# Dokumentation zu Schätzungen

---

**48. Welche Einheit wird beim Schätzen verwendet? Wie wird die Arbeit „bewertet“ und „dokumentiert“?**

- Stunden pro Projekt
- Erledigte Aufgaben pro Projekt
- Keine Dokumentation

**49. Gibt es Dokumentationen über den initialen Schätzwert und den tatsächlichen Kosten?**

**50. Wieviel Prozent der tatsächlich geleisteten Stunden sind auf die Zeit für Entwicklung zu rechnen? (Viel Zeit geht für organisatorische Tätigkeiten wie Kommunikation, Schulung, Administration, Krankheit etc. verloren)**

# Methodenentwicklung

---

**51. Handelt es sich bei der Schätzmethode um eine eigene Entwicklung? Wenn ja:**

**Woran orientiert?**

**Warum hast du dich für diesen Schritt entschieden?**

**Wie bist du bei der Entwicklung vorgegangen?**

**Welche Quellen hast du benutzt?**

**52. Wer nutzt noch diese Methode?**

**53. Welche Schätzmethoden kennst du?**

- Function-Points
- Cocomo
- Cocomo II
- Delphi-Verfahren
- Expertenschätzung
- Planning-Poker
- Estimation Game
- Sonstige

**54. Welche Methoden sind verwendbar? Welche müssen angepasst werden?**

**55. Wie kann die Güte einer Schätzmethode verbessert werden?**

**56. Funktionale Anforderungen lassen sich bspw. mit Use-Case abbilden. Wie lassen sich nicht-funktionale Anforderungen abbilden?**

**57. Wie stellst du dir eine optimale Schätzmethode vor?**

# Unternehmensinformationen

---

**58. Gibt es Schulungsmaßnahmen der PPI AG?**

**59. Kannst du weitere Materialien/Quellen/Interviewpartner benennen?**

**60. Darf ich um ein Feedback des Interviews bitten? Wurden wesentliche Aspekte nicht benannt?**

## A.2 Konus der Unsicherheit

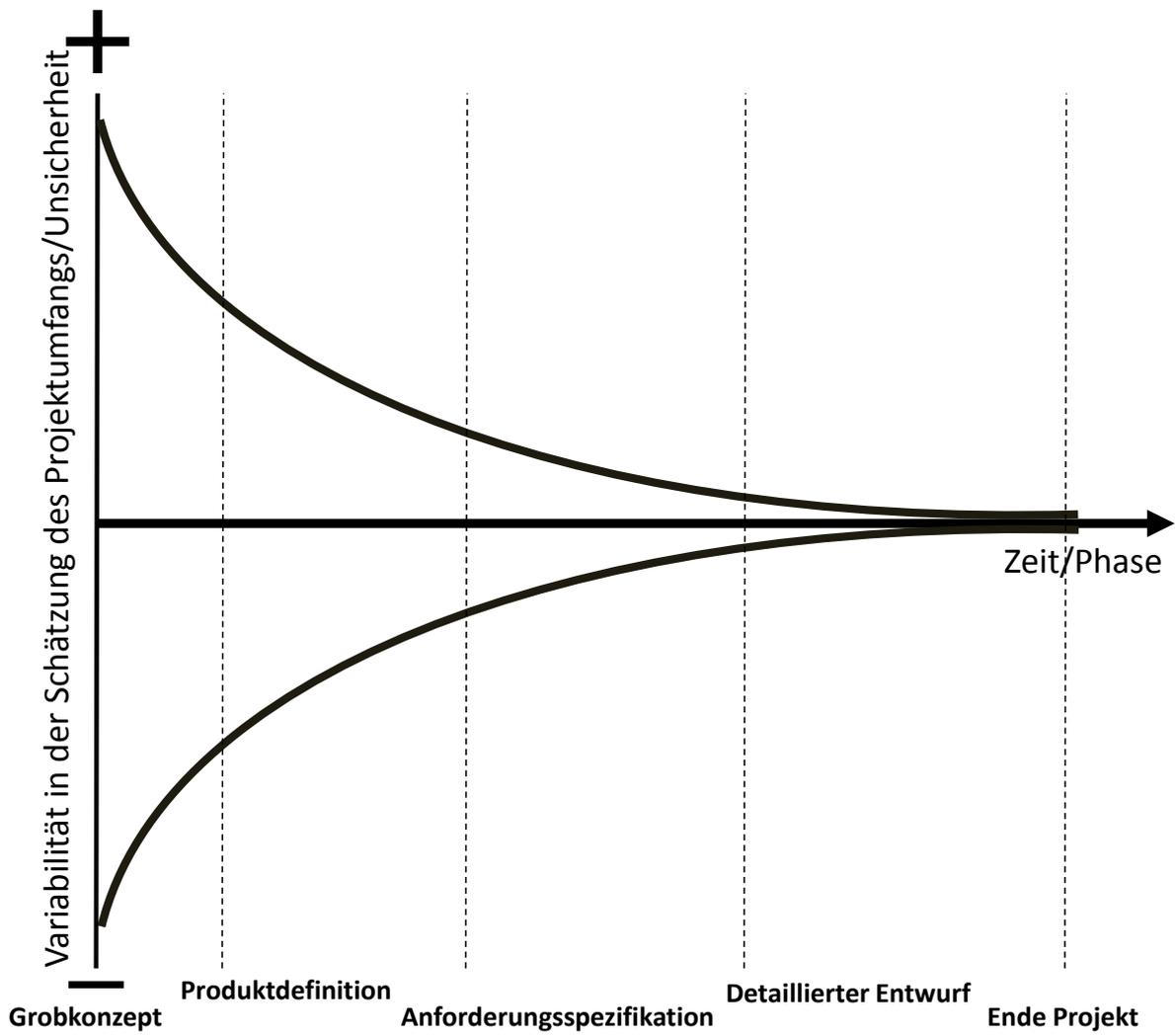


Abbildung A.1: Konus der Unsicherheit (in Anlehnung an [MHK06, S. 68])

### A.3 Kano Modell

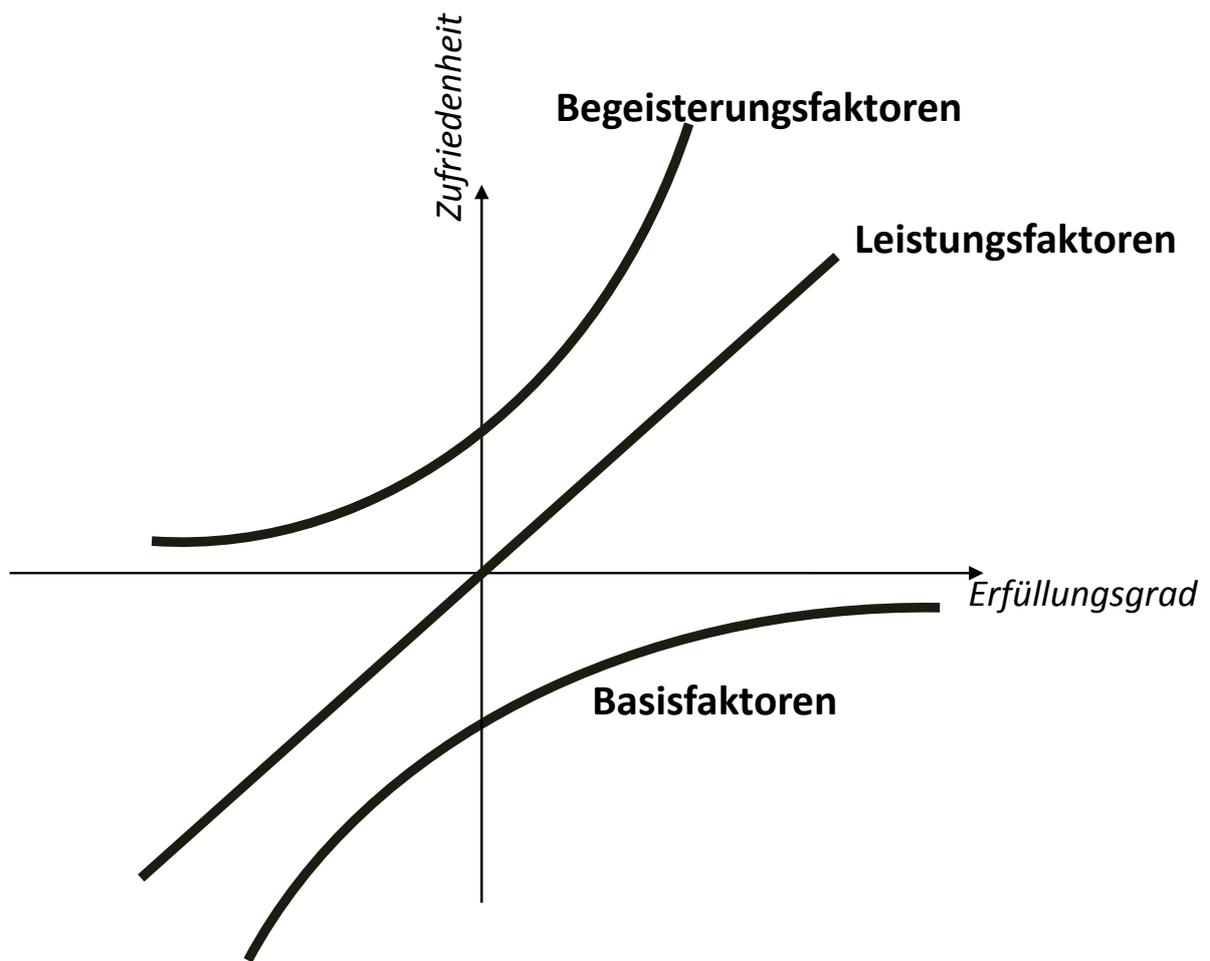


Abbildung A.2: Kano-Modell (in Anlehnung an [Ber93, S. 4])

## Erklärung

Ich versichere, dass ich die Bachelorarbeit im Studiengang Wirtschaftsinformatik selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel – insbesondere keine im Quellenverzeichnis nicht benannten Internet-Quellen – benutzt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Veröffentlichungen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Ich versichere weiterhin, dass ich die Arbeit vorher nicht in einem anderen Prüfungsverfahren eingereicht habe und die eingereichte schriftliche Fassung der auf dem elektronischen Speichermedium entspricht.

Kaltenkirchen, den

---

Christian Grotherr