

# Risikomanagement für IT-Projekte

Wack

Risikomanagement für IT-Projekte

## **Betriebswirtschaftliche Forschung zur Unternehmensführung**

Herausgegeben von Prof. Dr. Dr. h.c. Herbert Jacob (†),  
Prof. Dr. Karl-Werner Hansmann, Prof. Dr. Manfred Layer,  
Prof. Dr. Dieter Preßmar, Universität Hamburg  
Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt, Universität Erlangen-Nürnberg

---

*Zuletzt erschienen:*

- Band 35 **Strategien im Zeitwettbewerb**  
Von Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt
- Band 36 **Ablaufplanung in der chemischen Industrie**  
Von Dr. Martin Kießwetter
- Band 37 **Fuzzy-PPS-Systeme**  
Von Dr. Frank Keuper
- Band 38 **Erfolgswirkungen strategischer Umweltmanagementmaßnahmen**  
Von Dr. Nils Bickhoff
- Band 39 **Ablaufplanung bei Charginproduktion**  
Von Dr. Stefan Anschutz
- Band 40 **Produktion und Controlling**  
Von Dr. Frank Keuper (Hrsg.)
- Band 41 **Planungsverfahren für die Produktkonzeption**  
Von Dr. Miriam O'Shea
- Band 42 **Strategische Erfolgsfaktoren in der Telekommunikation**  
Von Dr. Michael Kehl
- Band 43 **Evolutionäre Algorithmen zur simultanen Losgrößen- und Ablaufplanung**  
Von Dr. Kai Brüssau
- Band 44 **Strategisches Marketing von Online-Medienprodukten**  
Von Dr. Claudia Kröger
- Band 45 **Integration in unternehmensinternen sozialen Beziehungen**  
Von Dr. Stefan Thode
- Band 46 **Kooperation in Virtuellen Unternehmen**  
Von Dr. Christian Marc Ringle
- Band 47 **Beschaffung deutscher Maschinenbauunternehmen in der VR China**  
Von Dr. Li Song
- Band 48 **Wissensmanagement und Unternehmenskooperationen**  
Von Dr. Christian Niemojewski
- Band 49 **Variantenfließfertigung**  
Von Dr. Nils Boysen
- Band 50 **Know-how-Management bei der Gründung innovativer Unternehmen**  
Von Dr. Stefan Landwehr
- Band 51 **Dienstleistungsmanagement aus produktionswirtschaftlicher Sicht**  
Von Dr. Michael Höck
- Band 52 **Call-Center-Management und Mitarbeiterzufriedenheit**  
Von Dr. Yvonne Scupin
- Band 53 **Controlling in jungen Unternehmen**  
Von Dr. Verena Wittenberg
- Band 54 **Risikomanagement für IT-Projekte**  
Von Dr. Jessica Wack

Jessica Wack

# Risikomanagement für IT-Projekte

Mit einem Geleitwort von  
Prof. Dr. Dr. h.c. Dieter B. Preßmar

Deutscher Universitäts-Verlag

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

Dissertation Universität Hamburg, 2006

1. Auflage Mai 2007

Alle Rechte vorbehalten

© Deutscher Universitäts-Verlag | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2007

Lektorat: Frauke Schindler / Dr. Tatjana Rollnik-Manke

Der Deutsche Universitäts-Verlag ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media.  
[www.duv.de](http://www.duv.de)



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.

Printed in Germany

ISBN 978-3-8350-0655-3

## Geleitwort

Dem Fachpublikum ist die Risikobedrohung bei der Durchführung von IT-Projekten aus Erfahrung hinreichend bekannt. Trotzdem sind praktikable, quantitative Ansätze zur Risikoprävention nicht verfügbar.

Die vorliegende Arbeit enthält den Entwurf eines quantitativen Verfahrens zur Messung und Beschreibung des Risikopotentials in einem IT-Projekt.

Zugleich wird ein computergestütztes Verfahren zur Risikoprävention durch ein entsprechendes kostenoptimiertes Maßnahmenbündel vorgeschlagen; dabei wird unmittelbar auf Praxiserfahrungen der IT-Beratungsbranche Bezug genommen.

Die Verfasserin orientiert sich bei ihrer Risikobetrachtung an dem vor allem in den USA traditionell kodifizierten Risikoschema zur Definition der Risikoklassen und zur systematischen Abdeckung des Risiko-Szenarios.

Der Grundgedanke des Risikomanagements bezieht sich vor allem auf das Ziel der Risikoprävention durch geeignete Gegenmaßnahmen. Ein frei wählbarer Finanzanteil am Projektbudget kann zur Deckung der Kosten für die Maßnahmen der Risikoprävention herangezogen werden. Dabei wird sowohl die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Risikos als auch dessen Schadenshöhe günstig beeinflusst. Damit ergibt sich ein Optimierungsproblem für das beste Maßnahmenbündel und dessen Einfluss auf die Reduzierung der wahrscheinlichen Schadenshöhe.

Die methodische Grundlage zur Lösung dieser komplexen Planungs- und Orientierungsaufgabe ergibt sich einmal aus einer Monte-Carlo-Simulation für das interdependente Zusammenwirken der Einzelrisiken im Gesamtprojekt. Darüber hinaus wird das kostenoptimale Maßnahmenbündel ebenfalls unter Berücksichtigung der gegenseitigen Wirkungen auf die mögliche Risikominimierung betrachtet.

Beide Methoden – Simulation und mathematische Optimierung – haben sich in zahlreichen empirischen Untersuchungen als robust und daher problemlos anwendbar erwiesen.

Voraussetzung für die erfolgreiche Anwendung dieses Verfahrensvorschlags sind allerdings empirische Daten über Eintrittswahrscheinlichkeiten und Schadenshöhen der einzelnen Projektrisiken. Gleichfalls entscheidend sind verlässliche Daten über die quantitative Reduzierung der Einzelrisiken durch die Wirkungen der Präventionsmaßnahmen.

Hier ist der vorgeschlagene Planungs- und Gestaltungsansatz auf Daten und Erfahrungen aus der Praxis angewiesen. Selbst in jenen Fällen, wo derartige quantitative Informationen nicht vorhanden sind, kann der kompetente Fachmann in der Regel eine adäquate Datengrundlage mithilfe von Schätzgrößen herstellen. Das Projektmanagement kann auf diese Weise das Bewusstsein und die Sensitivität für Projektrisiken in ihrer Gesamtheit eindrucksvoll entwickeln.

Das Buch sei allen Projektverantwortlichen der Beratungs- und IT-Branche zum Studium empfohlen. Die Kenntnis der quantitativen Risikodimension und das Nachdenken über Kompensationsmaßnahmen ist die unverzichtbare Voraussetzung für eine erfolgreiche Projektarbeit.

Prof. Dr. Dr. h.c. D. B. Preßmar

*Damit das Mögliche entsteht,  
muss immer wieder  
das Unmögliche versucht  
werden  
(Hermann Hesse)*

## **Vorwort**

„Risikomanagement für IT-Projekte“ ist die geringfügig überarbeitete Fassung meiner Dissertation, die vom Fachbereich Wirtschafts- und Sozialwissenschaften der Universität Hamburg angenommen wurde.

Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr. Dr. h.c. Dieter B. Preßmar für die langjährige Betreuung, Unterstützung, den Zuspruch und das Vertrauen während der Entstehung dieser Dissertation.

Für die diskursive Auseinandersetzung mit meiner Arbeit möchte ich der Prüfungskommission danken.

Mein Dank gilt weiterhin der Firma Ernst & Young AG, insbesondere Olaf Riedel und einigen weiteren Kollegen, welche meinen Wunsch diese Arbeit zu erstellen ebenfalls unterstützt und gefördert haben.

Schließlich haben zu der Entstehung dieser Arbeit vor allem viele anregende, aufmunternde, motivierende und wegweisende Gespräche und Erlebnisse auf die eine oder andere Art und Weise beigetragen für die ich insbesondere meiner Familie, meinem Freund und meinen engsten Freunden von Herzen danken möchte.

Jessica Wack



# Inhaltsverzeichnis

Geleitwort .....	V
Vorwort .....	VII
Inhaltsverzeichnis .....	IX
Abbildungsverzeichnis .....	XIII
Tabellenverzeichnis .....	XV
Abkürzungsverzeichnis .....	XVII
1 Einleitung .....	1
1.1 Problemstellung .....	1
1.2 Vorgehensweise .....	2
2 Grundlagen des Projektmanagements .....	5
2.1 Zur Definition des Begriffs Projekt .....	5
2.2 Zum Verständnis des Begriffs Projektmanagement .....	6
2.3 Aufgaben und Nutzen des Projektmanagements .....	7
2.4 Anforderungen an das Projektmanagement .....	9
2.5 Typisierung von IT-Projekten .....	10
2.5.1 Erweiterungs- und Reduktionsprojekte .....	11
2.5.2 Ablösungsprojekte .....	11
2.5.3 Wartungs- und Weiterentwicklungsprojekte .....	11
2.5.4 Obligatorische Projekte .....	12
2.5.5 Outsourcing-Projekte .....	12
2.6 Phasenkonzept zur Strukturierung von IT-Projekten .....	12
2.6.1 Projektentwurf .....	13
2.6.2 Entscheidungsvorlage .....	14
2.6.3 Projekt-Steckbrief .....	14
2.6.4 Projektrealisierung .....	15
2.6.4.1 Projektplanung .....	15
2.6.4.2 Projektsteuerung .....	16
2.6.4.3 Projektdokumentation .....	18
2.6.5 Projektabschluss .....	18
2.6.6 Nachbereitung und Betreuung .....	19
3 Risikoanalyse im Rahmen des Projektmanagements .....	21
3.1 Begriffsklärung Risiko .....	21
3.1.1 Betriebswirtschaftlicher Risikobegriff .....	21
3.1.2 Entscheidungstheoretischer Risikobegriff .....	22
3.1.3 Juristischer Risikobegriff .....	23
3.1.4 Versicherungsmathematischer Risikobegriff .....	23
3.2 Quantifizierung von Risiken .....	24
3.3 Empirische Bestimmung der Risikogrößen .....	25
3.4 Anwendung der Monte-Carlo-Simulation .....	27
3.5 Durchführung der Simulationsläufe .....	27
4 Management des Projekt-Risikos für IT-Projekte .....	29
4.1 Begriffsklärung Projekt-Risikomanagement .....	29

<b>4.2 Risikomanagement im Projekt.....</b>	<b>29</b>
<b>4.3 Prozess des Projekt-Risikomanagements.....</b>	<b>30</b>
4.3.1 Identification.....	31
4.3.2 Assessment .....	32
4.3.3 Reaction .....	33
4.3.4 Enabling.....	36
4.3.5 Monitoring .....	37
4.3.6 Improvement.....	37
<b>5 Dimensionen der Risikoanalyse auf Grundlage eines „Project Risk Models“ aus der Praxis .....</b>	<b>39</b>
<b>5.1 Grundlagen des Project Risk Models.....</b>	<b>39</b>
<b>5.2 Project Management Risk .....</b>	<b>43</b>
5.2.1 Scope .....	44
5.2.2 Time .....	45
5.2.3 Cost .....	47
5.2.4 Quality .....	49
5.2.5 Human Resource .....	51
5.2.6 Communication .....	52
5.2.7 Risk .....	54
5.2.8 Procurement .....	56
<b>5.3 Product Life Cycle Risk.....</b>	<b>57</b>
5.3.1 Planning & Initiation.....	58
5.3.2 Requirements.....	60
5.3.3 Design .....	61
5.3.4 Development.....	64
5.3.5 Test .....	67
5.3.6 Implementation & Rollout .....	69
5.3.7 Post Implementation.....	72
<b>5.4 Project Support Risk .....</b>	<b>74</b>
5.4.1 Programme Office.....	74
5.4.2 Integration with Business Functions.....	76
<b>5.5 Project Environment Risk .....</b>	<b>77</b>
5.5.1 Strategic Alignment .....	78
5.5.2 Corporate Culture.....	79
5.5.3 Stakeholders.....	80
5.5.4 Business Environment.....	82
5.5.5 Process Alignment .....	83
5.5.6 Portfolio .....	84
<b>6 Empirische Erhebung zur Ermittlung relevanter Risiko- und Maßnahmengrößen..</b>	<b>87</b>
<b>6.1 Methodische Grundlagen.....</b>	<b>87</b>
6.1.1 Ermittlung der Risiken .....	88
6.1.1.1 Ermittlung der Schadenshöhen .....	95
6.1.1.2 Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeiten .....	96
6.1.2 Ermittlung der Maßnahmen .....	97
6.1.2.1 Ermittlung der Schadensminderung.....	97
<b>6.2 Erhebungsgruppe.....</b>	<b>99</b>
<b>6.3 Auswertung der Befragung .....</b>	<b>99</b>
<b>6.4 Ergebnisdarstellung.....</b>	<b>100</b>
6.4.1 Produkte und Unternehmensbereiche .....	100
6.4.2 Normierung der empirischen Datengrundlage.....	101
6.4.3 Kombinationsmaßnahmen.....	109
6.4.4 Projektvolumen .....	116

7 Risikoanalyse unter Verwendung der Monte-Carlo-Simulation ohne Berücksichtigung risikominimierender Maßnahmen .....	117
<b>7.1 Einführung</b> .....	<b>117</b>
<b>7.2. Risikoanalyse mit der Software @Risk</b> .....	<b>117</b>
7.2.1 Entwicklung eines Modells zur Risikoanalyse .....	118
7.2.2 Identifizierung der Unbestimmtheit .....	120
7.2.3 Analyse des Modells durch Simulation .....	141
7.2.4 Ergebnisauswertung .....	146
8 Entwicklung und Umsetzung eines Optimierungsmodells zur Risikoprävention ..	149
<b>8.1 Begriff des Modells</b> .....	<b>149</b>
<b>8.2 Entwicklung des mathematischen Modells</b> .....	<b>149</b>
8.2.1 Indexmengen des Modells .....	149
8.2.2 Variable und Parameter des Modells .....	151
8.2.3 Zielfunktion und Nebenbedingungen .....	152
8.2.4 Implementierung des Modells .....	154
<b>8.3 Umsetzung des Modells in der Software LINGO</b> .....	<b>155</b>
8.3.1 Computergestützte Optimierung mit Hilfe von LINGO .....	155
8.3.2 Darstellung und Erläuterung des Ausgangsmodells .....	156
8.3.3 Erläuterung der Modellvariante 1 .....	165
8.3.4 Erläuterung der Modellvariante 2 .....	165
<b>8.4 Lösung des Ausgangsmodells und der Modellvarianten</b> .....	<b>166</b>
8.4.1 Ausgangsmodell .....	166
8.4.2 Modellvariante 1 .....	169
8.4.3 Modellvariante 2 .....	169
9 Erweiterte Risikoanalyse unter Verwendung der Monte-Carlo-Simulation nach Realisierung der optimalen Risikoprävention .....	173
<b>9.1 Erweiterte Risikoanalyse mit der Software @Risk auf Basis der durchgeführten empirischen Erhebung</b> .....	<b>173</b>
9.1.1 Eintrittswahrscheinlichkeiten nach Risikoprävention .....	173
9.1.2 Bestimmung der Verteilungen .....	174
9.1.3 Aggregation durch Simulation des Gesamtrisikos .....	183
9.1.4 Darstellung der Ergebnisse .....	184
<b>9.2 Vergleichende Analyse der Ausgangsmodellierung und der Modellvarianten</b> .....	<b>187</b>
<b>9.3 Vergleich und Auswertung der Ergebnisse der Risikoanalyse und der erweiterten Risikoanalyse</b> .....	<b>193</b>
9.3.1 Grafische Darstellung, Vergleich und Auswertung der Projektrisiken .....	194
9.3.1.1 Einzelrisiken .....	194
9.3.1.2 Gesamtrisiken .....	210
9.3.2 Vergleichende Darstellung der Projektkosten .....	213
9.3.3 Risikomanagement im Kontext von Maßnahmenbudget und Restrisiko .....	215
10 Kritische Würdigung und Ausblick .....	219
Quellenverzeichnis .....	223
Anhang .....	227
Anhang 1: Darstellung des Fragebogens der empirischen Erhebung .....	228
Anhang 2: Übersicht über Mehrfachnutzen .....	236
Anhang 3: Darstellung des vollständigen Optimierungsmodells in LINGO (Ausgangsmodell) .....	238

Anhang 4: Darstellung des vollständigen Optimierungsmodells der Modellvariante 1 in LINGO.....	247
Anhang 5: Darstellung des vollständigen Optimierungsmodells der Modellvariante 2 in LINGO.....	256
Anhang 6: Darstellung der Lösung der Maßnahmen u des Ausgangsmodells .....	265
Anhang 7: Darstellung der Lösung der Maßnahmen u der Modellvariante 1 .....	267
Anhang 8. Darstellung der Lösung der Maßnahmen u der Modellvariante 2 .....	269

# Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: „Sieben Pros“ des Projektmanagements .....	6
Abb. 2: Der Grobablauf von Projekten .....	13
Abb. 3: Prozess des Projekt-Risikomanagements .....	31
Abb. 4: Risikoreduktionstreppe .....	34
Abb. 5: Project Risk Model .....	40
Abb. 6: Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 1 ohne risikominimierende Maßnahmen.....	123
Abb. 7: Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 2 ohne risikominimierende Maßnahmen.....	124
Abb. 8: Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 3 ohne risikominimierende Maßnahmen.....	125
Abb. 9: Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 4 ohne risikominimierende Maßnahmen.....	126
Abb. 10: Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 5 ohne risikominimierende Maßnahmen...	127
Abb. 11: Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 6 ohne risikominimierende Maßnahmen...	128
Abb. 12: Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 7 ohne risikominimierende Maßnahmen...	129
Abb. 13: Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 8 ohne risikominimierende Maßnahmen.....	130
Abb. 14: Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 9 ohne risikominimierende Maßnahmen...	131
Abb. 15: Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 10 ohne risikominimierende Maßnahmen.	132
Abb. 16: Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 11 ohne risikominimierende Maßnahmen.	133
Abb. 17: Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 12 ohne risikominimierende Maßnahmen.	134
Abb. 18: Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 13 ohne risikominimierende Maßnahmen.	135
Abb. 19: Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 14 ohne risikominimierende Maßnahmen.	136
Abb. 20: Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 15 ohne risikominimierende Maßnahmen.	137
Abb. 21: Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 16 ohne risikominimierende Maßnahmen.	138
Abb. 22: Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 17 ohne risikominimierende Maßnahmen.	139
Abb. 23: Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 18 ohne risikominimierende Maßnahmen.	140
Abb. 24: Histogramm Gesamtrisiko ohne Maßnahmen .....	147
Abb. 25: Summenhäufigkeitskurve Gesamtrisiko ohne Maßnahmen .....	148
Abb. 26: Häufigkeitsverteilung für Risikoschaden Nr. 1 nach Risikominimierung.....	175
Abb. 27: Häufigkeitsverteilung für Risikoschaden Nr. 3 nach Risikominimierung.....	176
Abb. 28: Häufigkeitsverteilung für Risikoschaden Nr. 4 nach Risikominimierung.....	177
Abb. 29: Häufigkeitsverteilung für Risikoschaden Nr. 9 nach Risikominimierung.....	178
Abb. 30: Häufigkeitsverteilung für Risikoschaden Nr. 10 nach Risikominimierung.....	179
Abb. 31: Häufigkeitsverteilung für Risikoschaden Nr. 11 nach Risikominimierung.....	180
Abb. 32: Häufigkeitsverteilung für Risikoschaden Nr. 14 nach Risikominimierung.....	181
Abb. 33: Häufigkeitsverteilung für Risikoschaden Nr. 15 nach Risikominimierung.....	182
Abb. 34: Häufigkeitsverteilung für Risikoschaden Nr. 18 nach Risikominimierung.....	183
Abb. 35: Histogramm Gesamtrisiko mit Maßnahmen .....	185
Abb. 36: Summenhäufigkeitskurve Gesamtrisiko mit Maßnahmen .....	186
Abb. 37: Histogramm Modellvariante 1 nach Simulation.....	187
Abb. 38: Summenhäufigkeitskurve Modellvariante 1 nach Simulation.....	188
Abb. 39: Histogramm Modellvariante 2 nach Simulation.....	189
Abb. 40: Summenhäufigkeitskurve Modellvariante 2 nach Simulation.....	190
Abb. 41: Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 1 ohne risikominimierende Maßnahmen .....	194
Abb. 42: Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 1 nach Risikominimierung .....	195
Abb. 43: Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 3 ohne risikominimierende Maßnahmen .....	196
Abb. 44: Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 3 nach Risikominimierung .....	197
Abb. 45: Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 4 ohne risikominimierende Maßnahmen .....	198

Abb. 46: Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 4 nach Risikominimierung .....	198
Abb. 47: Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 9 ohne risikominimierende Maßnahmen .....	200
Abb. 48: Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 9 nach Risikominimierung .....	200
Abb. 49: Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 10 ohne risikominimierende Maßnahmen .....	201
Abb. 50: Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 10 nach Risikominimierung .....	202
Abb. 51: Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 11 ohne risikominimierende Maßnahmen .....	203
Abb. 52: Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 11 nach Risikominimierung .....	203
Abb. 53: Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 12 ohne risikominimierende Maßnahmen .....	204
Abb. 54: Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 12 nach Risikominimierung .....	205
Abb. 55: Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 14 ohne risikominimierende Maßnahmen .....	206
Abb. 56: Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 14 nach Risikominimierung .....	206
Abb. 57: Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 15 ohne risikominimierende Maßnahmen .....	207
Abb. 58: Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 15 nach Risikominimierung .....	208
Abb. 59: Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 18 ohne risikominimierende Maßnahmen .....	209
Abb. 60: Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 18 nach Risikominimierung .....	209
Abb. 61: Vergleichende Darstellung Histogramm des Gesamtrisikos mit und ohne Maßnahmen .....	211
Abb. 62: Kontext von Maßnahmenbudget und Restrisiko .....	215

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Mögliche Risiken des Risikofelds Scope .....	45
Tab. 2: Mögliche Risiken des Risikofelds Time .....	47
Tab. 3: Mögliche Risiken des Risikofelds Cost .....	49
Tab. 4: Mögliche Risiken des Risikofelds Quality .....	50
Tab. 5: Mögliche Risiken des Risikofelds Human Resource .....	52
Tab. 6: Mögliche Risiken des Risikofelds Communication .....	54
Tab. 7: Mögliche Risiken des Risikofelds Risk .....	55
Tab. 8: Mögliche Risiken des Risikofelds Procurement .....	57
Tab. 9: Mögliche Risiken des Risikofelds Planning & Initiation .....	60
Tab. 10: Mögliche Risiken des Risikofelds Requirements .....	61
Tab. 11: Mögliche Risiken des Risikofelds Design .....	64
Tab. 12: Mögliche Risiken des Risikofelds Development .....	66
Tab. 13: Mögliche Risiken des Risikofelds Test .....	69
Tab. 14: Mögliche Risiken des Risikofelds Implementation & Roll-Out .....	72
Tab. 15: Mögliche Risiken des Risikofelds Post-Implementation .....	74
Tab. 16: Mögliche Risiken des Risikofelds Programme Office .....	75
Tab. 17: Mögliche Risiken des Risikofelds Integration with Business Functions .....	77
Tab. 18: Mögliche Risiken des Risikofelds Strategic Alignment .....	79
Tab. 19: Mögliche Risiken des Risikofelds Corporate Culture .....	80
Tab. 20: Mögliche Risiken des Risikofelds Stakeholders .....	81
Tab. 21: Mögliche Risiken des Risikofelds Business Environment .....	83
Tab. 22: Mögliche Risiken des Risikofelds Process Alignment .....	84
Tab. 23: Mögliche Risiken des Risikofelds Portfolio .....	85
Tab. 24: Aggregierte Ergebnisse der empirischen Erhebung .....	104
Tab. 25: Aggregierte Kosten und Wirkungen der Maßnahmen .....	109
Tab. 26: Übersicht Kombinationsmaßnahmen .....	111
Tab. 27: Zuordnung von Einzel-, Kombinations- und Mehrfachnutzen zu den einzelnen Risiken .....	115
Tab. 28: Übersicht Projektvolumen und Maßnahmenbudget .....	116
Tab. 29: Optimales Maßnahmenportfolio .....	167
Tab. 30: Optimales Maßnahmenportfolio Modellvariante 1 .....	169
Tab. 31: Optimales Maßnahmenportfolio Modellvariante 2 .....	171
Tab. 32: Übersichtsrechnung Ausgangsmodell .....	191
Tab. 33: Übersichtsrechnung Modellvariante 1 .....	192
Tab. 34: Übersichtsrechnung Modellvariante 2 .....	192
Tab. 35: Gesamtkosten .....	193
Tab. 36: Übersichtsrechnung Ausgangsmodellierung .....	213
Tab. 37: Übersichtsrechnung ohne Risikoprävention .....	214
Tab. 38: Vergleichende Gesamtübersicht .....	214
Tab. 39: Fragebogen der empirischen Erhebung .....	235

## Abkürzungsverzeichnis

a.a.O.	am angeführten Ort
bspw.	beispielsweise
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
d.h.	das heißt
DIN	Deutsche Industrie Norm
DV	Datenverarbeitung
EDV	elektronische Datenverarbeitung
ERP	Enterprise Resource Planning
etc.	et cetera
GDPdU	Grundsätze zum Datenzugriff und zur Prüfung digitaler Unterlagen
GE	Geldeinheiten
Ghz	Gigahertz
i.d.R.	in der Regel
IDW	Institut der Wirtschaftsprüfer
IT	Informationstechnologie
KonTraG	Gesetz zur Kontrolle und Transparenz im Unternehmen
MS	Minderung Schadenshöhe
NS	Neue Schadenshöhe
o.g.	oben genannt
PC	Personalcomputer
R	Risiko
S.	Seite
sog.	so genannte
SW	Software
Vgl.	vergleiche
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil



# 1 Einleitung

## 1.1 Problemstellung

Das Aufgabenfeld der Unternehmensführung unterliegt in den letzten Jahrzehnten einem tief greifenden und grundlegenden Wandel. Anpassungsfähigkeit an sprunghafte, kurzzyklische Veränderungen, höhere Kundenorientierung, gesteigerte Innovationstätigkeiten und die Bewältigung steigender Komplexität sind charakteristische Bedingungen für die Anforderungen am Markt.

Die Unternehmen müssen dem technischen Fortschritt, zunehmender Individualisierung der Kundenwünsche und der Globalisierung des Wettbewerbs gerecht werden, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Sie müssen in der Lage sein, neue Kompetenzen und Fähigkeiten zu erwerben, um der schnellen Veralterung bestehenden Wissens entgegenzuwirken. Erfolgreiche Managementsysteme müssen zukünftig gewährleisten, dass der Produktionsfaktor Wissen optimal bewirtschaftet und in greifbare Wettbewerbsvorteile umgewandelt wird.

Um diese Ziele zu erreichen, ist die Arbeitsform des Projektes zur Bewältigung der komplexen Herausforderungen immer weiter in den Unternehmensalltag integriert worden. Aufgaben werden zunehmend in Projekten bearbeitet, was dazu führt, dass Projekte als Form der Arbeitsorganisation, bezogen auf den gesamten Wertschöpfungsprozess von Unternehmen, eine ständig steigende Bedeutung erfahren. Dies gilt insbesondere für den IT-Bereich, der mit seinen sich schnell ändernden Produkten, Systemumgebungen und zahlreichen Weiterentwicklungen als Ergebnis gesetzlicher Anforderungen eine besondere Dynamik aufweist.

Da Unternehmen Projekte als geeignete Arbeitsform sehen, um den geschilderten Anforderungen zu genügen, wird es für diese Unternehmen immer wichtiger, Projekte auch mit dem festgelegten Umfang, in der geplanten Zeit und innerhalb des veranschlagten Budgets umzusetzen. Die Kompetenz, Projekte erfolgreich durchzuführen, entwickelt sich zu einer Notwendigkeit, um im Wettbewerb bestehen zu können und stellt einen zentralen Wettbewerbsfaktor gegenüber der Konkurrenz dar.

Insofern ist es erstaunlich, dass eine Vielzahl von Projekten nicht zeitgerecht beendet oder sogar gestoppt wird, viele IT-Projekte die geplanten Kosten übersteigen, ihr Go-Live-Datum nicht halten können oder nie den erforderlichen Funktionsumfang erreichen.

Die Praxis hat bisher keine Lösungen gefunden, um diese Problemstellungen grundsätzlich zu bewältigen und somit den Projekterfolg zu garantieren. Stellt die Arbeitsform des Projektes doch keine geeignete Aufgabenlösung sicher, um den Anforderungen am Markt zu genügen? Wie sind Projekte kontrollier- und steuerbar? Oder verfügen die Unternehmen einfach nicht über genügend Know-how, um Projekte erfolgreich durchzuführen? Eine solche Betrachtung wirft die zentrale Frage auf, wie Projektrisiken erkannt, durch geeignete Gegenmaßnahmen behoben und die Projekte unter Kontrolle gebracht werden können. Diese Aufgaben kann nur ein umfassendes Projekt-Risikomanagement leisten, welches potentielle Risiken während des gesamten Projektes und bereits davor frühzeitig erkennt, analysiert und durch die Ergreifung geeigneter Gegenmaßnahmen behebt.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Thematik des Projekt-Risikomanagements und entwickelt eine Methodik, wie sowohl in der Planungsphase, als auch während eines laufenden IT-Projektes potentielle Risiken analysiert und minimiert werden können.

Die Arbeit widmet sich dabei eingehend der Frage, wie Projektrisiken durch den Einsatz von quantitativen Verfahren beurteilt werden können und wie basierend auf dieser Beurteilung präventiv ein optimales Maßnahmenbündel zur Minimierung des Projekt-Gesamtrisikos bestimmt werden kann.

## **1.2 Vorgehensweise**

Im Anschluss an diesen einführenden Teil werden in Kapitel 2 zunächst die Grundlagen des Projektmanagements, eine Typisierung sowie die Beschreibung eines Phasenkonzepts von IT-Projekten dargestellt.

Im nächsten Schritt werden die Grundlagen der Risikoanalyse erläutert (Kapitel 3). Zunächst wird hier der Risikobegriff präzisiert. Anschließend wird gezeigt, wie Risiken quantifiziert und Risikogrößen empirisch bestimmt werden können. Auf dieser Grundlage wird die Anwendung der Monte-Carlo-Simulation erläutert und die Bedeutung der Simulationsläufe begründet.

In Kapitel 4 wird das Management von IT-Projektrisiken beleuchtet und als Prozess dargestellt. Im folgenden Kapitel 5 werden unter Verwendung eines „Project Risk Models“ aus der Praxis verschiedene Dimensionen der Risikoanalyse (Project Management Risk, Product Life Cycle Risk, Project Support Risk und Project Environment Risk) untersucht.

Die Darstellung der für diese Arbeit durchgeführten empirischen Erhebung findet in Kapitel 6 statt. Neben der Schilderung der Untersuchungskonzeption (Methodische Grundlagen, Abgrenzung und Erhebungsgruppe) werden insbesondere die Umfrageergebnisse ausgewertet und präsentiert. In Kapitel 7 erfolgt eine softwaregestützte Risikoanalyse durch Simulation auf der Grundlage des empirisch erhobenen Datenmaterials.

Einen Schritt weiter führt die Entwicklung und Implementierung eines Optimierungsmodells zur Bestimmung des Maßnahmenbündels für die Risikoprävention (Kapitel 8). In Kapitel 9 erfolgt dann die Zusammenführung der Analyseverfahren und Modellierungen im Rahmen einer erweiterten Risikoanalyse zur optimalen Risikoprävention. Abgerundet wird dieser Abschnitt durch eine Darstellung des Risikomanagements im Kontext des verfügbaren Maßnahmenbudgets und des Restrisikos sowie einer kritischen Würdigung der erzielten Ergebnisse.

Die Arbeit schließt mit einer zusammenfassenden Betrachtung der dargestellten Inhalte und liefert einen Ausblick auf die Zukunft des IT-Projekt-Risikomanagements.

## 2 Grundlagen des Projektmanagements

### 2.1 Zur Definition des Begriffs Projekt

Im Hinblick auf die Fachliteratur gibt es keine allgemein akzeptierte Definition des Projektbegriffs, vielmehr ist dieser in starkem Maße durch seine unterschiedliche Verwendung in der Praxis geprägt.

Nach der DIN 69901 wird ein Projekt als „Vorhaben, das im Wesentlichen durch Einmaligkeit der Bedingungen in ihrer Gesamtheit gekennzeichnet ist, wie z.B. Zielvorgaben, zeitliche, personelle oder andere Begrenzungen, Abgrenzung gegenüber anderen Vorhaben und eine projektspezifische Organisation“<sup>1</sup> definiert.

Pragmatischer kann die folgende Kurzdefinition angewandt werden, welche ein Projekt als „einmaliges Vorhaben einer Aufgabenausführung“<sup>2</sup> bezeichnet und der in der vorliegenden Arbeit gefolgt wird.

Typische Merkmale eines Projektes sind hohe Komplexität, festgelegter Umfang, Interdisziplinarität, Einmaligkeit, zeitliche Begrenzung, Risiko und zielgerichtetes Vorgehen. Enthält ein Projekt viele schwer vorausbestimmbare Teilaktivitäten und Interdependenzen, deren Wirksamkeiten oft über einen Unternehmensbereich hinausgehen, handelt es sich um ein komplexes Projekt. Zur Lösung der Aufgaben müssen Spezialisten mit interdisziplinären Fähigkeiten in die Projektarbeit eingebunden werden.<sup>3</sup> Der Umfang eines Projektes muss zu Projektbeginn festgelegt werden.

Die Projektaufgabe ist ein einmaliges Vorhaben. Neue, noch unbekannte, oder in dieser Kombination unbekannte Anforderungen und Teilaufgaben treten auf. Das Projekt ist zeitlich begrenzt, ein festes Projektende ist vorgesehen. Das erwartete Projektergebnis kann nicht mit absoluter Sicherheit festgelegt werden. Es wird lediglich dann von einem Projekt gesprochen, wenn die Ausführung der Projektaufgabe mit Unsicherheit verbunden ist.<sup>4</sup> Es muss ein klar definiertes Ziel vorliegen, welches durch die Arbeit im Projektteam gemeinsam erreicht werden soll und kann.

Abschließend lassen sich gegenüber routinemäßigen und gewöhnlichen Geschäftsprozessen eine Vielzahl weiterer Merkmale für Projekte herausstellen. Bei-

---

<sup>1</sup> Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 69901, Ausgabe 1987-08; zitiert in: Steinbuch, Pitter: Projektorganisation und Projektmanagement, Kiel 1998, S. 24

<sup>2</sup> Steinbuch, Pitter, a.a.O., S. 24

<sup>3</sup> Vgl. Corsten, Hans; Corsten, Hilde: Projektmanagement, München 2000, S. 2f

<sup>4</sup> Vgl. Steinbuch, Pitter, a.a.O., S. 25

spiele hierfür sind Ressourcenabhängigkeiten, Konzentration auf Aktivitäten und eine weitgehende Freiheit von hierarchischen Strukturen.

## 2.2 Zum Verständnis des Begriffs Projektmanagement

Ein entscheidender Faktor in der Projektarbeit ist das Projektmanagement. Diethelm beschreibt das Projektmanagement anhand einer Reihe von Merkmalen, welche er als die „Sieben Pros“ des Projektmanagements bezeichnet.<sup>5</sup>

Merkmal	Bedeutung
<b>Problemorientiert</b>	Projekte lösen Probleme
<b>Professionell</b>	Fachkompetenz ist erforderlich
<b>Prospektiv</b>	Projekte müssen geplant werden
<b>Proaktiv</b>	Projekte sind interdisziplinär und kommunikativ auszurichten
<b>Produktiv</b>	Projekte sind ergebnisbezogen zu beurteilen
<b>Prototyp</b>	Projekte sind einmalig und selten identisch
<b>Prohuman</b>	Projektarbeit ist weitgehend hierarchiefreie Teamarbeit - sie ist von Menschen für Menschen gemacht

**Abbildung 1:** „Sieben Pros“ des Projektmanagements

Quelle: Diethelm, Gerd, a.a.O., S. 8

Nach DIN 66901 ist das Projektmanagement die „Gesamtheit von Führungsaufgaben, -organisation, -techniken und –mitteln für die Abwicklung eines Projektes.“<sup>6</sup> Vereinfachend lässt sich das Projektmanagement als „Gesamtheit der Führungsaufgaben zur Projektabwicklung“<sup>7</sup> definieren.

<sup>5</sup> Vgl. Diethelm, Gerd: Projektmanagement, Berlin 2000, S.

<sup>6</sup> Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 69901, Ausgabe 1987-08; zitiert in: Steinbuch, Pitter: a.a.O., S. 27

<sup>7</sup> Steinbuch, Pitter, a.a.O., S. 27

Projektmanagement ist sowohl die Kunst als auch die Wissenschaft des Entwickelns und Koordinierens von Kenntnissen, Fachwissen, Werkzeugen und Techniken sowie des Planens von Aktivitäten zur Erreichung eines definierten Projektziels.<sup>8</sup>

Die wissenschaftliche Analyse des Projektmanagements hat die Zielsetzung, verschiedenartige Managementwerkzeuge, wie z.B. Netzwerkdigramme oder Ressourcen-Histogramme, richtig einzusetzen. Die Kunst des Projektmanagements hingegen besteht in der Beantwortung der Fragestellung, wann und unter welchen Bedingungen die verschiedenen Werkzeuge genutzt werden.<sup>9</sup> Wichtig ist, dass der Produktionsfaktor Wissen bestmöglich eingesetzt und mit Hilfe des Projektmanagements in greifbare Wettbewerbsvorteile verwandelt wird. „Projektmanagement ist in dieser Hinsicht nicht ausschließlich als Führungstechnik zu verstehen, sondern als Ordnungsmuster zur Bewältigung komplexer Aufgaben in einer turbulenten Welt.“<sup>10</sup>

Projektmanagement ist immer im Zusammenhang mit der Umwelt zu sehen, in welche das Projekt eingebunden wird, um mögliche Abhängigkeiten und Interdependenzen zu nutzen. Somit ist bspw. die frühzeitige Einbindung der Betroffenen ein entscheidender Erfolgsfaktor des Projektmanagements.

Die Stärken des Projektmanagements liegen in dessen Flexibilität und Innovationspotential. Gefahren sind in der Überbetonung von Sonderaktionen und einer tendenziellen Vernachlässigung der Improvisation zu sehen. Darüber hinaus kann die Einführung von Projektmanagement bei den Linienmitarbeitern zu dem Eindruck der Abwertung ihrer Tätigkeiten führen.<sup>11</sup>

## **2.3 Aufgaben und Nutzen des Projektmanagements**

In den Verantwortungsbereich des Projektmanagements fällt eine Vielzahl von wichtigen Aufgaben, welche im Projektverlauf ausgeführt werden müssen. Relevante Tätigkeiten sind Projektinitialisierung, Projektplanung, Projektleitung, Projektdurchführung, Projektcontrolling, Projektrisikomanagement<sup>12</sup> und der Projektabschluss.

Die Aufgabe der Projektinitialisierung beinhaltet die Vorbereitung und Durchführung aller Aktivitäten zum Projektstart, wie z.B. die Anmeldung des Projektes sowie vertragliche und organisatorische Regelungen.

---

<sup>8</sup> Vgl. Dye, L-D. / Pennypacker, J.-S.: Project Portfolio Management, West Chaster 1999, S. xii

<sup>9</sup> Vgl. Dye, L-D. / Pennypacker, J.-S., a.a.O., S. xii

<sup>10</sup> Balzer, Helmut: Den Erfolg im Visier, 1. Auflage, Stuttgart 1998, S. 19

<sup>11</sup> Vgl. Corsten, Hans; Corsten, Hilde, a.a.O., S. 11

<sup>12</sup> Anmerkung: Die Aufgabe des Projektrisikomanagements wird an dieser Stelle nicht weiter erläutert. Eine umfassende Erläuterung erfolgt in Kapitel 4.

Die Projektplanung stellt eine der wesentlichsten Aufgaben im Rahmen des Projektmanagements dar. Nur wenn ein Projekt umfassend geplant wird, kann es in der geforderten Zeit mit dem verfügbaren Budget und der erwarteten Qualität realisiert werden. Durch die Projektplanung wird deutlich, welche konkreten Aufgaben zur Zielerreichung durchgeführt werden müssen, wie viele Ressourcen für die geplanten Aktivitäten benötigt werden und wann welche Aufgaben begonnen bzw. beendet sein müssen.

Die Projektleitung umfasst die Führung der Mitarbeiter und die Verantwortung für den Lösungsprozess, welcher die Projektsteuerung und die Projektkoordination beinhaltet.

Der Projektleiter ist verantwortlich dafür, dass das Projekt in allen Projektphasen innerhalb der vorgegebenen Rahmenbedingungen durchgeführt wird. Schließlich trägt der Projektleiter die Verantwortung für das Projektergebnis.

Auch die Projektdurchführung gehört zum Aufgabenspektrum des Projektmanagements. Der Projektleiter sollte unmittelbar an der Projektarbeit beteiligt sein.

Das Projektcontrolling ist eine notwendige Aufgabe zur Kostenkontrolle der Aktivitäten. Durch die regelmäßige Verfolgung der Aufwände, ggf. geschlüsselt nach Arbeitspaketen, kann der Projektleiter exakt nachvollziehen, was die einzelnen Aktivitäten und das Gesamtprojekt kosten. Ein Controlling ist zwingend erforderlich, um das dem Projekt zugeteilte Budget nicht zu überschreiten. Ist durch ein erfolgreiches Controlling frühzeitig absehbar, dass nicht mehr genug Budget vorhanden ist, muss ggf. überlegt werden, welche Funktionalitäten bzw. Aufgaben nicht mehr im Rahmen des Projektes erstellt oder durchgeführt werden können.

Mit dem Projektabschluss werden die Aufgaben des Projektmanagements beendet. Hierunter fällt z.B. die Erarbeitung von Projektnachweisen wie dem Projektabschlussbericht.<sup>13</sup>

Der Nutzen des Projektmanagements liegt darin, dass die einzelnen Projektmitglieder einer abgestimmten, detaillierten Vorgehensweise folgen können. Es findet eine effiziente Nutzung der eingesetzten Ressourcen in Form von Personal, Ausstattung, Raum und Budget statt. Durch umfangreiche Methoden und Instrumente, welche im Bereich des Projektmanagements angewendet werden, ist es zudem möglich, ein realistisches Bild der Projektsituation zu entwickeln und den Beteiligten zu ver-

---

<sup>13</sup> Vgl. Steinbuch, Pitter, a.a.O., S. 27

deutlichen, damit die Projektmitarbeiter situationsgemäß auf das Projektziel hinarbeiten können.<sup>14</sup>

Oft ergibt sich allerdings auch Widerstand gegen projektbezogene Arbeit. Gründe hierfür sind Unwissenheit, Trägheit, Beharren auf dem Status Quo, Angst vor Wandel sowie Widerstand aus Überzeugung und Erfahrung.<sup>15</sup> Diesem Widerstand kann durch eine frühzeitige Involvierung der beteiligten Personen in das Projekt begegnet werden.

## **2.4 Anforderungen an das Projektmanagement**

Die an das Projektmanagement gestellten Anforderungen lassen sich in drei wesentliche Bereiche gliedern: fachliche, wirtschaftliche und soziale Anforderungen.<sup>16</sup>

Die fachlichen Anforderungen zielen auf eine möglichst gute Problemlösung hinsichtlich der fachlichen Fragestellungen, für welche das Projekt aufgesetzt wurde. Hierfür ist es zwingend notwendig, geeignete Spezialisten aus betroffenen Fachbereichen in die Projektarbeit zu integrieren. Die fachliche Expertise der Spezialisten stellt einen wesentlichen Erfolgsfaktor für den Projektverlauf dar.

Wirtschaftliche Anforderungen an das Projektmanagement bestehen im Hinblick auf einen möglichst sparsamen Verbrauch der Ressourcen Personal, Sachmittel und Zeit.

Im Rahmen der Projektinitialisierung werden dem Projekt geeignete Budgetmittel zugeordnet. Während des Projektverlaufs gilt es, das geplante Budget einzuhalten, und das Projekt innerhalb der vorgegebenen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zu realisieren.

Unter den sozialen Anforderungen wird die weitgehende Berücksichtigung von Mitarbeiterbelangen bei der Durchführung des Projektes verstanden.

Beispielsweise gibt es häufig einen Konflikt zwischen den täglichen Linien- und den Projektaufgaben, welche einem Mitarbeiter zugeteilt werden. Bereits zum Zeitpunkt der Projektplanung muss darauf geachtet werden, dass der Projektmitarbeiter eine ausreichende Freistellung von seinen Linienaufgaben für das Projekt erhält. Andernfalls steht der Projektmitarbeiter in ständigem Konflikt hinsichtlich der

---

<sup>14</sup> Vgl. Diethelm, Gerd, a.a.O., S. 28

<sup>15</sup> Vgl. Diethelm, Gerd, a.a.O., S. 29

<sup>16</sup> Vgl. Steinbuch, Pitter, a.a.O., S. 27ff



Priorisierung seiner Aufgaben, wodurch er schnell die Motivation verlieren kann, im Projekt erfolgreich mitzuarbeiten.

Diese weit reichenden Anforderungen werden an das Projektmanagement im Allgemeinen gestellt und verlangen nach einer vollständigen Berücksichtigung.<sup>17</sup>

Weitere konkrete Anforderungen an das Projektmanagement sind z.B. klare Organisationsrichtlinien, eindeutige Regeln für das Vorgehen in der Projektabwicklung, eindeutige Zuständigkeiten und Kompetenzen, effiziente Projektsteuerung und zielführende Kommunikation.

## **2.5 Typisierung von IT-Projekten**

Die vorliegende Arbeit bezieht sich auf das Risikomanagement für IT-Projekte. Ziel der meisten IT-Projekte ist es, einen oder mehrere Fachbereiche mit neuer oder veränderter Informationstechnologie zu optimieren.

Aufgrund ihrer stark interdisziplinären Prägung zeichnen sich IT-Projekte i.d.R. durch eine hohe Komplexität aus. Diese Komplexität stellt individuelle Anforderungen an IT-Projekte. So bieten diese Projekte neben der Realisierung technischer Verbesserungen häufig die Möglichkeit und die Herausforderung, eine Optimierung der bestehenden Unternehmensprozesse durchzuführen.

Bei IT-Projekten kommt der Technik in Form von Hardware und Software eine wichtige Bedeutung zu. Zudem müssen relevante gesetzliche Anforderungen eingehalten werden, wie z.B. Datenschutz und –sicherheit sowie Dokumentationsrichtlinien. Letztendlich erfordern IT-Systeme in den meisten Fällen Systempflege, Wartung und ein entsprechendes Versionsmanagement für die Software.

Die vorliegende Arbeit legt folgende Typisierung von IT-Projekten zugrunde:

- Erweiterungs- und Reduktionsprojekte
- Ablösungsprojekte
- Wartungs- und Weiterentwicklungsprojekte
- Obligatorische Projekte
- Outsourcing

Eine nähere Charakterisierung der einzelnen Kategorien findet in den folgenden Abschnitten statt.

---

<sup>17</sup> Vgl. Steinbuch, Pitter, a.a.O., S. 28

### *2.5.1 Erweiterungs- und Reduktionsprojekte*

Bei Erweiterungs- und Reduktionsprojekten geht es darum, bestehende Systeme bzw. ihren Funktionsumfang zu erweitern oder zu reduzieren. Zunächst wird dabei eine Ist-Analyse zur Bestimmung des gegenwärtigen System-Zustands durchgeführt. Im nächsten Schritt ist ein neues Pflichtenheft zu erstellen bzw. ein bestehendes zu erweitern. Auf Basis dieses Pflichtenhefts wird identifiziert, wo Erweiterungen notwendig und Reduktionen möglich sind. Im Anschluss daran können die entsprechenden Veränderungen am System vorgenommen werden. Als Beispiele können hier die Erweiterung der Rechnerkapazität aufgrund steigenden Verarbeitungsvolumens oder der peripheren Speicherkapazität aufgrund zunehmenden Datenvolumens angeführt werden.

### *2.5.2 Ablösungsprojekte*

Ablösungsprojekte werden durchgeführt, wenn eine veraltete Infrastruktur zur Bereitstellung der gleichen Leistung erneuert werden soll. Es müssen alle bestehenden Prozesse mit dem neuen System abgedeckt werden, zudem sollen in den meisten Fällen auch die Abläufe verbessert werden. Bei solchen Ablösungsprojekten müssen i.d.R. alle Daten in das neue System übernommen und eventuell in anderer Form gruppiert werden. Dies ist ein hochsensibler Prozess, bei dem keine Daten verloren gehen dürfen. Die Systeme laufen zeitweise im Parallelbetrieb, bis alle Prozesse vollständig umgestellt und alle Daten übernommen wurden. Beispiele sind der Austausch von alten PC's und Netzwerkelementen.

### *2.5.3 Wartungs- und Weiterentwicklungsprojekte*

Nachdem ein System implementiert wurde, muss es in regelmäßigen Abständen gewartet werden. Diese Wartung wird i.d.R. als ein eigenständiges Projekt angesehen und läuft in den meisten Fällen über einen sehr langen Zeitraum. Neben der Wartung muss ein System zusätzlich regelmäßig weiterentwickelt werden, d.h. neue Releases müssen implementiert und neue Anforderungen berücksichtigt werden. Diese Projekte werden zur Erzielung von Kosteneinsparungen und zur Erreichung von strategischen Wettbewerbsvorteilen durchgeführt. Ein relevantes Beispiel ist die Einführung von ERP-Systemen. Diese Art von IT-Projekt hat eine wesentliche Bedeutung für die vorliegende Arbeit. Die weiteren Erhebungen, Modellierungen und Darstellungen in

dieser Arbeit werden sich auf die Implementierung von ERP-Systemen und somit auf Weiterentwicklungsprojekte beziehen.

#### *2.5.4 Obligatorische Projekte*

Eine wichtige Gruppe von IT-Projekten bilden die obligatorischen Projekte. Ihre Bedeutung liegt darin begründet, dass die Notwendigkeit ihrer Durchführung durch gesetzliche Bestimmungen vorgeschrieben wird. Es existieren zeitliche Fristen, die bei der Projektumsetzung eingehalten werden müssen. Ein Beispiel für diese Art von Projekten stellen GDPdU-Projekte<sup>18</sup> dar.

#### *2.5.5 Outsourcing-Projekte*

Anschließend sind noch die Outsourcing-Projekte zu nennen. Gegenstand der Outsourcing-Projekte ist zunächst eine Analyse der bestehenden IT und die anschließende Überlegung, ob es sinnvoll ist, die IT bzw. bestimmte Bereiche der IT an externe EDV-Abteilungen bzw. Serviceanbieter auszulagern. Im Rahmen der Analyse findet ein detaillierter Vergleich der Kosten und Nutzen der unterschiedlichen möglichen Alternativen statt, bevor eine Entscheidung für eine Alternative getroffen wird. Die Durchführung des Outsourcings und die damit verbundenen Veränderungen der bestehenden Systeme und Prozesse werden schließlich in Outsourcing-Projekten durchgeführt.

### **2.6 Phasenkonzept zur Strukturierung von IT-Projekten**

Um Projekte zielgerichtet durchführen zu können, müssen diese basierend auf einer angemessenen Prozessorganisation mit unterschiedlichen zu durchlaufenden Phasen geplant werden. Es gibt zahlreiche verschiedene Phasenkonzepte, welche für die unterschiedlichsten Arten von Projekten geeignet sind.

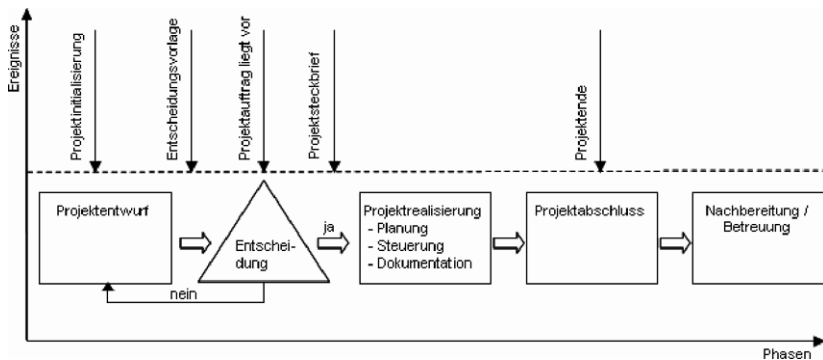
Die Reihenfolge der einzelnen Phasen folgt je nach Projekt einer zeitlichen oder logischen Anordnung. Im Ausnahmefall kann es zur Wiederholung einzelner Projektphasen kommen.

---

<sup>18</sup> GDPdU sind die „Grundsätze zum Datenzugriff und zur Prüfbarkeit digitaler Unterlagen“. Durch die im Rahmen des Steuersenkungsgesetzes vom 23.10.2000 festgelegten Änderungen der Abgabenordnung erhält die Finanzverwaltung ab dem 1.1.2002 im Rahmen von Betriebsprüfungen weitgehende Zugriffsrechte auf die Datenverarbeitungs-Systeme von Unternehmen. Vgl. GDPdU-Portal: Startseite, Online im Internet: <http://www.gdpdu-portal.com/>; Abruf 11.02.06)

Nach Auswahl eines geeigneten Phasenkonzeptes ist dieses ggf. auf die aktuelle Projektaufgabe anzupassen. Dieser Anpassungs- und Detaillierungsvorgang wird als Tailoring bezeichnet.<sup>19</sup>

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über die verschiedenen Phasen, welche in einem Projekt idealtypisch durchlaufen werden. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Phasen erfolgt in den nächsten Abschnitten.



**Abbildung 2:** Der Grobablauf von Projekten

Quelle: Entworfen und gezeichnet Verfasserin in Anlehnung an: Balzer Helmut, a.a.O., S. 56

### 2.6.1 Projektentwurf

Bevor ein Projekt realisiert werden kann, muss zunächst ein Projektentwurf erstellt werden, der dabei hilft, die möglichen Probleme zu analysieren, richtige Lösungswege aufzuzeigen, die dazu erforderlichen Maßnahmen zu definieren, sowie einen groben Nachweis über Nutzen, Kosten und Termine zu erbringen. Die Erarbeitung des Projektentwurfs wird anhand von sieben Schritten durchgeführt.<sup>20</sup>

Zunächst muss das Ziel des Projektes eindeutig definiert werden, so dass dieses für alle Beteiligten unmissverständlich klar ist. Anschließend findet eine Analyse des künftigen Projektes statt, bei der ein gemeinsames Verständnis hinsichtlich der Ausgangssituation sowie der Problem- und Aufgabenstellung entwickelt wird. Daran schließt sich eine Prüfung der internen Rahmenbedingungen an, bei welcher vorwiegend Ressourcenrestriktionen betrachtet werden. Um ein klares Verständnis des

<sup>19</sup> Vgl. Koordinierungs- und Beratungsstelle der Bundesregierung für Informationstechnik in der Bundesverwaltung: V-Modell Entwicklungsstandard für IT-Systeme des Bundes, Online im Internet: [www.kbst.bund.de/-/279/V-Modell.htm](http://www.kbst.bund.de/-/279/V-Modell.htm), Stand 03.02.2006, Abruf 11.02.06

<sup>20</sup> Vgl. Balzer, Helmut, a.a.O., S. 56ff

Projektgegenstandes zu erhalten, müssen die Wirkungszusammenhänge von Faktoren und möglichen Ursachen begriffen werden.<sup>21</sup> Hierbei sollten zum einen Auswirkungen auf andere Projekte und zum anderen mögliche Abhängigkeiten betrachtet werden. Eine bedeutende Rolle spielt zudem das zukünftige Projektfeld, es muss geprüft werden, welche Bereiche zur Zielerreichung beitragen. Wurden Ausgangssituation und Projektziele mit ihren möglichen Einflussfaktoren hinreichend betrachtet, folgt eine Aufwandschätzung. Um zu einer realistischen Einschätzung zu gelangen, sind sämtliche Aufwände für Einarbeitung, Pflichtenhefterstellung, Spezifikation und Datenmodellierung, Realisierung, Dokumentation, Durchführung von Integrationstests und Inbetriebnahme zu berücksichtigen.

Nachdem die Schätzung durchgeführt wurde, erfolgt eine Überprüfung der Zielrealisierung durch Bewertung von Kosten und Aufwänden. Daraus resultierende Lösungsalternativen sind miteinander zu vergleichen, um auf Basis einer Beurteilung ihrer Vor- und Nachteile eine Lösung auszuwählen.

Der Projektentwurf wird abschließend in einer Entscheidungsvorlage zusammengefasst.<sup>22</sup>

### *2.6.2 Entscheidungsvorlage*

Inhalt der Entscheidungsvorlage sind die zu erreichenden Projektziele, welche in Einklang mit der Unternehmensstrategie stehen müssen. Weiterhin ist eine Kosten-Nutzen-Betrachtung notwendig, die eine Kostenaufstellung, ggf. mit Amortisationsrechnung, sowie eine Nutzen- und Aufwandsberechnung umfasst.

Neben diesen Kernpunkten sollten auch Rahmenbedingungen, deren Einfluss zu berücksichtigen ist, festgehalten werden. Zusätzlich sind Interdependenzen zu anderen Projekten zu berücksichtigen.

Den letzten Schritt stellt die Entscheidung dar, das Projekt auf Grundlage der Entscheidungsvorlage, unter Berücksichtigung der durchgeführten Berechnungen, durchzuführen oder abzulehnen.<sup>23</sup>

### *2.6.3 Projekt-Steckbrief*

Nachdem die Entscheidung für eine Alternative gefallen ist, wird der Projektauftrag in einem Projekt-Steckbrief schriftlich dokumentiert. Das Ziel besteht hierbei in der Ü-

---

<sup>21</sup> Vgl. Balzer, Helmut, a.a.O., S. 56ff

<sup>22</sup> Vgl. Balzer, Helmut, a.a.O., S. 57ff

<sup>23</sup> Vgl. Balzer, Helmut, a.a.O., S. 67f

bereinkunft zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer (Projektleiter) in Bezug auf das Projekt durch eine eindeutige Beschreibung und Abgrenzung des Projektinhalts. Bei Änderungen zu Punkten im Projektsteckbrief hat der Projektleiter die geänderten Sachverhalte per Änderungsmitteilung an die zuständige Stabsstelle zu melden.<sup>24</sup>

#### *2.6.4 Projektrealisierung*

Nachdem der Projektauftrag schriftlich im Projekt-Steckbrief dokumentiert ist, beginnt die Realisierung des Projektes. Bei der Realisierung werden insbesondere die Aufgaben der Projektplanung, der Projektsteuerung und der Projektdokumentation vom Projektteam durchgeführt.

##### *2.6.4.1 Projektplanung*

Bei der Projektplanung findet zu Beginn ein Projekt-Kick-Off statt, bei dem der ernannte Projektleiter dem Projektteam das Projekt inklusive des Projektsteckbriefes vorstellt.

Es werden die Projektstrukturen definiert, wobei das Projekt meistens in Teilprojekte zerlegt wird. Die Teilprojekte werden ihrerseits in Arbeitspakete gegliedert, die eine Kapazitäts- und Kostenschätzung enthalten. Anschließend werden die Arbeitspaketverantwortlichen benannt und es werden die zugehörigen detaillierten Aktivitäten innerhalb der Arbeitspakete geplant.

Aufgrund einer genauen Betrachtung von Budget, Ressourcen und Terminen erfolgt eine exakte Aussage über Einzeltermine oder den geplanten Endtermin des Projektes.

Schließlich müssen die zur Bearbeitung der Arbeitspakete erforderlichen Aktivitäten ermittelt werden; nur auf Ebene von Aktivitäten ist eine exakte Terminierung möglich. Der für das jeweilige Arbeitspaket verantwortliche Mitarbeiter muss alle Aktivitäten definieren, erst danach sind Abhängigkeiten (direkter Vorgänger oder Nachfolger) und Abhängigkeitsarten (z.B. Anfang-Ende-Beziehung) erkennbar.

Ein geeignetes Hilfsmittel insbesondere für die Planung des Projektes stellt die Netzplantechnik dar.<sup>25</sup>

---

<sup>24</sup> Vgl. Balzer, Helmut, a.a.O., S. 69f

<sup>25</sup> Vgl. Gabler: Wirtschaftslexikon, 14. Aufl., Wiesbaden 1997, Bd. 3 S. 2192: Die Graphentheorie ist ein Teilgebiet der mathematischen Topologie zur Bereitstellung einfacher und übersichtlicher Hilfsmittel für die Konstruktion von Modellen und die Lösung von Problemen, die sich mit der diskreten Anordnung von Objekten befassen. Insbesondere im Bereich des Projektmanagements und

„Unter Netzplantechnik ist ein integratives Verfahren zur Struktur-, Zeit-, Kapazitäts- und Kostenplanung von Projekten zu verstehen. Graphentheoretisch ist ein Netzplan ein bewerteter, gerichteter Graph ohne Schleifen. Er besteht aus Knoten und Pfeilen.“<sup>26</sup>

Durch einen Knoten kann ein Vorgang als Geschehen mit definiertem Anfangs- und Endknoten oder als ein Ereignis in Form eines Zustandes auf der Zeitachse dargestellt werden. Durch Pfeile werden Vorgänge oder Ordnungsbeziehungen dargestellt. Die einzelnen Elemente eines Netzplanes sind Vorgänge, Ereignisse und Ordnungsbeziehungen. Basierend auf diesen Elementen können schließlich Vorgangsknotennetze, Vorgangspfeilnetze oder Ereignisknotennetze dargestellt werden. Die Netzplantechnik bietet somit zahlreiche Möglichkeiten Projektpläne zu definieren und zu gestalten.<sup>27</sup>

Im nächsten Schritt wird die Termin- und Budgetplanung erstellt. Mit Hilfe von Balkendiagrammen wird die Zeitplanung visualisiert; ein Balken entspricht i.d.R. einem Arbeitspaket mit definiertem Anfangs- und Endzeitpunkt und zugehöriger Ressourcenzuordnung.

Das Planbudget wird innerhalb des jeweiligen Projektes durch die Kostenschätzung der entsprechenden Teilprojekte herunter gebrochen und bis auf Arbeitspaketebene ermittelt. Die Planressource Mitarbeiter wird innerhalb des Teilprojektes bzw. Arbeitspaketes in Personentagen angegeben.

#### 2.6.4.2 Projektsteuerung

Unter der Projektsteuerung versteht man die „Realisierung und Sicherung der Abwicklung des Projektes gemäß dem Projektauftrag und –plan.“<sup>28</sup> Durch die Projektsteuerung soll die Erreichung der inhaltlichen Projektziele unter Einhaltung der Projektvorgaben, wie z.B. Termin- und Budgetbeschränkungen gewährleistet werden.

---

der Logistik haben die aus der Graphentheorie resultierenden Verfahren der Netzplantechnik praktische Anwendung gefunden.

<sup>26</sup> Corsten, Hans; Corsten, Hilde; a.a.O., S. 149

<sup>27</sup> Die Thematik der Netzplantechnik stellt ein wichtiges Thema im Bereich des Projektmanagements dar und wird ausführlich in der Literatur behandelt. Eine tiefergehende Beschreibung soll in der vorliegenden Arbeit nicht dargestellt werden, Zum tieferen Verständnis ist insbesondere zu verweisen auf folgende Quellen: Küpper, Willi; Lüder Klaus; Streitferdt Lothar: Netzplantechnik, Würzburg 1975; Altrogge, Günter: Netzplantechnik, 3. Auflage, München 1996; Schwarze, Jochen: Projektmanagement mit Netzplantechnik, 8. Auflage, Herne 2001; Litke, Hans-Dieter: Netzplantechnik im Projektmanagement, in: Litke, Hans-Dieter: Projektmanagement: Handbuch für die Praxis, München 2005, S. 346-370

<sup>28</sup> Vgl. Steinbuch, Pitter, a.a.O., S. 255

Die Projektsteuerung lässt sich in die Aufgabenbereiche Koordination, Veranlassung der Durchführung einer Arbeitsaufgabe und Abstimmung unterteilen.

Bei der Koordination werden fachliche, terminliche und qualitative Anforderungen koordiniert, um das Projektziel bestmöglich zu erreichen.

Die Veranlassung der Durchführung einer Arbeitsaufgabe schließt sich an die Koordination an. Die Aufgaben werden ausführlich diskutiert, und es werden Arbeitsverfahren, einzusetzende Tools und Terminvorgaben festgelegt.

Der letzte Schritt besteht in der Abstimmung der in den jeweiligen Teilprojekten erzielten Teillösungen im Hinblick auf die Erreichung der übergeordneten Projektziele. Die Teillösungen werden miteinander verglichen und bei Bedarf aufeinander abgestimmt, um zu einer einheitlichen und homogenen Gesamtlösung zu kommen.<sup>29</sup>

Ein Projekt zu steuern bedeutet insbesondere, dass der Projektverlauf in seiner Gesamtheit planmäßig sichergestellt wird. Hierzu ist es notwendig, den Status der Projektarbeit kontinuierlich zu analysieren. Im laufenden Projekt sind spezifische Parameter kontinuierlich zu überwachen, um frühzeitig Indikatoren für eine Planabweichung zu erhalten. Solche Parameter sind insbesondere der aktuelle Anfangs- und Endtermin, sowie Terminüberschreitungen, der Fertigstellungsgrad (offene Aktivitäten), Aufwand- und Ressourceneinsatz und die Kosten (Budgetüber- und unterschreitungen). Bei der Projekt-Ist-Analyse steht die Frage „Wo stehen wir?“ im Vordergrund, welche durch einen qualitativen und quantitativen Projektstatusbericht zu beantworten ist. Die Projekt-Soll-Analyse betrachtet die Frage „Wo sollten wir stehen?“ und die bei Ist-Soll-Abweichung resultierende Maßnahmenenergreifung beantwortet konkret die Frage „wer, macht was, bis wann?“, um die Abweichung zu beheben. Dabei ist nicht nur von Bedeutung, durch welche Maßnahmen die Ist-Soll-Abweichungen zu beseitigen sind, sondern auch, wie diese zukünftig vermieden werden können.

In diesem Zusammenhang ist es wichtig, dass Risiken für die Zielerreichung bereits in der Projektplanung erkannt werden, um frühzeitig korrigierende Maßnahmen einzuleiten bzw. eine geeignete Planungsänderung nach Freigabe durch den Lenkungsausschuss als oberstem Entscheidungsgremium des Projektes vorzunehmen. Eine effektive Projektsteuerung ist letztendlich nur möglich, wenn der In-

---

<sup>29</sup> Vgl. Steinbuch, Pitter, a.a.O., S. 255



formationsfluss wichtiger Daten für die Projektbeurteilung ausreichend gewährleistet ist.<sup>30</sup>

#### *2.6.4.3 Projektdokumentation*

Eine bedeutende Aufgabe bei der Projektrealisierung ist die Dokumentation. Diese umfasst sowohl die Dokumentation von Projektmanagementaktivitäten in Form von Aufwandserhebungen, Statusberichten, Planungen etc., als auch die Dokumentation von konkreten Ergebnissen, wie z.B. programmierten Codes, Datenmodellierungen oder Customizingeinstellungen für die Benutzer.

Ein Benutzerhandbuch zur Dokumentation des Systems bzw. der Veränderungen ist ein hilfreiches Instrument für die Anwender, um eigenständig auch nicht alltägliche Geschäftsvorfälle abwickeln zu können, zusätzlich erleichtert es die Einarbeitung neuer Mitarbeiter. Folgende Punkte müssen unbedingt Bestandteil eines Benutzerhandbuches sein: Inhaltsverzeichnis, Stichwortverzeichnis, Beispiele zur Abwicklung von Geschäftsvorfällen, Maskenbeschreibung/Reportbeschreibung sowie eine Beschreibung der vorhandenen Funktionen.

Dokumentationen sind des Weiteren notwendig hinsichtlich zukünftiger Änderungen oder Erweiterungen am Produkt, die ggf. nicht mehr im Rahmen der Projektarbeit durchgeführt werden. Nur auf Basis einer detaillierten Dokumentation ist es insbesondere für Nicht-Projektmitglieder möglich, den Ist-Zustand ggf. lange nach Projektende zu erfassen, und ggf. auf diesem mit neuen Aktivitäten aufzusetzen.

Für die Projektdokumentation sollte frühzeitig ausreichend Zeit im Projektverlauf eingeplant werden. Diese Aufgabe sollte kontinuierlich während der Projektarbeit durchgeführt werden.

#### *2.6.5 Projektabschluss*

Der Projektabschluss entspricht dem Ende der Realisierung des Projektes. Unter Zuhilfenahme des letzten Projektstatusberichtes wird ein Projektabschlussbericht erstellt. Zusätzlich ist eine projektzusammenfassende Stellungnahme über das Gesamtprojekt durch den Projektleiter an den Lenkungsausschuss zu geben, welche auch eventuelle Abweichungen im Termin-, Kapazitäts- und Budgetbereich und die entsprechenden Erläuterungen enthält.

---

<sup>30</sup> Vgl. Balzer, Helmut, a.a.O., S. 74ff

Informationen, die nach Projektabschluss für Folgearbeiten, wie z.B. Betreuung benötigt werden, sind zu sichern und verfügbar zu machen.

Werden Mitarbeiterschulungen zu den Systemänderungen durchgeführt und weichen deren Inhalte stark von der Benutzerdokumentation ab, ist es sinnvoll, separate Schulungsunterlagen zu erstellen. Diese Unterlagen sind dann in das Abnahmeverfahren mit aufzunehmen.<sup>31</sup>

Das endgültige Projektende wird durch den Lenkungsausschuss erklärt. Das fertige Produkt wird nach einer umfassenden Abnahme durch einen definierten Verantwortlichen, wie z.B. den Abteilungsleiter der Linienorganisation, in diese zum weiteren Betrieb übergeben. Die temporäre Projektorganisation wird aufgelöst und die Projekt-Mitarbeiter nehmen wieder vollständig ihre ursprünglichen Linienaufgaben wahr.

#### *2.6.6 Nachbereitung und Betreuung*

Bei informationstechnischen Projekten wird grundsätzlich zur Klärung auftretender Fragen eine Nachbereitung bzw. eine Betreuung, z.B. in Form eines User-Help-Desks, durchgeführt. Die Verantwortung und Koordination hierfür sollte bereits im Rahmen des Projektentwurfs festgelegt werden.<sup>32</sup>

---

<sup>31</sup> Vgl. Balzer, Helmut, a.a.O., S. 78ff

<sup>32</sup> Vgl. Balzer, Helmut, a.a.O., S. 81

### 3 Risikoanalyse im Rahmen des Projektmanagements

Ein wesentlicher Bereich des Risikomanagements umfasst die Analyse, Beschreibung und Quantifizierung von Einzelrisiken im Projektablauf, sowie die Bestimmung des Gesamtrisikos eines Projektes. Dabei sind nicht nur die Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie maßgebend für Schlussfolgerungen zum Risikomanagement. Von erheblich größerer Bedeutung ist hingegen die empirische Bestimmung und praktikable Quantifizierung einer Risikosituation im Projekt. Deshalb werden in den folgenden Abschnitten die theoretischen und methodischen Grundlagen für eine einwandfreie formale und quantitative Bestimmung des Projektrisikos aufgezeigt.

#### 3.1 Begriffsklärung Risiko

In der Literatur liegt eine Vielzahl von Definitionen für den Begriff des Risikos aus verschiedenen wissenschaftlichen Gebieten vor. Im Folgenden werden ausgewählte Definitionen aufgeführt und diskutiert.

##### 3.1.1 Betriebswirtschaftlicher Risikobegriff

Zahlreiche Wissenschaftler und Autoren haben sich mit dem Begriff des Risikos aufgrund dessen besonderer Bedeutung für Unternehmen auseinandergesetzt.

Der Begriff des Risikos wurde in der frühen Betriebswirtschaftslehre aus verschiedenen Perspektiven und im Zusammenhang mit verschiedenen Begrifflichkeiten gesehen.

Nach Mellerowicz ist das Risiko die mit jeder wirtschaftlichen Tätigkeit verbundene Verlustgefahr, die das eingesetzte Kapital bedroht, sei es durch eine mögliche Gewinnminderung, einen Gewinnentgang oder durch die Möglichkeit der Kapitalminderung und schließlich des völligen Kapitalverlustes.<sup>33</sup>

Die Worte Risiko und Wagnis wurden in der Betriebswirtschaftslehre oft synonym verwendet. Ein Wagnis setzt eine Handlung eines Wirtschaftssubjektes voraus; ein Risiko wird hingegen mit Gefahr gleichgesetzt und umfasst als solche Tatbestände, die kein Handeln voraussetzen. Aus diesem Grund sollten die Worte nicht synonym gebraucht werden, weil es Risiken gibt, welche einfach geschehen, ohne dass ihnen ein Akt des Handelns vorausgeht, wie z.B. Brand oder Blitzschlag.<sup>34</sup>

---

<sup>33</sup> Vgl. Mellerowicz, Konrad: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 14. Aufl., Berlin 1973; zitiert in: Löffelholz, Josef: Repetitorium der Betriebswirtschaftslehre, 5. Aufl., Wiesbaden 1995, S. 44

<sup>34</sup> Vgl. Löffelholz, Josef: Repetitorium der Betriebswirtschaftslehre, 5. Aufl., Wiesbaden 1995, S. 45

Darauf aufbauend versteht Sandig unter einem Risiko im weiteren Sinne eine Gefahr, die er als objektive Gegebenheit bzw. menschliche Unzulänglichkeit (z.B. Materialfehler oder fehlerhafte Arbeit) definiert. Das Risiko im engeren Sinne umfasst nach Sandig hingegen die mit jeder betriebswirtschaftlichen Leistung verbundene Möglichkeit eines materiellen oder immateriellen Schadens. In Abgrenzung zum Risikobegriff benutzt er den Begriff des Wagnisses, welches er als wagen den Einsatz von Kräften oder Mitteln für eine betriebliche Leistung beschreibt.<sup>35</sup>

Lehmann geht schließlich noch einen Schritt weiter, indem er dem Begriff des Risikos den Begriff der Chance gegenüberstellt. Diese Dualität ist seiner Meinung nach herzustellen, da der Betriebswirt als nutzenmaximierender Homo Oeconomicus nur freiwillig Risiken auf sich nehmen wird, wenn er auf der anderen Seite mit einer mindestens gleichgroßen Chance rechnen kann, also aus seiner Sicht ein angemessenes Chancen-Risiken-Verhältnis besteht.<sup>36</sup>

### *3.1.2 Entscheidungstheoretischer Risikobegriff*

In der Entscheidungstheorie wird der Begriff des Risikos in Zusammenhang mit Risikosituationen gebraucht. Risikosituationen sind dadurch gekennzeichnet, dass der Entscheider den vorliegenden möglichen Umweltzuständen subjektive oder objektive Eintrittswahrscheinlichkeiten zuordnen kann bzw. diese vorliegen.<sup>37</sup>

Die Entscheidungstheorie geht davon aus, dass jeder Entscheider eine individuelle Risikoeinstellung hat. Grundsätzlich ist allerdings eine Einteilung in drei große Kategorien möglich: risikoscheu, risikofreudig und risikoneutral. Die Risikoeinstellung eines Entscheiders spiegelt sich in seiner Präferenzfunktion wieder und beeinflusst die Entscheidung des Individuums.<sup>38</sup>

Im Rahmen der modernen Entscheidungslehre wird von einem enger gefassten Risikobegriff ausgegangen. Risiko wird danach verstanden als messbare Unsicherheit der Erwartungen, welche als Risiko-Erwartungen im Gegensatz zu nicht messbaren unsicheren Erwartungen abgegrenzt werden.

---

<sup>35</sup> Vgl. Sandig, Curt: Risiko, in: Grochla, Erwin; Wittmann, Waldemar: Handwörterbuch der Betriebswirtschaft., 3. Aufl., Stuttgart 1939; zitiert in: Löffelholz, Josef: a.a.o., S. 45

<sup>36</sup> Vgl. Lehmann, Max-R.: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Leipzig 1928; zitiert in: Löffelholz, Josef: a.a.o., S. 45

<sup>37</sup> Vgl. Bamberg, Günther; Coenenberg, Adolf G.: Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, 10. Aufl., München 2000, S. 19

<sup>38</sup> Vgl. Bamberg, Günther; Coenenberg, Adolf G., a.a.O., S. 95ff

### 3.1.3 Juristischer Risikobegriff

Versucht man die Definition des Begriffs Risiko aus der juristischen Perspektive zu betrachten, so ist dies nicht problemlos möglich. „Weder im Gesetzestext noch in der Gesetzesbegründung wird jedoch der Begriff des Risikos definiert. Im Zusammenhang mit den Maßnahmen nach § 91 Abs. 2 AktG ist unter Risiko allgemein die Möglichkeit ungünstiger künftiger Entwicklungen zu verstehen.“<sup>39</sup>

Dieser doch sehr theoretisch und allgemein gehaltene Risikobegriff ist für die Verwendung in der betriebswirtschaftlichen Praxis und insbesondere im Projektmanagement als nicht ausreichend zu bewerten.

### 3.1.4 Versicherungsmathematischer Risikobegriff

Im Bereich der Versicherungsmathematik versteht man unter einem Risiko eine zufällige Veränderliche  $X$ , welche grundsätzlich nur nicht-negative Werte annehmen kann.

Dieser allgemeine Begriff des Risikos wird in der Versicherungsmathematik<sup>40</sup> auf folgende Situationen angewandt:<sup>41</sup>

a) Steht die Betrachtung eines einzelnen Versicherungsvertrags im Vordergrund, so kann die Summe aller während eines Jahres zu diesem Vertrag auftretenden Schäden als Risiko aufgefasst werden, da diese Summe grundsätzlich zu Beginn eines Jahres unbekannt ist. Angelehnt an diese Darstellung, kann die Summe aller zu zahlenden Entschädigungen ebenfalls als Risiko bezeichnet werden.

b) Liegt ein Bestand von mehreren Versicherungsverträgen vor, so kann man als Risiko in diesem konkreten Fall die Summe aller während eines Jahres zu diesen Verträgen auftretenden Schäden bzw. Entschädigungen bezeichnen.

Bei der Situation a) wird im Bereich der Versicherungsmathematik von einem Einzelrisiko gesprochen, bei der Situation b) hingegen von einem Gesamtrisiko. In der Versicherungsmathematik wird ein Risiko grundsätzlich durch seine Verteilungs-

---

<sup>39</sup> Institut der Wirtschaftsprüfer in Deutschland e.V.: Wirtschaftsprüfer-Handbuch 2000, 12.Auflage, Düsseldorf 2000, S. 1371

<sup>40</sup> Desweiteren sei zu diesem Thema insbesondere verwiesen auf: Mack, Thomas: Schadensversicherungsmathematik, Schriftenreihe angewandte Versicherungsmathematik Heft 28, 2.Aufl., Karlsruhe 2002; Saxer, Walter: Versicherungsmathematik, Reprint, Heidelberg 1979; Wolfsdorf, Kurt: Versicherungsmathematik, Stuttgart 1988 und Wolff, Karl-H.: Versicherungsmathematik, Wien 1970

<sup>41</sup> Vgl. Hipp, Christian; Michel, Reinhard: Risikotheorie: Stochastische Modelle und Statistische Methoden, Karlsruhe 1990, S. 9

funktion  $F$  charakterisiert. Diese gibt die Wahrscheinlichkeit dafür an, dass die veränderliche  $X$  Werte unterhalb einer vorgegebenen Schranke annimmt.<sup>42</sup>

### 3.2 Quantifizierung von Risiken

Als Risiko bzw. Risikosituation wird generell der Eintritt eines unerwünschten und schädlichen Ereignisses angesehen. Von diesem Ereignis wird angenommen, dass es mit einer entsprechenden Wahrscheinlichkeit wirksam wird. Zugleich wird davon ausgegangen, dass mit dem Ereignis ein in Geldeinheiten messbarer Schadensbetrag verbunden ist. Somit kann das betriebswirtschaftliche Risiko in Gestalt eines Risikoschadens beschrieben werden, der sich aus der Eintrittswahrscheinlichkeit und dem Schadensbetrag bestimmt.

Bezogen auf Projekte können für jedes Projekt unterschiedliche Einzelrisiken

$r \in 1, 2, \dots, r_{\max}$  identifiziert werden.

Zur Berechnung des Risikoschadens  $R_r[GE]$  für das Einzelrisiko gilt:

$$R_r = S_r * w_r$$

dabei bedeutet

$R_r[GE]$  Risikoschaden für Einzelrisiko  $r$ ;

$S_r[GE]$  Schadensbetrag für das Einzelrisiko  $r$ ;  $S_r > 0$ ;

$w_r[-]$  Eintrittswahrscheinlichkeit für das Einzelrisiko  $r$ ;

$0 \leq w_r \leq 1.0$  bzw.  $0 \leq w_r \leq 100[\%]$

Neben der Formulierung des Einzelrisikos interessieren insbesondere das Gesamtrisiko eines Projektes und der gesamte Risikoschaden.

Allein die Kenntnis dieser beiden Kenngrößen eines Projektes zeigt dem Projektmanagement das Gefahrenpotenzial in prägnanter Weise auf. Wird der gesamte Risikoschaden mit dem Projektbudget verglichen, so ergeben sich bereits im Verlauf der Projektakquisition wertvolle Hinweise auf die finanzielle Absicherung der Projektrisiken durch den Auftraggeber.

---

<sup>42</sup> Vgl. Hipp, Christian; Michel, Reinhard, a.a.O., S. 9

Mit der Annahme, dass Eintrittswahrscheinlichkeiten der Einzelrisiken stochastisch unabhängig sind, ergibt sich der gesamte Risikoschaden  $R_0$  [GE] eines Projektes aus der Summation der einzelnen Risikoschäden; es gilt:

$$R_0 = \sum_r S_r w_r$$

Für die weitere quantitative Analyse ist die Annahme der stochastischen Unabhängigkeit für die Eintrittswahrscheinlichkeiten von zentraler Bedeutung. Es ist deshalb zu klären, ob diese Unterstellung als realitätsadäquat gelten kann.

Voraussetzung für eine gegenseitige Abhängigkeit der Eintrittswahrscheinlichkeiten ist das Vorhandensein eines einheitlichen und geschlossenen Ereignisfeldes; diese Tatsache impliziert unter anderem dass nicht die Ursachen für das Auslösen der Ereignisse untereinander verkettet sind. In diesem Fall entsteht das stochastische Verhalten auf der Grundlage eines gleichartigen und einheitlichen Bedingungskomplexes. Derartige Verhältnisse herrschen regelmäßig in technischen Anlagen und Systemen; hier ergeben sich die Verkettungswirkungen aus den Naturgesetzen und technischen Mechanismen der ingenieurwissenschaftlichen Konstruktion.

Im Unterschied zu einem technischen System lässt sich in der Projektgestaltung, d.h. auf der Grundlage der Projektorganisation, eine vergleichbare Verkettung im stochastischen Bedingungskomplex nicht erkennen. Vor allem kann nicht von einem einheitlichen und geschlossenen Entscheidungsfeld gesprochen werden. Somit spricht vieles dafür, dass die Annahme der stochastischen Unabhängigkeit der Eintrittswahrscheinlichkeiten für Projektrisiken gerechtfertigt ist. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die nachfolgend dargestellte Monte-Carlo-Simulation auch den Fall stochastisch abhängiger Eintrittswahrscheinlichkeiten adäquat behandeln kann.

### **3.3 Empirische Bestimmung der Risikogrößen**

Der Risikoschaden des Einzelrisikos wird durch die Eintrittswahrscheinlichkeit des Risikos und die Schadenshöhe bestimmt. Im Hinblick auf eine Quantifizierung dieser beiden Risikogrößen im praktischen Fall besteht die Forderung nach einer empi-

rischen Ermittlungsmethode, weil deduktive Ansätze insbesondere für die Wahrscheinlichkeitswerte nicht zur Verfügung stehen.

Für die Bestimmung der Schadenshöhe können Konventionalstrafen, Schadensersatzregelungen und/oder Mehrkosten für Reparaturarbeiten angesetzt werden. Damit ist der Schadensbetrag für das Einzelrisiko eine deterministische Größe.

Darüber hinaus kann für einzelne Risiken jedoch unterstellt werden, dass die Schadenshöhe a priori nicht berechnet werden kann und stattdessen geschätzt werden muss. In diesem Fall ist der Schadensbetrag eine stochastische Größe, die mithilfe einer Stichprobe aus Befragungen zu bestimmen ist.

Die Eintrittswahrscheinlichkeit beschreibt naturgemäß ein stochastisches Ereignis; eine deduktive Ermittlung ist im Allgemeinen nicht möglich. Deshalb muss im Fall der Praxis der Wert dieser Wahrscheinlichkeitsaussage empirisch, d.h. durch Befragung oder durch Rückgriff auf vergleichbare Projektdaten bestimmt werden. Somit sind die Werte  $w_i$  ihrerseits stochastische Größen eines empirischen Datenermittlungsverfahrens, das im vorliegenden Fall mithilfe einer Expertenbefragung durchgeführt wird.

Die subjektiven Angaben zur Kenngröße der Risiko-Eintrittswahrscheinlichkeit enthalten naturgemäß Schätzfehler, die als stochastische Abweichung vom wahren Wert der Wahrscheinlichkeit interpretiert werden können. Zur Bestimmung dieser wahren Wahrscheinlichkeitsgröße kann beispielsweise die Bildung des Mittelwerts und der Streuung herangezogen werden. Dabei wird jedoch i.d.R. der Verteilungstyp der Zufallsgröße vernachlässigt, weil implizit Normalverteilung unterstellt wird.

In der vorliegenden Untersuchung werden die im Rahmen der Befragung gewonnenen Zufallsgrößen in Gestalt einer Häufigkeitsverteilung erfasst. Das zur weiteren Verarbeitung eingesetzte Software-System zur Monte-Carlo-Simulation besitzt die Funktionalität, diese Häufigkeitsverteilung mathematisch zu approximieren und damit eine angenäherte Dichtefunktion der Zufallsgrößen zu bilden.

Dieses Verfahren zeichnet sich vor allem dadurch aus, dass sämtliche Informationen der Befragungsaktion in direkter Weise ausgewertet und berücksichtigt werden. Zugleich entsteht für alle Risikoarten eine empirische Datenbasis, deren Daten für die Bestimmung des Gesamtrisikos herangezogen werden können.

Die Aussage über das Gesamtrisiko eines Projektes wird mithilfe der Monte-Carlo-Simulation in Gestalt einer empirisch fundierten Dichtefunktion und der entsprechenden Verteilungsfunktion für das Gesamtschadensrisiko angegeben. Damit



lassen sich vergleichsweise präzise Angaben darüber machen, mit welcher Wahrscheinlichkeit die Schadenssumme ein bestimmtes Volumen erreicht.

### **3.4 Anwendung der Monte-Carlo-Simulation**

Die Monte-Carlo-Simulation wird eingesetzt, um das stochastische Verhalten von zufallsbedingten Ereignissen in ihrer Gesamtwirkung sichtbar zu machen. Das stochastische Zusammenwirken der Ereignisse wird dadurch simuliert, dass mithilfe der Dichtefunktion der einzelnen Zufallsgrößen eine Stichprobe über das Gesamtverhalten bestimmt wird. Wird diese Stichprobenziehung hinreichend häufig und unter Verwendung eines zufälligen Ziehungsmechanismus (Monte-Carlo-Spiel) durchgeführt, so ergibt sich aus den Ergebnispunkten die Häufigkeitsverteilung einer stochastischen Größe, die das Gesamtverhalten der betrachteten Ergebnisse wiedergibt.

Abhängig von der Art und Einzelhäufigkeit der Stichprobenziehung für die einzelnen Ereignisse kann auch jener Fall behandelt werden, der eine gegenseitige Abhängigkeit bzw. Bedingung der Ereignisse unterstellt. Das in der Arbeit angewandte Simulationsprogramm kann durch geeignete Stichprobengestaltung sowohl positive wie negative Korrelationen zwischen den zufälligen Ereignissen berücksichtigen. Falls entsprechende Abhängigkeiten zwischen den Risiken und Schadenshöhen der einzelnen Dimensionen des betreffenden IT-Projektes festgestellt und quantifiziert angegeben werden können, ist die Monte-Carlo-Methode ohne Einschränkung in der Lage, auch unter diesen komplexen Prämissen das angestrebte Ergebnis über das Gesamtrisiko theoretisch adäquat zu berechnen.<sup>43</sup>

### **3.5 Durchführung der Simulationsläufe**

Wie oben bereits dargestellt, wird das Einzelrisiko im Rahmen eines Projektes durch den damit verbundenen erwarteten Risikoschaden quantifiziert. Dieser ergibt sich aus der Multiplikation von Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadenshöhe.

Wegen der offenkundigen Unsicherheit über den tatsächlichen Wert der Eintrittswahrscheinlichkeit handelt es sich hier um eine Zufallsgröße. Die Schadenshöhe

---

<sup>43</sup> Die Monte-Carlo-Simulation stellt eine bedeutende Methode im Rahmen des Risikomanagements dar. Vgl. hierzu insbesondere: Vose, David: Risk Analysis: a quantitative guide, 2.ed.reprint, Wiley 2004 ; Schnorrenberg, Uwe; Goebels, Gabriele: Risikomanagement in Projekten, Wiesbaden 1997; Rubinstein, Teuven Y.: Simulation and the Monte Carlo Method, USA 1981; Frey, Herbert C.; Nießen, Gero: Monte-Carlo-Simulation, München 2001; Hengartner, Walter: Einführung in die Monte-Carlo-Methode, München 1978; Kohlas, Jürg: Monte Carlo Simulation im Operations Research, Heidelberg 1972

kann hingegen für einzelne Risiken als deterministische Größe, wie z.B. im Falle von Konventionalstrafen, angenommen werden. Erfahrungsgemäß können aber auch Schadensereignisse eintreten, deren Schadenshöhen nur durch eine subjektive Schätzung von Experten angegeben werden kann. In diesem Fall ist nicht nur die Eintrittswahrscheinlichkeit, sondern auch die Schadenshöhe als stochastische Größe zu behandeln.

Unter der plausiblen Voraussetzung, dass Schadenshöhe und Eintrittswahrscheinlichkeit stochastisch unabhängig sind, ist die empirisch erfasste Größe des Risikoschadens als Zufallsgröße für die Monte-Carlo-Simulation anzusetzen. Die im Wege der Expertenbefragung gewonnenen Einzelwerte bilden die Grundlage für die empirische Häufigkeitsverteilung dieser Zufallsgröße.

Mithilfe des computergestützten Standardverfahrens wird diese empirische Verteilung der Risikoschäden für ein Einzelrisiko mathematisch approximiert und auf dieser Grundlage der gesamte Risikoschaden eines Projektes als Zufallsgröße bestimmt.

Für diese Zufallsgröße „Gesamtschaden“ ergibt sich aus der Stichprobenziehung ebenfalls eine Dichte- und Verteilungsfunktion, so dass auf dieser Grundlage Wahrscheinlichkeitsaussagen über die Höhe des Gesamtschadens für ein IT-Projekt gemacht werden können.

Schließlich soll noch auf die Qualität der empirisch durch Expertenbefragung gewonnenen Werte über Eintrittswahrscheinlichkeit eines Einzelrisikos und der entsprechenden Schadenshöhe eingegangen werden. Die Expertenmeinung gibt zwangsläufig eine quantitative Aussage wieder, die implizit die Interdependenzen zwischen den Risikoereignissen berücksichtigt. In diesem Zusammenhang repräsentieren Aussagen über die Eintrittswahrscheinlichkeit naturgemäß die Angabe einer bedingten Wahrscheinlichkeit. Damit stellt sich die Frage nach der Berücksichtigung einer gegenseitigen Beeinflussung der Risikoereignisse nicht mehr. Gleiches gilt für die Schadenshöhen, sofern diese ebenfalls als Zufallsvariable angesehen werden muss. Somit kann bei der Zugrundelegung von empirischen Daten aus der praktischen Projektarbeit davon ausgegangen werden, dass die gegenseitige stochastische Beeinflussung der subjektiv geschätzten Schadens- und Risikogrößen nicht berücksichtigt werden müssen. Wo diese Schlussfolgerung in Frage gestellt werden kann, lässt sich die vorgeschlagene Methode der Monte-Carlos-Simulation insbesondere auch für korrelierte Zufallsgrößen theoretisch einwandfrei anwenden.

## 4 Management des Projekt-Risikos für IT-Projekte

### 4.1 Begriffsklärung Projekt-Risikomanagement

Laut einer Studie einer namhaften Wirtschaftsprüfungsgesellschaft<sup>44</sup> werden lediglich 26% aller IT-Projekte zeitgerecht beendet, 28% aller Projekte werden hingegen gestoppt, und 46% übersteigen die geplanten Kosten, können das Go-Live-Datum nicht halten oder erreichen nie den erforderlichen Funktionsumfang.<sup>45</sup> Bei Betrachtung dieser Zahlen wird die Notwendigkeit einer umfassenden Risikobetrachtung in bzw. für Projekte offensichtlich. Wie können Projekte besser kontrolliert und zum gewünschten Erfolg geführt werden? Wie können Risiken im Projektablauf identifiziert und anschließend minimiert bzw. vermieden werden? Wie können sie gemessen, oder bereits im Vorwege vermieden werden? Mit diesen und ähnlichen Fragen beschäftigt sich die Thematik des Projekt-Risikomanagements, welche im Folgenden ausführlich betrachtet wird.

Projekt-Risikomanagement kann nach Wideman wie folgt definiert werden: „Project Risk Management is the art and science of identifying, assessing and responding to project risk throughout the life of a project and in the best interests of its objectives.“<sup>46</sup> Ergänzend stellt Madauss dar, dass Risikomanagement das Erkennen und Umgehen einer Bedrohung aus Risikopotentialen, in Form von Abwehr, Ausweichen oder Mindern negativer Auswirkungen ist.<sup>47</sup>

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Projekt-Risikomanagement den Prozess der Identifikation, Bewertung und Reaktion auf Projektrisiken vor und während des gesamten Projektverlaufs beinhaltet. Diese Prozessschritte werden im Projektverlauf immer wieder hinsichtlich der bestmöglichen Erreichung der Projektziele durchgeführt.

### 4.2 Risikomanagement im Projekt

Als bedeutendste Aufgaben eines projektorientierten Risikomanagements werden die Entwicklung und Realisierung einer Routine zur regelmäßigen Risikoanalyse und –bewertung gesehen. Darüber hinaus müssen geeignete Maßnahmen zur Minderung

---

<sup>44</sup> Der Wirtschaftsprüfungsgesellschaft KPMG

<sup>45</sup> Vgl. KPMG: What Went Wrong?, Studie zum Projektmanagement, Canada 1997, S. 7ff

<sup>46</sup> Wideman, R. Max: Project and Program Risk Management, USA 1992, S. II-3

<sup>47</sup> Vgl. Madauss, Bernd-J.: Handbuch Projektmanagement, 6. Aufl., Stuttgart 1992, S. 491ff

der Risiken identifiziert, umgesetzt und kontrolliert werden.<sup>48</sup> Die Bedeutung des Risikomanagements als wichtiger Teil des Projektmanagements besteht darin, Projektrisiken frühzeitig mit zu identifizierenden und risikominimierenden Maßnahmen zu begegnen. Bereits vor Projektbeginn ist es notwendig, mögliche eintretende Risiken zu analysieren. Durch eine umfangreiche Planung, Auswahl und Vorbereitung von risikominimierenden Maßnahmen können Risiken rechtzeitig erkannt und durch präventive (schadensverhindernde) und korrektive (schadensmindernde) Maßnahmen ausmanövriert werden.<sup>49</sup>

In vielen Projekten wird mit dem Risikomanagement erst begonnen, wenn Risiken bereits aufgetreten sind oder deren Eintreten nicht mehr zu übersehen ist. Risikomanagement wird in diesem Zusammenhang oftmals auch als Krisenmanagement bezeichnet, weil die Methodik erst angewendet wird, wenn die Krise schon vorhanden ist.

Die präventive Wirkung des Risikomanagements kann an diesem Punkt nicht mehr die Effektivität erzielen, welche möglich ist, wenn mit der Risikoanalyse und dem Risikomanagement bereits vor Projektbeginn begonnen worden wäre, und es als begleitende Aufgabe während des gesamten Projektes durchgeführt wird.

Risikopotentiale bestehen in den meisten Fällen bereits vor oder bei Projektbeginn und sind durch systematische Analyse i.d.R. frühzeitig erkennbar. Ihre Auswirkungen und Schäden treten allerdings erst in späteren Phasen auf.<sup>50</sup>

### **4.3 Prozess des Projekt-Risikomanagements**

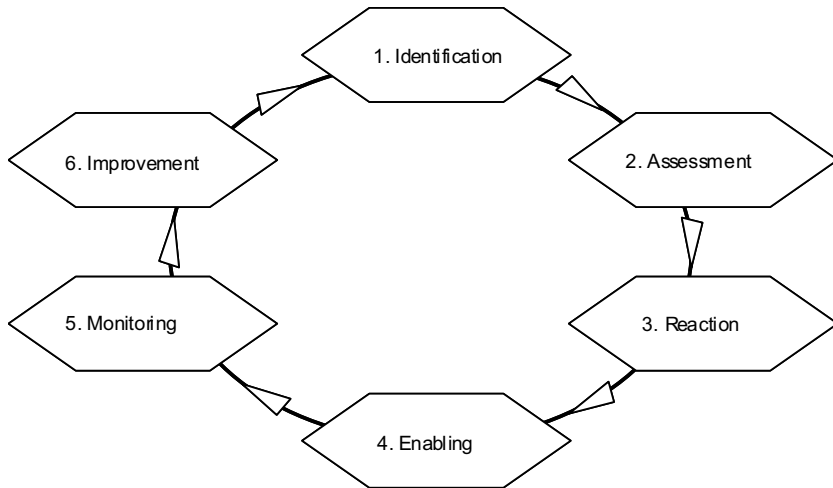
Die folgende Abbildung stellt den Prozess des Projekt-Risikomanagements dar, welcher in den nächsten Abschnitten detailliert erläutert wird.

---

<sup>48</sup> Vgl. Madauss, Bernd-J., a.a.O., S. 491ff

<sup>49</sup> Vgl. Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement e.V.: Projektmanagement-Fachmann, 6. Aufl., Eschborn 2001, S. 1083

<sup>50</sup> Vgl. Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement e.V., a.a.O., S. 1086



**Abbildung 3:** Prozess des Projekt-Risikomanagements

Quelle: Entworfen und gezeichnet Verfasserin in Anlehnung an: Project Management Institute: A Guide to the Project Management Body of Knowledge, USA 1996, S. 112

#### 4.3.1 Identification

Der erste Schritt im Prozess des Projekt-Risikomanagements besteht in der „Identification“ der projektrelevanten Risiken. „Identification“ meint hier die Identifikation bzw. Analyse möglicher Risiken. Die konkrete projektindividuelle Risikosituation muss erkannt, die einzelnen Risiken identifiziert und inhaltlich beschrieben werden. Um die potenziellen Risiken möglichst vollständig aufzudecken, ist ein tiefes, umfassendes Verständnis des Projektes mit seinen speziellen Anforderungen, Aufgaben und Zielen notwendig. Dazu müssen frühzeitig relevante Fragen wie z.B. der Projektumfang, die konkreten zu liefernden Projektergebnisse sowie die dem Projekt zugrunde liegenden Erwartungen und Ziele geklärt werden. Die Beantwortung dieser Fragen hat einen großen Einfluss auf die Auswahl der Risiken, welche im Rahmen des Projektes tiefergehend betrachtet werden, und auf später zu treffende Entscheidungen bzgl. alternativer Projektstrategien für identifizierte Probleme. Die sich ergebenden Entscheidungen werden frühzeitig und deshalb meistens unter einem hohen Unsicherheitsgrad getroffen. Sie erfordern eine qualifizierte Beurteilung, da diese Ergebnisse einen bedeutenden Einfluss auf die Risikocharakteristik des Projektes haben.

Es wird deutlich, dass die Risiko-Identifikation zum einen während des gesamten Verlaufs des Projektes und zum anderen bereits vor Projektbeginn durchgeführt

werden muss, damit ein effektives und vollständiges Risikomanagement garantiert werden kann.

Hilfreich bei der Identifikation und Analyse der Projektrisiken sind Checklisten, welche auf Erfahrungen früherer, ähnlich gelagerter Projekte basieren sollten und den Projektmitgliedern Anhaltspunkte liefern, welche Risiken in welchen Bereichen insbesondere zu berücksichtigen sind.

Den Abschluss dieser Phase bildet die Zusammenstellung der einzelnen für das jeweilige Projekt relevanten Risiken in einem Risikokatalog. Dieser Katalog dient als Grundlage für den nachfolgenden Schritt, der Risikobewertung.<sup>51</sup>

#### 4.3.2 Assessment

„Assessment“ bezeichnet die Bewertung der Risiken. Nachdem in der ersten Phase die potenziellen Risiken möglichst umfassend identifiziert wurden, werden die erho-benen Risiken beim Assessment detailliert bewertet. Zunächst wird ihre Relevanz für den Projektverlauf festgestellt und eine Auswahl der besonders bedeutenden und bedrohlichen Risiken getroffen. Diese Auswahl orientiert sich hauptsächlich an der Größe und Toleranz der Risiken. Ihre Bewertung wird dann in drei Schritten vollzo-gen.

Im ersten Schritt wird der mögliche Risikoschaden in GE bewertet. Anschlie-ßend wird ermittelt, mit welcher Eintrittswahrscheinlichkeit der geschätzte Risikoscha-den eintritt.

Beide Aspekte erfordern eine detaillierte, qualitative und quantitative Bewer-tung, um eine vollständig fundierte Gesamtbewertung zu gewährleisten.

Ziel der Risikobewertung ist nach Wideman ein verbessertes Verständnis des gesamten Projekts mit all seinen Facetten. Hierfür ist es erforderlich sicherzustellen, dass alle Unsicherheiten und Risiken adäquat auf strukturierte und systematische Art und Weise bewertet werden, damit sie umfassend im Planungs- und Projektentwick-lungsprozess berücksichtigt werden können.

Eine zentrale Bedeutung bei der Bewertung der Risiken hat die Entscheidung, welche der zahlreich identifizierten Risiken besonders intensiv betrachtet werden, und wie diese im weiteren Verlauf des Projekt-Risikomanagements zu berücksichti-gen sind. "In fact, no risk should be entirely ignored, but many of the lesser risks can be provided for by the conventional contingency allowance approach. Clearly, the

---

<sup>51</sup> Vgl. Project Management Institute: a.a.O., S. 113f

risks that should receive the closest attention are those that could have both the greatest impact on the project as well as the most likely probability of occurrence."<sup>52</sup>

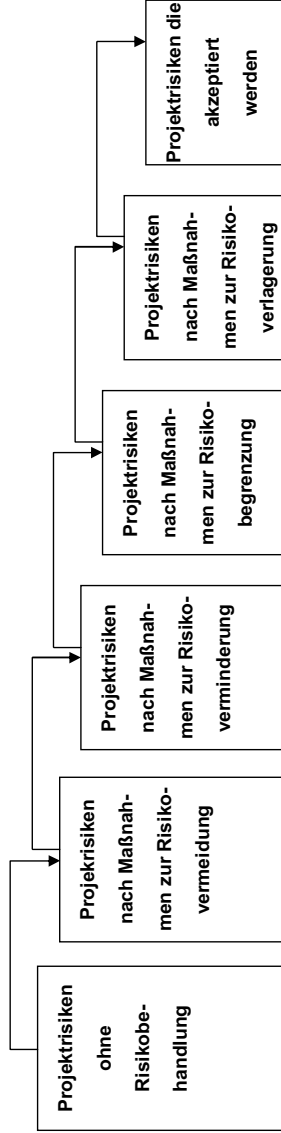
#### *4.3.3 Reaction*

Nachdem die für die weitere Betrachtung relevanten Risiken ermittelt wurden, werden anschließend Strategien zur Risikobewältigung festgelegt. „Reaction“ kann hier mit Reaktion auf ein Risiko übersetzt werden.

Ein in der Literatur oft verwendetes Modell zur Risikobewältigung ist die Risikoreduktionstreppe:

---

<sup>52</sup> Wideman, R. Max, a.a.O., S. IV-2



**Abbildung 4:** Risikoreduktionstreppe<sup>53</sup>

Quelle: Entworfen und gezeichnet: Verfasserin in Anlehnung an: *Project Management Institute: a.a.O., S. 142*



Die Risikoreduktionstreppe stellt ein Modell für die Reduktion von im Projekt vorhandenen Risiken dar. Bei der Behandlung von Risiken werden verschiedene Stufen nacheinander durchlaufen, welche durch unterschiedliche Strategien der Risikobehandlung gekennzeichnet sind.

Auf höchster Stufe befinden sich zunächst alle möglichen Projektrisiken, ohne dass geeignete Maßnahmen zur Risikoreduktion ausgewählt und durchgeführt wurden. Diese identifizierten Risiken gilt es im Projektverlauf durch geeignete Risikostrategien, welche jeweils mit einer Stufe der Risikoreduktionstreppe gleichgesetzt werden, zu minimieren.

Auf der zweiten Stufe steht die Strategie der Risikovermeidung. Durch geeignete Maßnahmen wird versucht, Risiken aus dem Projekt auszuschließen bzw. zu vermeiden, indem z.B. der Umfang des Projektes geändert wird, so dass diese Risiken eliminiert werden und in diesem Projekt nicht mehr greifen. Die gesamten Risiken des Projekts haben sich auf dieser Stufe im Vergleich zur ersten Stufe bereits verringert.

Die nächste Strategie ist die Risikoverminderung. Kann ein Risiko nicht vollständig vermieden werden, sollte es in seiner Wirkung vermindert werden. Ein Weg der Risikoverminderung besteht bspw. darin, ermittelte Schwächen über Kontrollen zu beheben. Dadurch kann das Risiko wesentlich früher abgefangen und vermindert werden. Diese Maßnahmen sind ebenfalls nur für einen Teil der vorhandenen Risiken wirksam, vermindern jedoch die gesamten Ausgangsrisiken.

Die nächste Risikostrategie ist die Risikobegrenzung. Ziel dieser Strategie ist es, Maßnahmen einzuleiten, sobald das Risiko einen festgelegten Schwellenwert überschreitet. Bei den Maßnahmen handelt es sich meistens um mögliche Alternativen, welche im Falle des Scheiterns des Projektes umgesetzt werden. Auch durch diese Strategie lässt sich die Menge der Ausgangsrisiken weiter begrenzen.

Ein weiterer Teil der Risiken kann durch eine Risikoverlagerung behoben bzw. aus der Verantwortung des Projektteams gegeben werden. Derartige Risiken werden bspw. oft an Versicherungen übertragen und es wird ein Schadensersatz bei Risikoeintritt vertraglich vereinbart.

Die letzte Stufe besteht in der Risikoakzeptanz für all jene Risiken, welche nicht durch eine andere Risikostrategie verringert werden konnten, oder für welche nicht zwingend Maßnahmen zur Risikominimierung realisiert werden müssen. Das

Ausmaß des Risikos ist für das Projekt tragbar und das Risiko kann ohne Durchführung weiterer Maßnahmen in seiner Ursprungsform akzeptiert werden.

Die Wahl einer geeigneten Strategie für die vorhandenen Risiken hängt von dem durchzuführenden Projekt, den identifizierten Risiken und den individuellen Rahmenbedingungen ab. Um für das jeweilige Risiko relevante Messwerte zu finden, sollten zunächst kritische Erfolgsfaktoren festgelegt werden, welche als negatives Risiko interpretiert werden können. Diesen kritischen Erfolgsfaktoren wird jeweils ein Indikator zugewiesen, welcher den Erfolgsfaktor näher bestimmt. Der zugewiesene Indikator wird durch Messgrößen festgelegt. Die kritischen Erfolgsfaktoren stellen einen festgelegten Schwellenwert dar, bei dessen Überschreitung eine geeignete risikominimierende Maßnahme realisiert werden sollte.

Für jedes Risiko sollte ein Risiko-Verantwortlicher benannt werden, welcher für die Umsetzung der festgelegten Maßnahmen und damit für die Risikobewältigung verantwortlich ist. Hierdurch werden Umfang und Rahmenwerk für die Risikomanagementfunktion festgesetzt und es wird geklärt, ob diese Aufgabe vom Projektmanager durchzuführen ist, oder ob diese in die Verantwortung eines Spezialisten bzw. Spezialistenteams übertragen wird.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass nach Evaluierung und Bewertung der Risiken ein umfassendes Bild der Projektrisikosituation vorliegt. Auf Basis dieser Grundlage ist es anschließend möglich, die passenden konkreten Risikomanagementstrategien zu formulieren.

Es sollte allerdings deutlich sein, dass das gesamte Projektrisiko innerhalb des Projektlebenszyklus erheblich variieren kann. So ändert sich das Projektrisiko grundlegend, wenn beispielsweise Veränderungen im Umfang des Projektes oder Änderungen in der Arbeitsmethode vorgenommen werden. Deshalb ist für einen erfolgreichen Risikomanagement-Prozess eine konsequente fortlaufende Überwachung der Risikosituation notwendig.

#### *4.3.4 Enabling*

Nachdem geeignete Strategien zur Risikobewältigung ausgewählt wurden, müssen diese umgesetzt (Enabling) werden. Die Strategie-Realisierung beginnt mit der Aufnahme der geplanten Umsetzungsmaßnahmen in den Projektplan. Die Ausführung der erforderlichen Maßnahmen hat dabei durch das Projektteam zu erfolgen und nicht durch das Risikomanagementteam. Diese Unterscheidung in den Verantwor-

tungen stellt eine wesentliche Voraussetzung für das Gelingen bzw. den Erfolg des Risikomanagements im Projekt dar.<sup>54</sup>

#### *4.3.5 Monitoring*

Nachdem geeignete Risikostrategien mit risikominimierenden Maßnahmen für die relevanten Risiken festgelegt und zur Umsetzung an das Projektteam delegiert wurden, schließt sich ein Monitoringprozess an, welcher die Umsetzung der Maßnahmen überwacht. „Monitoring“ kann mit Überwachung übersetzt werden. Das Risikomanagementteam prüft, ob die im Rahmen der Risikostrategie ausgewählten Maßnahmen vollständig und zielführend durch das Projektteam im Projekt umgesetzt wurden.<sup>55</sup>

#### *4.3.6 Improvement*

Nach der Überwachung der Umsetzung der Risikostrategie durch die ausgewählten Maßnahmen muss anschließend eine Beurteilung der Wirksamkeit der Maßnahmen durchgeführt werden. „Improvement“ kann mit Verbesserung übersetzt werden. Das Risikomanagement-Team prüft, ob die durch die gewählten Maßnahmen erwünschten Risikominderungen tatsächlich erreicht wurden und die Risikostrategie somit den geplanten Erfolg erbringt.

Wird festgestellt, dass die ausgewählten Maßnahmen nicht ihre erwünschte Wirkung erzielen, müssen Anpassungen an der Maßnahmenumsetzung durchgeführt werden, um die gesetzten Ziele des Risikomanagements zu erreichen, und das Projekt zum Erfolg zu bringen.

Während des gesamten Projektes sollte eine ausführliche Dokumentation aller durchgeführten Schritte erstellt werden. Ziele dieser Dokumentation sind Nachvollziehbarkeit, Transparenz, Nachweis der Wirksamkeit von Maßnahmen sowie das Sammeln von Messgrößen und Indikatoren für spätere Risikoanalysen. Zudem ist es möglich, bestehende Risiko-Checklisten anhand der gemachten Erfahrungen zu verfeinern und unternehmensspezifische Checklisten sowie Risikoprofile zu entwickeln.

Die Dokumentation eines Projektes sollte grundsätzlich untergliedert werden in historische Datenbank, aktuelle Projektdatenbank und Post-Projekt-Review mit zugehöriger Archivierung.

---

<sup>54</sup> Vgl. Project Management Institute: a.a.O., S. 119f

<sup>55</sup> Vgl. Project Management Institute: a.a.O., S. 121

Ein Projekt-Risikomanagement erfordert eine Vielzahl von Daten, insbesondere hinsichtlich der Entwicklung der Risiken und deren Analysemöglichkeiten. Voraussetzungen für diese Anforderungen sind eine oder mehrere verfügbare Datenquellen. Den Idealfall stellt eine historische Datenbank mit Informationen und Erfahrungen aus früheren Projekten dar.

In den meisten Fällen ist festzustellen, dass die Daten über die Risiken notwendigerweise subjektiver Natur sind und nur durch ein "lessons learned" von anderen Projektteilnehmern transferiert werden können. Eine andere Alternative der Datensammlung stellen Expertenbefragungen dar. Diese Form der Informationsbeschaffung wird in der vorliegenden Arbeit verwendet.

Generell ist die Zusammenstellung von brauchbaren historischen Daten eine herausfordernde Aufgabe. Die Beschreibungen von Risikobewertungen, Ereignissen, Erfahrungen und deren Konsequenzen sollten jedoch möglichst vollständig berücksichtigt werden. Strukturierte Post-Project-Reviews enthalten Bewertungen, in welchen Planungsvoraussetzungen mit aktuellen Erfahrungen zusammengeführt werden, sowie gewissenhafte Erklärungen von Varianzen und Bewertungen des Gesamterfolgs des Projektes. Solche Reviews bilden eine solide Grundlage für ein beständiges, qualitativ hochwertiges Projekt- und Risikomanagement. Alle grundlegenden Daten im Zusammenhang mit Risikomanagement werden systematisch gesammelt, sorgfältig strukturiert und während des laufenden Projektes vollständig protokolliert. Die Schlüsselemente jedes Post-Project-Reviews sollten anschließend abstrahiert und in geeigneter Weise archiviert werden, um die bereits oben erläuterte historische Datenbank zu aktualisieren.

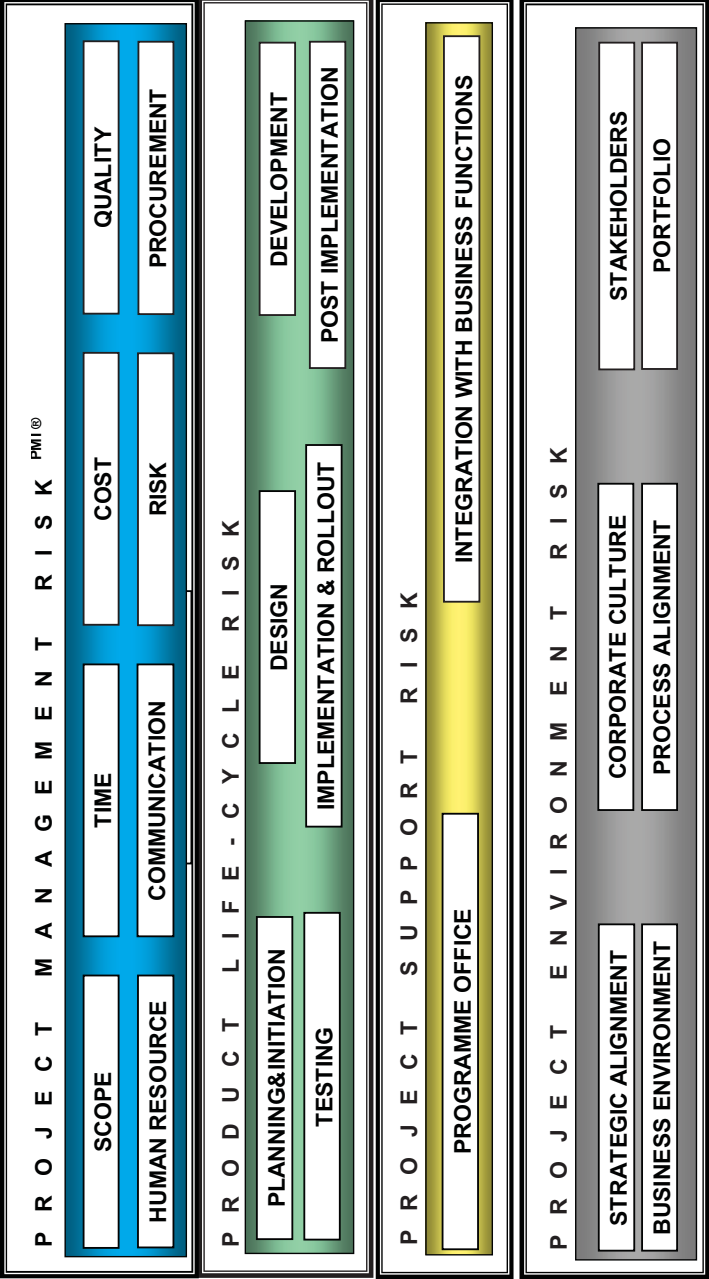
## **5 Dimensionen der Risikoanalyse auf Grundlage eines „Project Risk Models“ aus der Praxis**

### **5.1 Grundlagen des Project Risk Models**

Das Project Risk Model einer namhaften Unternehmensberatung<sup>56</sup> wurde in Anlehnung an das PMI-Modell vom amerikanischen Project Management Institute (PMI) entwickelt und soll eine Hilfestellung zur Erkennung und Klassifizierung von Risiken in Projekten bieten.

---

<sup>56</sup> Project Risk Model der Firma Ernst & Young AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft (ehemals Arthur Andersen): Bestandteil einer Datenbank für Mitarbeiter für das Risikomanagement in Projekten.



**Abbildung 5:** *Project Risk Model*  
Quelle: Ernst & Young AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft: *Project Risk Model; Abbildungen zum Projekt-Risikomanagement*

Das Project Risk Model kann im Rahmen von Risikoanalysen von Projekten eingesetzt werden. Das Modell stellt ein sinnvolles Strukturierungsinstrument dar, mit dessen Hilfe die Identifizierung von Risiken und relevanten Risikobereichen im Rahmen der Risikoanalyse vereinfacht werden soll. Eine Risikoanalyse kann grundsätzlich in allen Projektphasen eines Projektes, wie sie in Kapitel 2 vorgestellt wurden, durchgeführt werden. In jeder Phase gehört die Risikoanalyse zu einer wesentlichen Aufgabe des Projektmanagements. Zudem kann das im Folgenden vorgestellte Modell auf alle Arten der aufgelisteten IT-Projekte in Kapitel 2 angewandt werden. Es stellt eine umfassende Unterstützung bzw. Methode für die Risikoanalyse dar.

Das Project Risk Model ist hierarchisch in verschiedene Ebenen gegliedert und stellt einen pragmatischen Ansatz zur Risikoanalyse dar. Es wird in immer tiefere Detaillierungsebenen unterteilt und ermöglicht so eine strukturierte Vorgehensweise. Das Project Risk Model wurde in englischer Sprache in Amerika entwickelt und spiegelt die fachlichen Begriffe aus der Branche, insbesondere aus dem Bereich der IT-Projekte, wieder. Aufgrund der professionellen Sprachwahl in der Branche werden in den folgenden Ausführungen die englischen Original-Begriffe verwendet, eine kurze Übersetzung wird jeweils in Klammern hinzugefügt.

Auf oberster Ebene ist das Project Risk Model in die folgenden vier Risikobereiche gegliedert, welche vier verschiedene Blickwinkel auf eine Risikosituation ermöglichen:

### **1. Project Management Risk:**

„Project Management Risk“ (Projekt Management Risiken) betrachtet alle Risikofelder mit zugehörigen Tätigkeiten und Risiken, welche sich direkt auf das Managen bzw. die Projektleitung im Projekt beziehen.

### **2. Product Life Cycle Risk:**

Der Schwerpunkt der „Product Life Cycle Risk“ (Produktlebenszyklusrisiken) liegt insbesondere in der Berücksichtigung aller Risikofelder, Tätigkeiten und Risiken welche im Rahmen des Produktlebenszyklusses eines Produkts auftreten können. Im Mittelpunkt der Betrachtung steht hierbei der Prozess der Produktentwicklung.

### **3. Project Support Risk:**

„Project Support Risk“ (Projektunterstützungsrisiken) beinhaltet alle Risikofelder, welche im Rahmen der Unterstützung des Projektes durch andere Geschäftsbereiche auftreten können.

#### **4. Project Environment Risk:**

Schließlich gibt es noch den Risikobereich „Project Environment Risk“ (Projektumfeld Risiken) in dessen Rahmen alle Risikofelder, welche sich im Umfeld des Projektes durch die allgemeine Politik ergeben können, wie z.B. potentielle Risikofelder im Zusammenhang mit den Stakeholdern, mit der strategischen Ausrichtung des Gesamtunternehmens oder mit dem gesamten Projektportfolio eines Unternehmens betrachtet werden. Dieser Risikobereich ist der weitläufigste, da es sich hierbei auch um Einflussfaktoren außerhalb des Unternehmens handeln kann.

Jeder dieser Risikobereiche ist weiter unterteilt. Sinn dieser Unterteilung ist es, die übergeordneten Risikobereiche weiter zu strukturieren und zu detaillieren. Auf der zweiten Ebene (2. Ebene) befinden sich die wesentlichen Risikofelder, welche innerhalb der übergeordneten Risikobereiche näher untersucht werden sollten.

Betrachtet man beispielsweise den Risikobereich „Project Management Risk“, so befinden sich nach dem Project Risk Model auf der zweiten Ebene wesentliche Projektmanagement-Disziplinen wie z.B. Time und Scope, die wesentliche Risiken für das Project Risk Management enthalten können und welche umfassender betrachtet werden sollten. Innerhalb dieser Risikofelder wiederum befinden sich konkrete Tätigkeiten (Ebene 3), welche hinsichtlich möglicher Risiken (Ebene 4) untersucht werden sollten.

Greift man das o.g. Beispiel des „Project Management Risk“ wieder auf, so befindet sich bspw. auf Ebene 3 die Tätigkeit der „Schätzung der Dauer der einzelnen Arbeitsschritte“ als typische Tätigkeit für die Projektmanagement-Disziplin Time (Ebene 2). Ein mögliches Risiko (Ebene 4), welches im Rahmen dieser Tätigkeit untersucht werden sollte, wären bspw. unrealistisch geschätzte Projektkosten.

Mit Hilfe des Modells ist es also möglich, im Rahmen einer Risikoanalyse die Vorgehensweise zu strukturieren und eine gewisse Vollständigkeit bei der Analyse zu erreichen. Der Anwender des Modells erhält konkrete Hinweise, welche Risikofelder und konkrete Tätigkeiten hinsichtlich möglicher Risiken untersucht werden sollten.

Im Einsatz bedeutet dies natürlich, dass der Anwender je nach Umfang der Risikoanalyse seine individuelle Strukturierung der konkret zu untersuchenden Risikobereiche und Risikofelder sowie die Festlegung einer Vorgehensweise anhand des Modells vornehmen muss.



Alle Risikobereiche und Risikofelder sind mit ihren möglichen Tätigkeiten und Risiken sowie mit entsprechenden Erläuterungen in einer Access-Datenbank bei der genannten namhaften Unternehmensberatung hinterlegt und können bei der Risikoanalyse eingesetzt werden. Bei dieser Datenbank handelt es sich um eine Beispieldatenbank, welche auf Basis des Modells in Deutschland entwickelt wurde. Diese Datenbank stellt lediglich eine Grundlage dar und wurde zur Unterstützung für die Risikoanalyse auf Basis von Praxiserfahrungen gefüllt. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Ebenso können den einzelnen Risikobereichen und Risikofeldern zusätzliche relevante Tätigkeiten und Risiken zugeordnet werden. Dennoch soll die Datenbank die Basis für die weiteren Erläuterungen der Risikobereiche und Risikofelder mit den zugehörigen Tätigkeiten und Risiken in der vorliegenden Arbeit bilden.

In der Praxis sieht man sich immer wieder dem Problem gegenübergestellt, dass es keinen vollständigen Risikokatalog aller möglichen auftretenden Risiken geben kann. Dies ist schon alleine aus der Projektdefinition „Einmaligkeit der Aufgabe“ nicht zu leisten. Durch die Anwendung des Project Risk Models ist es jedoch möglich alle wesentlichen Risikofelder für das konkrete Projekt zu identifizieren und zu prüfen, und somit eine weitgehend vollständige Betrachtung der Risikosituation zu erzielen.

In den folgenden Abschnitten sollen beispielhaft die einzelnen Risikobereiche mit den zugehörigen Risikofeldern, Tätigkeiten und Risiken dargestellt werden, da auf Basis dieser Vielzahl von Risikobereichen und Expertengesprächen im später folgenden Kapitel 6 eine Auswahl von geeigneten Risiken für die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführte empirische Erhebung und damit für die weiteren Modellentwicklungen getroffen wird. Bei der Beschreibung der Risiken treten einige Risiken zum einen bei verschiedenen Tätigkeiten und zum anderen bei verschiedenen Risikofeldern auf. Ist dies der Fall, werden die möglichen Risiken an den entsprechenden Stellen jeweils erneut aufgeführt. Hierdurch soll gezeigt werden, dass ein Risiko nicht nur einem Risikofeld zuzuordnen ist, sondern dass ein Risiko bei verschiedenen Tätigkeiten und in verschiedenen Risikofeldern relevant sein kann.

## **5.2 Project Management Risk**

„Project Management Risk“ betrachtet alle Risikofelder und Tätigkeiten, bei welchen grundsätzlich im Rahmen des Managens von Projekten Risiken entstehen können.

Für die Projekt-Risikoanalyse erweist es sich als hilfreich, mit der Analyse der Risiken, die sich auf das Projektmanagement beziehen, zu beginnen.

Dieser Bereich ist funktionsgetrieben und beinhaltet auf der Ebene der Risikofelder (Ebene 2) die konkreten Projektmanagement-Disziplinen Scope, Time, Cost, Quality, Human Resource, Communication, Risk und Procurement.

Die Inhalte der einzelnen Risikofelder werden in den folgenden Abschnitten mit den zugehörigen zu untersuchenden Tätigkeiten und möglichen, wesentlichen Risiken näher erläutert.

### *5.2.1 Scope*

Im Risikofeld „Scope“ (Umfang) finden alle jene Tätigkeiten Berücksichtigung, die sicherstellen, dass ein konkretes Projekt alle notwendigen Aufgaben bzw. Anforderungen erfüllt, und dass auch nur die wirklich erforderlichen Aufgaben ausgeführt werden, um das Projekt erfolgreich abzuschließen. Die Tätigkeiten (Ebene 3) dieses Risikofelds befassen sich hauptsächlich damit, zu definieren und zu kontrollieren, was der Umfang des Projektes konkret beinhaltet und was nicht.

Auf der Ebene der Tätigkeiten enthält das Risikomodell für das Risikofeld „Umfang“ die nachfolgend geschilderten Tätigkeiten, welche im Rahmen der Risikoanalyse betrachtet werden sollten:

Bei der ersten Tätigkeit handelt es sich um die „Festlegung des Projektumfangs“. Relevante Risiken in diesem Bereich sind ein nicht brauchbares oder veraltetes Produkt, fehlende definierte Ergebnisse auf welche das Projekt sich bei zukünftigen Prozessen verlassen kann sowie unklare Phasenergebnisse bzw. fehlende ausgerichtete Projektarbeit.

Bei der zweiten Tätigkeit, der „Planung des Umfangs“, werden die durchzuführenden Aufgaben geplant und festgeschrieben und somit für die konkrete Projektsituation festgelegt. Typische Risiken bei dieser Tätigkeit können ein unklarer Projektumfang, fehlendes Verständnis des Umfangs sowie unterschiedliche Erwartungen bei den Stakeholdern sein.

Bei der nächsten Aufgabe der „Definition des Umfangs“ wird der gesamte geplante Projektumfang in kleinere Elemente unterteilt, welche einfacher gemanagt werden können. Diese Unterteilung wird ebenfalls zu Projektbeginn durchgeführt. Unklare Phasenergebnisse bzw. wesentliche vergessene Deliverables sind bedeutende Risiken.

Beim anschließenden „Nachweis des Umfangs“ steht die formale Akzeptanz des gewählten Umfangs im Vordergrund. Die wesentlichen Risiken bei dieser Tätigkeit bestehen darin, dass dem Produkt eine wesentliche Funktionalität fehlt oder dass unterschiedliche Bedürfnisse und Erwartungen bei den Kunden vorliegen.

Die Aufgabe der „Kontrolle des sich ändernden Umfangs“ wird während des gesamten Projektverlaufs wiederholt durchgeführt. Der Projektumfang muss kontinuierlich hinsichtlich möglicher Veränderungen bzw. ungewünschter oder gewünschter Veränderungen kontrolliert werden. Hierbei können insbesondere die Risiken von unbemerkten Veränderungen des Umfangs und fehlendem Bewusstsein des Kunden, dass entsprechende Veränderungen in höheren Kosten und verschobenen Enddaten münden können, auftreten.

Die einzelnen geschilderten Tätigkeiten bauen aufeinander auf und finden i.d.R. in verschiedenen Phasen des Projektes ihre Anwendung.

Risikofeld	Risiken
Scope	1. Nicht brauchbares oder veraltetes Produkt
	2. Fehlende definierte Ergebnisse
	3. Unklare Phasenergebnisse
	4. Fehlende ausgerichtete Projektarbeit
	5. Unklarer Projektumfang
	6. Fehlendes Verständnis des Umfangs
	7. Unterschiedliche Erwartungen bei den Stakeholdern
	8. Wesentliche vergessene Deliverables
	9. Produkt fehlen wesentliche Funktionalitäten
	10. Unterschiedliche Bedürfnisse und Erwartungen der Kunden
	11. Unbemerkte Veränderungen des Umfangs
	12. Fehlendes Bewusstsein des Kunden, dass Veränderungen in höheren Kosten und verschobenen Enddaten münden können

**Tabelle 1:** Mögliche Risiken des Risikofelds Scope

Quelle: Eigene Darstellung

### 5.2.2 Time

„Time“ (Zeit) beinhaltet jene Aktivitäten, welche benötigt werden, um die zeitgerechte Beendigung des Projektes sicherzustellen.

Insbesondere bei kleineren Projekten sind die „Festlegung der einzelnen Projektaufgaben“, die „Identifikation und Dokumentation von Abhängigkeiten zwischen

den einzelnen Aufgaben“, die „Schätzung der Dauer der einzelnen Arbeitsschritte“, die „Entwicklung des Projektplans“ und die „Überwachung der Einhaltung des Projektplans“ so eng miteinander verbunden, dass sie als ein einziger Prozess gesehen werden können.

Die „Festlegung der einzelnen Projektaufgaben“ sollte möglichst zu Beginn des Projektes mit der entsprechenden Zuordnung von verantwortlichen Personen stattfinden. Nur so kann sichergestellt werden, dass die Projektaufgaben wie geplant durchgeführt werden. Ein häufiges Risiko bei der Projektaufgabenfestlegung besteht darin, dass zugesagte Zulieferungen in Form von Aufgabenlisten nicht zeitgerecht geliefert werden und somit der Projektplan nicht rechtzeitig fertig gestellt werden kann.

Die „Identifikation und Dokumentation von Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Aufgaben“ findet im Allgemeinen nach der Festlegung der Aufgaben statt. Zu prüfen ist hierbei insbesondere das Risiko der Projektverzögerung in Folge von fehlenden Ergebnissen als Input für den Beginn weiterer Aktivitäten; die Abhängigkeiten sollten ggf. durch Meilensteine gekennzeichnet werden.

Die „Schätzung der Dauer der einzelnen Arbeitsschritte“ stellt einen wesentlichen Erfolgsfaktor für die Projektdurchführung dar. Es sollte überprüft werden, ob möglicherweise die Risiken von unrealistisch geschätzten Projektkosten und Zeithorizonten zum Tragen kommen.

Die „Entwicklung und Überwachung der Einhaltung des Projektplans“ gehören zu den wesentlichsten Aufgaben während des gesamten Projektverlaufs. Diese Aufgaben werden fortlaufend zyklisch in allen Projektphasen wiederholt. Wesentliche Risiken sind qualitativ geringe Aufgabenergebnisse, das Hervorbringen unklarer Phasenergebnisse, fehlende effektive Kontrolle des Projektfortschritts, Nichteinhaltung des zeitlichen Projektplans, nicht sichtbarer Projektverzug, fehlende Lieferung notwendiger Ergebnisse sowie die Schwierigkeit auf Kostenerhöhungen und verpasste Termine in Folge von später Entdeckung zu reagieren.

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass bei diesem Risikobereich die Risiken Projektverzögerung, nicht gelieferte Deliverables, unrealistisch geschätzte Projektkosten und Zeiträume sowie qualitativ niedrige Arbeitsergebnisse im Vordergrund stehen.

Insbesondere die Zeitplanung ist durch spezifische Verzögerungen gekennzeichnet. Gründe hierfür können Fehler bei der Einschätzung von Zeit und Ressour-

cenverfügbarkeit, Veränderungen beim Arbeitsumfang ohne gebührende Zustimmung für Anlaufzeiten und frühe Veröffentlichung von konkurrenzfähigen Produkten sein.

Der Faktor Zeit stellt neben den beiden Faktoren Kosten und Qualität einen der wesentlichsten Faktoren im Projektgeschäft dar. Diese Faktoren müssen fortlaufend detailliert und exakt beobachtet werden. Jede negative Veränderung muss hinsichtlich weiterer möglicher Risiken permanent in allen Projektphasen betrachtet werden.

Risikofeld	Risiken
Time	1. Zugesagte Zulieferungen in Form von Aufgabenlisten werden nicht zeitgerecht geliefert.
	2. Projektverzögerung
	3. Unrealistisch geschätzte Projektkosten und Zeithorizonte
	4. Qualitativ geringe Aufgabenergebnisse
	5. Hervorbringen unklarer Phasenergebnisse
	6. Fehlende effektive Kontrolle des Projektfortschritts
	7. Nichteinhaltung des zeitlichen Projektplans
	8. Nicht sichtbarer Projektverzug
	9. Fehlende Lieferung notwendiger Deliverables
	10. Schwierigkeit auf Kostenerhöhungen zu reagieren
	11. Verpasste Termine in Folge von später Entdeckung

**Tabelle 2:** Mögliche Risiken des Risikofelds Time

Quelle: Eigene Darstellung

### 5.2.3 Cost

Bei „Cost“ (Kosten/Finanzierung) werden alle Tätigkeiten und Risiken berücksichtigt, die sicherstellen, dass das Projekt mit dem zur Verfügung stehenden Budget beendet werden kann. Dieser Bereich beschäftigt sich hauptsächlich mit den Kosten für die Ressourcen, die benötigt werden um die Projektaktivitäten abzuschließen.

Hervorgerufen werden können Risiken der Finanzierung durch Schätzungsfehler, fehlende Untersuchung von prognostizierbaren Problemen, unangemessene Produktivität, unrealistisch geschätzte Kosten, kostenintensive Veränderungen im Projektverlauf und fehlende Notfallplanung.

Die konkreten Tätigkeiten sind die „Planung der Ressourcen und zugehörigen Aufwände“, „Kostenschätzungen“, „Budgetierung der einzelnen Projektaktivitäten“ und die „Kostenkontrolle“.

Bei der „Planung der Ressourcen und zugehörigen Aufwände“ wird festgelegt, welche Ressourcen (Personen, Material etc.) und welche Anzahl von Ressourcen für die einzelnen Aktivitäten benötigt werden. Mögliche Risiken in Bezug auf die Ressourcenplanung können eine geringe Qualität der Ressourcen, Projektverzögerungen durch falsche oder fehlende Ressourcenzuordnungen und fehlende Übertragung von Aufgaben infolge von unbekannten Verantwortlichkeiten sein.

Durch die „Schätzung der Kosten“ kann annähernd festgelegt werden, welche Kosten von den benötigten Ressourcen zur Erfüllung der vorgegebenen Aufgaben verursacht werden. Risiken in Hinblick auf Kostenschätzungen können die Überschreitung des Projektbudgets aufgrund falscher Kostenschätzungen, Projektverzögerungen oder Projektestops infolge einer Budgetüberschreitung und ein unrealistisches Projektbudget sein.

Bei der „Budgetierung der einzelnen Aktivitäten“ wird versucht, das gesamte Projektbudget auf die einzelnen Aktivitäten zu verteilen. Es besteht die Gefahr, dass das Projektbudget für das Management nicht transparent ist und Betrug somit nicht ausgeschlossen werden kann. Die Folge wäre ein möglicher Projektverzug.

Die bisher genannten Tätigkeiten werden im Gegensatz zur Kostenkontrolle zu Beginn des Projektes durchgeführt. Die „Kostenkontrolle“ stellt einen permanenten, sich wiederholenden Prozess während des gesamten Projektverlaufs dar. Im Mittelpunkt steht die Beobachtung von Veränderungen des Projektbudgets. Hierbei sollte insbesondere auf eine fehlende transparente Projektkostensituation, fehlender Übersicht über den Projektaufwand, Betrug, unbemerkter Budgetüberfluss und Verwendung von Finanzinformationen als Mittel für die frühe Identifikation einer Falschausrichtung des Projektes geachtet werden.

Risikofeld	Risiken
Cost	1. Finanzierung durch Schätzungsfehler
	2. Fehlende Untersuchung prognostizierbarer Probleme
	3. Unangemessen Produktivität
	4. Unrealistisch geschätzte Kosten
	5. Kostenintensive Veränderungen im Projektverlauf
	6. Fehlende Notfallplanung
	7. Geringe Qualität der Ressourcen
	8. Projektverzögerungen durch falsche Ressourcenzuordnungen
	9. Fehlende Übertragung von Aufgaben in Folge von unbekannten Verantwortlichkeiten
	10. Überschreitung des Projektbudgets aufgrund von falschen Kostenschätzungen
	11. Projektverzögerungen oder Projektstop infolge von Budgetüberschreitungen
	12. Unrealistisches Projektbudget
	13. Fehlendes Transparenz des Projektbudgets für das Management
	14. Betrug
	15. Fehlende transparente Kostensituation
	16. Fehlende Übersicht über Projektaufwand
	17. Unbemerakter Budgetüberfluss
	18. Verwendung von Finanzinformationen als Mittel für die frühe Identifikation einer Falschausrichtung des Projektes

**Tabelle 3:** Mögliche Risiken des Risikofelds Cost

Quelle: Eigene Darstellung

#### 5.2.4 Quality

Bei der Betrachtung der „Quality“ (Qualität) werden alle Tätigkeiten berücksichtigt, die sicherstellen, dass das Projekt die inhaltlichen Anforderungen, Bedürfnisse und Ziele erfüllt, für deren Erreichung es durchgeführt wird.

Gründe für das Eintreten möglicher Qualitätsrisiken können ein fehlender definierter Anspruch an die Qualität, ein unzureichendes Design, minderwertiges Material oder eine nicht der definierten Qualität entsprechende Arbeit sein.

„Planung der Qualitätssicherung“, „Sicherstellung von ausreichender Qualität“ und „Qualitätskontrolle“ sind die konkret in diesem Bereich zu untersuchenden Tätigkeiten im Rahmen der Risikoanalyse.

Bei der „Planung der Qualitätssicherung“ wird festgelegt, welche Qualitätsstandards für das Projekt Anwendung finden und mit welchen Mitteln diese eingehalten werden können. Mögliche Risiken in Bezug auf diese Tätigkeit sind fehlende strukturierte Verfahren für die Qualitätssicherung, fehlende Durchführung der Qualitätssicherung, unklarer Umfang der Qualitätssicherung, nicht ausreichende Durchführung der Qualitätssicherung, Behinderung der Qualitätssicherung durch Projektmitarbeiter sowie die Tatsache, dass Projektergebnisse nicht freigegeben bzw. weitergegeben werden.

Im Rahmen der „Sicherstellung ausreichender Projektqualität“ sind insbesondere die folgenden Risiken zu überprüfen: Qualitätsmängel in einer Phase des Projektes behindern den Projekterfolg, fehlende unabhängige Qualitätssicherung, die Qualität des Projektes oder Produkts ist nicht akzeptabel und die Produktqualität wird nicht angemessen adressiert.

Zur Durchführung der „Qualitätskontrolle“ werden spezielle Projektergebnisse überwacht, um festzustellen, ob diese mit den definierten Qualitätsstandards übereinstimmen. Des Weiteren sind die Ursachen einer nicht ausreichenden Leistung zu identifizieren und zu beheben. Relevante Risiken stellen die unklare Klassifikation von Mängeln, fehlender gelebter Qualitätssicherungsprozess und fehlende Adressierung von Qualitätssicherung im Projekt dar.

Risikofeld	Risiken
Quality	1. Fehlende strukturierte Verfahren für die Qualitätssicherung
	2. Fehlende Durchführung der Qualitätssicherung
	3. Unklarer Umfang der Qualitätssicherung
	4. Nicht ausreichende Durchführung der Qualitätssicherung
	5. Behinderung der Qualitätssicherung durch Projektmitarbeiter
	6. Projektergebnisse werden nicht freigegeben oder weitergegeben
	7. Qualitätsmängel in einer Phase des Projektes behindern den Projekterfolg
	8. Fehlende unabhängige Qualitätssicherung
	9. Die Qualität des Projektes oder Produkts ist nicht akzeptabel
	10. Produktqualität wird nicht angemessen adressiert

**Tabelle 4:** Mögliche Risiken des Risikofelds Quality

Quelle: Eigene Darstellung



### 5.2.5 Human Resource

„Human Resource“ (Faktor Arbeit) beinhaltet all jene Prozesse, welche erforderlich sind, um den größten Nutzen der im Projekt involvierten Personen zu generieren. Dieser Ansatz integriert alle Projekt-Stakeholder wie z.B. die Sponsoren, Kunden, Partner und Projektmitarbeiter.

Zu betrachten sind dabei insbesondere die „Organisationsplanung“, die „Akquise der Projektmitarbeiter“ und die „Teamentwicklung“.

Die „Organisationsplanung“ beinhaltet die konkreten Aufgaben der Identifikation, Dokumentation und Zuteilung von Projektrollen, Verantwortlichkeiten und Reportingwegen. Mögliche Risiken können darin bestehen, dass kein oder nur ein unklarer Projektsponsor existiert, grundlegende Funktionen oder Rollen nicht festgelegt sind, wichtige Rollen nicht zugewiesen sind oder mögliche Ressourcenzuteilungsprobleme zwischen aktuellen Projekten oder Projekten und Linie bestehen.

Im Rahmen der „Akquise der Projektmitarbeiter“ müssen definierte Personen für die Mitarbeit im Projekt gewonnen werden. Mögliche Risiken bestehen darin, dass die geplanten Projektmitarbeiter nicht ausreichend zur Verfügung stehen, kein Bewusstsein für Ressourcenzuteilungsprobleme besteht, Rollen und Verantwortlichkeiten können nicht besetzt werden, grundlegende Funktionen und Rollen im Projekt nicht wahrgenommen werden oder kein ausreichend qualifiziertes Personal für das Projekt gefunden werden kann.

Zur Leistungssteigerung stehen bei der „Teamentwicklung“ die individuellen Kompetenzen der einzelnen Projektmitarbeiter und die Entwicklung des gesamten Teams als Einheit im Mittelpunkt.

Mögliche Risiken bestehen darin, dass kein Teameffekt erzielt werden kann, die Teammitglieder nicht als Team zusammenarbeiten, im Laufe des Projekts die Teammotivation abnimmt oder eine versteckte Organisation innerhalb der offiziellen Projektorganisation vorhanden ist und zu falschen oder unbemerkten Ergebnissen führt.

Risikofeld	Risiken
Human Resource	1. Es existiert kein Projektsponsor
	2. Grundlegende Funktionen und Rollen sind nicht festgelegt
	3. Wichtige Rollen sind nicht zugewiesen
	4. Ressourcenzuteilungsprobleme zwischen den Projekten oder zwischen Projekt und Linie
	5. Projektmitarbeiter stehen nicht ausreichend zur Verfügung
	6. Fehlendes Bewusstsein für Ressourcenzuteilungsprobleme
	7. Rollen und Verantwortlichkeiten können nicht besetzt werden
	8. Grundlegende Funktionen und Rollen werden nicht wahrgenommen, da sie nicht adressiert sind
	9. Es kann kein ausreichend qualifiziertes Personal gefunden werden
	10. Es kann kein Teameffekt erzielt werden
	11. Teammitglieder arbeiten nicht als Team zusammen
	12. Abnehmende Teammotivation im Projektverlauf
	13. Vorhandensein einer versteckten Organisation innerhalb der offiziellen Projektorganisation

**Tabelle 5:** Mögliche Risiken des Risikofelds Human Resource

Quelle: Eigene Darstellung

### 5.2.6 Communication

Bei der „Communication“ werden alle Aufgaben zur zeitgerechten und geeigneten Sammlung, Vervielfältigung, Verbreitung, Sicherung und höchsten Disposition von Projektinformationen berücksichtigt.

Hierbei stehen die „Planung der Kommunikation“, die „Informationsverteilung“, das „Reporting über die Projektleistung“ sowie das „Beenden einer Phase bzw. des Projektes“ im Mittelpunkt der Betrachtung.

Die „Planung der Kommunikation“ basiert auf dem Informationsbedürfnis der Stakeholder. Konkret wird festgelegt, wer welche Informationen wann benötigt, und wie diese bereitgestellt werden. Auf folgende Risiken ist zu achten: Projektgerüchte, Falschinformationen, fehlende Informationstransparenz, fehlendes gemeinsames Verständnis der Projektziele, fehlende Management-Sponsoring, verzögertes Treffen von Entscheidungen, Verhinderung der Projektimplementierung, Verzögerung oder vollständiger Projektstopp, sowie fehlende angemessene und zeitgerechte Qualitätssicherung der Kommunikation.

Im Rahmen der „Informationsverteilung“ werden den Stakeholdern die benötigten Informationen rechtzeitig bereitgestellt. Hierbei stellt insbesondere das Risiko fehlender adressierter Themen im Vordergrund.

Bei dem „Reporting über die Projektleistung“ werden Informationen über die Performance gesammelt und verbreitet. Diese Informationssammlung beinhaltet Statusberichte, Fortschrittsmessung und Forecasting. Hierbei sollte insbesondere auf die folgenden Risiken geachtet werden: dem Steeringkomitee oder anderen Adressaten werden keine ausreichenden Informationen gegeben, die Projektziele oder der Projektstatus sind unklar, die Kommunikation ist unaufrichtig oder die Managementbeteiligung ist unzureichend.

Die „Beenden einer Phase oder des Projektes“ umfasst das Erzeugen, Sammeln und Verbreiten von Informationen, die formale Beendigung einer Phase oder des gesamten Projektes.

Typische Risiken im Rahmen dieser Tätigkeiten sind ein unklarer Projektstatus, unterschiedliche Erwartungen bzgl. der Phasenergebnisse zwischen den Stakeholdern, unklare Phasenergebnisse sowie fehlende Realisierungsmöglichkeiten eines Changemanagements.

Die Ursachen für die genannten Risiken können z.B. Mängel in der Planung oder Kommunikation, unangemessener Umgang mit Komplexität oder das Fehlen von angemessener Beratung durch interne oder externe Berater sein.

Risikofeld	Risiken
Communication	1. Projektgerüchte
	2. Falschinformationen
	3. Fehlende Informationstransparenz
	4. Fehlendes gemeinsames Verständnis der Projektziele
	5. Fehlende Management-Sponsoring
	6. Verzögertes Treffen von Entscheidungen
	7. Verhinderung der Projektimplementierung
	8. Verzögerung oder vollständiger Projektstop
	9. Fehlende angemessene und zeitgerechte Qualitätssicherung der Kommunikation
	10. Steeringkomitee oder anderen Adressaten werden keine ausreichenden Informationen gegeben
	11. Unklare Projektziele oder –status
	12. Unaufrichtige Kommunikation
	13. Unzureichende Managementbeteiligung
	14. Unterschiedliche Erwartungen bzgl. der Phasenergebnisse zwischen Stakeholdern
	15. Fehlende Realisierungsmöglichkeiten eines Change-managements

**Tabelle 6:** Mögliche Risiken des Risikofelds Communication

Quelle: Eigene Darstellung

### 5.2.7 Risk

Die systematischen Tätigkeiten der Analyse und Reaktion auf Projektrisiken werden in dem Risikofeld „Risk“ (Risiko) betrachtet. Dieser Prozess beinhaltet Die Maximierung von Eintrittswahrscheinlichkeiten und Konsequenzen positiver Ereignisse und die Minimierung von Eintrittswahrscheinlichkeiten und Konsequenzen nachteiliger Ereignisse in Bezug auf das Erreichen der Projektziele.

Relevante Aufgaben sind in diesem Bereich die „Risikoidentifikation“ (Identification (vgl. Kapitel 4)), die „Risikobewertung“ (Assessment (vgl. Kapitel 4)), die „Risiko-Reaktions-Entwicklung“ (Reaction und Enabling (vgl. Kapitel 4)) und die „Risiko-Reaktions-Kontrolle“ (Monitoring (vgl. Kapitel 4)).

Im Rahmen der „Risikoidentifikation“ wird festgelegt, welche Risiken das Projekt möglicherweise beeinflussen und es werden die Merkmale dieser Risiken dokumentiert. Im Zusammenhang mit dieser Tätigkeit sollten die folgenden Risiken be-

trachtet werden: fehlendes Bewusstsein des Managements für mögliche Risiken, sowie fehlendes Risikomanagement im Projekt.

Bei der Tätigkeit der „Risikobewertung“ werden einerseits die Eintrittswahrscheinlichkeiten für ein Risiko bestimmt und andererseits die möglichen Schadenshöhen. Zudem wird überprüft, welchen Einfluss diese Risiken auf die Projektziele haben.

Risiken bei dieser Tätigkeit bestehen in der falschen Priorisierung und der nicht angemessenen Adressierung wesentlicher Risiken.

Bei der „Risiko-Reaktions-Entwicklung“ werden Risikostrategien (vgl. Risikoreduktionstreppe Kapitel 4) entwickelt, um Chancen zu erhöhen und Risikoschäden für die Projektziele zu vermindern.

Die folgenden Risiken sind zu berücksichtigen: fehlende und nicht zielgerichtete Adressierung von Risiken sowie eine unterschiedliche Adressierung der Risiken durch verschiedene Personen.

Die Überwachung noch vorhandener Risiken, die Identifikation neuer Risiken, die Ausführung von Risikoreduktions-Plänen und die Bewertung ihrer Effektivität während des gesamten Produktlebens-Zyklus, stellen die expliziten Inhalte der „Risiko-Reaktions-Kontrolle“ dar. Hier spielen Risiken eines fehlenden etablierten Prozesses zur der Risikominimierung, Gefahr durch unentdeckte Risiken oder unbemerkt veränderte eine wesentliche Rolle.

Risikofeld	Risiken
Risk	1. Fehlendes Bewusstsein des Managements für mögliche Risiken
	2. Fehlendes Risikomanagement im Projekt
	3. Falsche Priorisierung
	4. Nicht angemessene Adressierung wesentlicher Risiken
	5. Unterschiedliche Adressierung von Risiken durch unterschiedliche Personen
	6. Fehlender etablierter Prozess zur Risikominimierung
	7. Gefahr durch unentdeckte Risiken oder unbemerkte Veränderung der Risiken

**Tabelle 7:** Mögliche Risiken des Risikofelds Risk

Quelle: Eigene Darstellung

### 5.2.8 Procurement

„Procurement“ (Vertrag) betrachtet alle Aktivitäten, welche zum Erhalt von Produkten und Dienstleistungen sowie zum Erreichen des Projektumfangs notwendig sind. Die Verträge handeln von Verkäufer-Käufer-Beziehungen und bestehen auf verschiedenen Ebenen eines Projektes. Ein Verkäufer kann dabei auch Subkontraktor sein.

In diesem Risikofeld sind die „Planung der Beschaffung und der Bewerbung“, die „Durchführung der Bewerbung“, die „Auswahl möglicher Auftragnehmer“, die „Vertragsadministration“ und der „Vertragsabschluss“ wesentliche Aktivitäten.

Konkret lassen sich diese Aktivitäten wie folgt beschreiben: Bei der Planung der Beschaffung wird festgelegt, was wann beschafft werden muss. Relevante Risiken bei dieser Tätigkeit sind Mangel an Expertenwissen, fehlende Make or Buy-Entscheidung, sowie ein Mangel an neuen Ideen.

Im Rahmen der „Planung der Beschaffung und Bewerbung“ werden Produktanforderungen dokumentiert und mögliche Quellen identifiziert. Hierbei können insbesondere die folgenden Risiken auftreten: es wurden falsche oder unklare Ergebnisse für die Dienstleistung oder das Produkt festgelegt und die meisten hilfreichen Ressourcen sind nicht verfügbar.

Bei der „Durchführung der Bewerbung“ erhält man angemessene Kostenvoranschläge, Ausschreibungsangebote oder -proposals. Relevante Risiken bei dieser Tätigkeit sind das Angebot falscher Dienstleistungen oder Produkte, verlorene Zeit aufgrund von unklaren Proposals, fehlende Anforderungen, unvergleichbare Angebote und Inkongruenz der Angebote in Bezug auf die Anforderungen.

Bei der „Auswahl möglicher Auftragnehmer“ wird dieser aus der Zahl der möglichen Lieferanten bzw. Anbieter der Dienstleistung ausgewählt. Hierbei sollte insbesondere auf die folgenden Risiken geachtet werden: fehlender konsistenter Auswahlprozess, falsche Dienstleistungen oder Produkte, Betrug und fehlender Schutz vor interner Anklage bzw. Schuld.

Durch die „Vertragsadministration“ wird die Geschäftsbeziehung zum Anbieter ausgestaltet. Hierbei können folgende Risiken auftreten: falsche, unklare oder fehlende Deliverables, nicht ausreichend vorhandener Zeitrahmen und hohe Anforderungen an die Anbieter.

Bei „Vertragsabschlusses“ wird der gültige Vertrag vereinbart, und es werden alle noch offenen Punkte geklärt. Relevante Risiken in diesem Bereich sind: unbe-

merkter Budgetüberfluss, fehlende festgesetzte Verträge sowie verbleibende Anforderungen von einer oder beiden Vertragspartnern.

Risikoereignisse aus dem Bereich „Vertrag“ sind Zahlungsunfähigkeit des Auftragnehmers und Rechtsstreitigkeiten. Mögliche Gründe liegen in nicht klagbaren Klauseln, Inkompetenzen, feindlichen Beziehungen und ungeeigneten oder unklaren vertraglichen Vereinbarungen.

Risikofeld	Risiken
Procurement	1. Mangel an Expertenwissen
	2. Fehlende Make or Buy-Entscheidung
	3. Mangel an neuen Ideen
	4. Angebot falscher Dienstleistungen oder Produkte
	5. Verlorene Zeit aufgrund falscher Proposals
	6. Fehlende Anforderungen
	7. Unvergleichbare Angebote
	8. Inkongruenz der Angebote in Bezug auf die Anforderungen
	9. Fehlender konsistenter Auswahlprozess
	10. Falsche Dienstleistungen oder Produkte
	11. Betrug
	12. Fehlender Schutz vor interner Anklage bzw. Schuld
	13. Falsche, unklar oder fehlende Deliverables
	14. Fehlender ausreichender Zeitrahmen
	15. Hohe Anforderungen der Anbieter
	16. Unbemerkter Budgetüberfluss
	17. Fehlende festgesetzte Verträge
	18. Verbleibende Anforderungen von einer der beiden Vertragspartner
	19. Zahlungsunfähigkeit des Auftragnehmers
	20. Rechtsstreitigkeiten

**Tabelle 8:** Mögliche Risiken des Risikofelds Procurement

Quelle: Eigene Darstellung

### 5.3 Product Life Cycle Risk

Wie bereits beschrieben, betrachtet der Bereich „Produkt Life Cycle Risk“ (Produktlebenszyklus Risiken) alle Risikofelder, welche im Rahmen des Produktlebenszyklusses eines Produkts relevant sind. In jedem Risikofeld werden alle für einen Produktlebenszyklus relevanten Phasen und die zugehörigen Tätigkeiten betrachtet.

Die Gliederung auf zweiter Ebene in diesem Bereich ist eine prozessuale Gliederung entsprechend der Phasen des Produktlebenszyklus. Der Risikobereich enthält die Risikofelder „Planning & Initiation“, „Requirements“, „Design“, „Development“, „Test“, „Implementation“ & Roll-Out“ sowie „Post-Implementation“.

In den folgenden Abschnitten werden die genannten Risikofelder mit ihren zu betrachtenden Tätigkeiten und Risiken detailliert dargestellt.

### *5.3.1 Planning & Initiation*

Das Risikofeld „Planning & Initiation“ (Planung und Auftrag) beschäftigt sich mit der Identifikation des Bedarfs, der Projektziele, der Durchführbarkeit und der Projektförderung. Relevante Fragen für dieses Risikofeld stellen sich insbesondere bzgl. der Integration der Mitarbeiter, der strategischen Ausrichtung und der generellen Durchführbarkeit des Projekts. Ein wesentlicher Aspekt ist die Priorisierung der oft widersprüchlichen Ziele Kosten, Zeit und Qualität, hinsichtlich derer ein großes Konfliktpotential und zahlreiche Risiken existieren können, die es zu berücksichtigen gilt. Das Risikofeld der „Planning & Initiation“ beschäftigt sich zudem ausführlich mit möglicherweise eintretenden Risiken im Bereich der Projekterwartungen und Projektziele in einem frühen Stadium des Projektes.

Relevante Tätigkeiten sind: „Spezifikation von Anforderungen“, „Machbarkeitsanalysen“, „Kosten-Nutzen-Analysen“, „Priorisierung von Qualität, Zeit und Kosten“, „Festlegung der Methodik“ sowie „Genehmigung des Managements und Projekt-sponsoring“.

Zu Beginn einer System- bzw. Produktentwicklung werden zunächst die „Anforderungen spezifiziert“. Hierbei ist es notwendig, ein Verständnis der Funktionalitäten des Produkts, sowie der Geschäftsziele zu entwickeln, welche diese Funktionalitäten adressieren.

Folgende Risiken können auftreten: die Ausrichtung an der Unternehmensstrategie ist nicht sichergestellt, fehlende Managementinvolvierung, fehlendes Sponsoring, fehlende Involvierung der Anwender und der Projekterfolg wird vorsätzlich behindert.

Bei der Durchführung einer „Machbarkeitsstudie“ wird die Bedeutung des Projektes und der im Projektumfang enthaltenen Funktionalitäten geprüft. Relevante Risiken sind: das Projekt ist nicht durchführbar, die Machbarkeitsstudie stellt falsche



Ergebnisse dar, das Projekt ist zu umfangreich bzw. zu komplex und es sind unbrauchbare Funktionalitäten vorhanden.

Die „Kosten-Nutzen-Analyse“ dient der Bestimmung der Kosten und Nutzen des Projektes in Abhängigkeit von der Bestimmung des Risikos, welches bei der Durchführung des Projektes eintreten kann. Unrealistische Schätzungen welche nicht von Experten durchgeführt wurden, zu geringes Projektbudget, fehlender quantifizierbarer Gesamtgewinn, die Unterschätzung der Gesamtkosten, die Überbewertung der Gewinne, nicht messbarer Gewinn und der Geschäftserfolg sind zu berücksichtigen. „Kosten, Zeit und Qualität“ sind konkurrierende Ziele im Rahmen eines Projektes. Um die Erwartungen an das Projekt zu erfüllen, ist es notwendig, eine Priorisierung dieser Ziele durchzuführen. Hierbei sollte auf die Risiken der fehlenden Priorisierung von Komponenten, falscher Projektinitialisierung und unklarer Managementintention geachtet werden.

Um ein Projekt zum Erfolg zu führen sollten ausgewählte Methoden und Standards eingesetzt werden. Die „Auswahl geeigneter Methoden“, mit welchen die Projektarbeit erfolgreich durchgeführt wird, kann eine wesentliche Aufgabe darstellen. Es sollte darauf geachtet werden, ob die folgenden Risiken in diesem Zusammenhang relevant sind: das Unternehmen ist nicht projektorientiert, die Qualität wird durch das Projekt definiert, sowie fehlende Verwendung von Standards.

Abschließend ist es wichtig im Rahmen der Planung eines Projektes die „Genehmigung des Managements“ oder eines Kunden für das spezifische Projekt und die festgelegten Methoden zu erhalten. Zudem sollte das Sponsoring durch diese Personen sichergestellt werden. Folgende Risiken sind zu beachten: fehlende Managementinvolvierung und fehlendes Sponsoring den Managementexpectationen wird nicht entsprochen, unklare Projektziele, zu hohe Verantwortung für das Projektmanagement sowie unterschiedliche Projektsicht auf Seiten des Kunden und des Managements.

Risikofeld	Risiken
Planning & Initiation	1. Ausrichtung an der Unternehmensstrategie ist nicht sichergestellt
	2. Fehlende Managementinvolvierung
	3. Fehlendes Sponsoring
	4. Fehlende Involvierung der Anwender
	5. Projekterfolg wird vorsätzlich behindert
	6. Projekt ist nicht durchführbar
	7. Machbarkeitsstudie stellt falscher Ergebnisse dar
	8. Projekt ist zu umfangreich bzw. zu komplex
	9. Unbrauchbare Funktionalitäten
	10. Unrealistische Schätzungen welche nicht von Experten durchgeführt wurden
	11. Zu geringes Projektbudget
	12. Fehlender quantifizierbarer Gesamtgewinn
	13. Unterschätzung der Gesamtkosten
	14. Überbewertung der Gewinne
	15. Nicht messbarer Gewinn und Geschäftserfolg des Projektes
	16. Fehlende Priorisierung von Komponenten
	17. Falsche Projektinitialisierung
	18. Unklare Managementintention
	19. Fehlende Projektorientierung des Unternehmens
	20. Die Qualität wird durch das Projekt definiert
	21. Fehlende Verwendung von Standards
	22. Managementexpectationen wird nicht entsprochen
	23. Unklare Projektzielen
	24. Zu hohe Verantwortung für das Projektmanagement
	25. Unterschiedliche Projektsicht auf Seiten des Kunden und des Managements

**Tabelle 9:** Mögliche Risiken des Risikofelds Planning & Initiation

Quelle: Eigene Darstellung

### 5.3.2 Requirements

Um alle Risiken in Bezug auf gestellte Anforderungen zu betrachten, ist es hilfreich, diese auf Basis des Risikofelds „Requirements“ (Anforderungsanalyse) spezifisch zu analysieren. Im Mittelpunkt steht die Untersuchung der Geschäftsanforderungen, der Ressourcen und der involvierten Gruppen bzw. Parteien.

Die zu betrachtenden Tätigkeiten in der Phase Anforderungsanalyse sind: „Anwenderbeteiligung & Einkauf“, „Ausrichtung an den Geschäftsanforderungen“ und „Abgrenzung des Umfangs“

Zunächst ist die Tiefe und Qualität der Anwenderbeteiligung in dem Prozess der Anforderungsanalyse zu prüfen. Zu beachten sind insbesondere die Risiken: der sich ändernden laufenden Beteiligung der Anwender, fehlende Anwenderakzeptanz des neue Produkts/Systems, nicht-motivierte Teammitglieder und nicht erreichbare Projektziele.

Um das Projekt zielorientiert abwickeln zu können, ist es wichtig, alle geschäftlichen Anforderungen zu definieren, welche das Produkt zu erfüllen hat. In diesem Zusammenhang sollten vor allem die Risiken des Projektscheiterns und der fehlenden Produktakzeptanz betrachtet werden.

Um das Projekt durchführen zu können, ist eindeutig festzulegen, welche Anforderungen innerhalb und welche außerhalb des Projektumfangs liegen.

Als bedeutende Risiken sind für diesen Bereich aufzuführen: Deliverables werden nicht geliefert, unklare Abgrenzung der Funktionalitäten bzw. des Umfangs, unklare Phasenergebnisse und zu hohe Projektkomplexität.

Risikofeld	Risiken
Requirements	1. Sich ändernde laufende Beteiligung der Anwender
	2. Fehlende Anwenderakzeptanz des neuen Produkts/Systems
	3. Nicht-motivierte Teammitglieder
	4. Nicht erreichbare Projektziele
	5. Projektscheitern
	6. Deliverables werden nicht geliefert
	7. Unklare Abgrenzung der Funktionalitäten bzw. des Umfangs
	8. Unklare Phasenergebnisse
	9. Zu hohe Projektkomplexität

**Tabelle 10:** Mögliche Risiken des Risikofelds Requirements

Quelle: Eigene Darstellung

### 5.3.3 Design

Alle Aufgaben, die während der Entwicklung des technischen und funktionalen Lösungsmodells durchgeführt werden müssen, sind im „Design“ (Entwurf) zu berücksichtigen.

Im Mittelpunkt stehen die „Systemarchitektur“, „Analyse der Komponenten“, „Spezifikation der Funktionalitäten“, „Datenbankentwurf“, „Schnittstellen“, „Sicherheit“, „Dokumentation und Schulungsanforderungen“.

Die Systemarchitektur muss an der technischen Umgebung ausgerichtet werden. Relevanz für die möglichen Risiken haben folgende Punkte: die Technologie für das neue System ist nicht optimal, das neue System passt nicht in die bestehende Umgebung und fehlende Anwenderakzeptanz.

Darüber hinaus sind die einzelnen Komponenten des Produkts zu definieren. Hierbei sind die Risiken: fehlendes Komponentenmodell, unklare Instandhaltung und es besteht die Notwendigkeit der Veränderung von Geschäftsprozessen oder -struktur.

Anschließend müssen die Funktionalitäten der einzelnen Komponenten genau spezifiziert werden. Hierbei sind insbesondere die folgenden Risiken relevant: geringe Projektakzeptanz bei den Anwendern, gesetzliche Vorschriften werden nicht eingehalten, wodurch das System später Mängel im Bereich der Ordnungsmäßigkeit aufweist, unklarer Umfang der Funktionskomponenten und die bestehenden Prozesse können nicht ausreichend in der Standardsoftware abgebildet werden. Beim Datenbankdesign muss eine Struktur entwickelt werden, welche alle persistenten Daten der Applikation speichert. Hierbei sollte auf die Risiken: schlechte Datenbankperformance, inkonsistente Daten, die zukünftige Rolle des Produkts ist nicht klar bzw. wurde nicht kommuniziert, die Instandhaltung der Datenbank ist nicht garantiert, ungeeignetes Datenbankdesign und die Datenbanksicherheit wird nicht adressiert, geachtet werden.

Wesentlich für den Entwurf des Produkts ist die Beschreibung der Schnittstellen. Dabei sind insbesondere die Schnittstellen zu externen Systemen detailliert zu definieren. Bei dieser Tätigkeit sollten folgende Risiken berücksichtigt werden: das System ist nicht instand haltbar, fehlende Definition der Systemintegration, Störungen verursachen größere Probleme, nicht realisierte technische oder organisatorische Anpassung von Schnittstellen, Probleme bei der Ablösung vom Altsystem/ Schnittstellenproblematik und unzureichende Berücksichtigung der Systemintegration.

Ein neues Produkt muss einen definierten Sicherheitsstandard gewährleisten. In der Phase des Entwurfs werden deshalb Sicherheitsfunktionalitäten für das Produkt festgelegt. Hier sollten die folgenden Risiken betrachtet werden: fehlende Ad-

ressierung der Kontrolle der Sicherheit und der Applikation, Sicherheitsfunktionen decken nicht das gesamte Produkt ab, Sicherheit ist von geringer Bedeutung und nicht angemessenes angewandtes Sicherheitsmodell.

Voraussetzung für einen erfolgreichen Einsatz des Produkts ist eine ausreichende Anwenderdokumentation. Bereits in der Phase des Entwurfs wird deshalb der Umfang der benötigten Dokumentation festgelegt. Wesentliche Risiken stellen in diesem Zusammenhang dar: fehlende Dokumentation, vorhandene aber aussage-lose Dokumentation, fehlende Transparenz bei Projektentscheidungen, fragliche Produkthaltbarkeit und das Projekt ist sich fehlender Dokumente nicht bewusst, dar.

Manchmal ist es notwendig, die am Entwicklungsprozess beteiligten Projektmitarbeiter vorab zu schulen. Deshalb sollten frühzeitig zusätzliche Trainingsanforderungen und Zeitfenster für die Trainings festgelegt werden. Hierbei sollte insbesondere auf die Risiken fehlendes Know-how-Transfers an die Mitarbeiter, schlechte Trainingsqualität, frustrierten Personals, schlechten Wirksamkeit der Trainingskurse, fehlende Messbarkeit der Wirksamkeit und unnötige Trainingskosten untersucht werden.

Risikofeld	Risiken
Design	1. Die Technologie für das neue System ist nicht optimal
	2. Das neue System passt nicht in die bestehende Umgebung
	3. Fehlende Anwenderakzeptanz
	4. Fehlendes Komponentenmodell
	5. Unklare Instandhaltung
	6. Notwendigkeit der Veränderung von Geschäftsprozessen oder -struktur
	7. Geringe Projektakzeptanz bei den Anwendern
	8. Gesetzliche Vorschriften werden nicht eingehalten, wodurch das System Mängel im Bereich der Ordnungsmäßigkeit aufweist
	9. Unklarer Umfang der Funktionskomponenten
	10. Bestehende Prozesse können nicht ausreichend in der Standardsoftware abgebildet werden
	11. Schlechte Datenbankperformance
	12. Inkonsistente Daten
	13. Zukünftige Rolle des Projekt ist nicht klar, wurde nicht kommuniziert
	14. Instandhaltung der Datenbank ist nicht garantiert

	15. Ungeeignetes Datenbankdesign
	16. Datenbanksicherheit wird nicht adressiert
	17. System ist nicht instand haltbar
	18. Fehlende Definition der Systemintegration
	19. Störungen verursachen größere Probleme
	20. Nicht realisierte technische oder organisatorische Anpassung von Schnittstellen
	21. Probleme bei der Ablösung vom Altsystem/ Schnittstellenproblematik
	22. Unzureichende Berücksichtigung der Systemintegration
	23. Fehlende Adressierung der Kontrolle der Sicherheit und Applikation
	24. Sicherheitsfunktionen decken nicht das gesamte Produkt ab
	25. Sicherheit ist von geringer Bedeutung
	26. Fehlendes angemessenes angewandtes Sicherheitsmodell
	27. Fehlende Dokumentation
	28. Vorhandene aber aussageleere Dokumentation
	29. Fehlende Transparenz bei Projektentscheidungen
	30. Fragliche Produkthaltbarkeit
	31. Das Projekt ist sich fehlender Dokumente nicht bewusst
	32. fehlender Know-how-Transfer an die Mitarbeiter
	33. Schlechte Trainingsqualität
	34. Frustriertes Personal
	35. Schlechte Wirksamkeit der Trainingskurse
	36. Fehlende Messbarkeit der Wirksamkeit
	37. Unnötige Trainingskosten

**Tabelle 11:** Mögliche Risiken des Risikofelds Design

Quelle: Eigene Darstellung

#### 5.3.4 Development

Beim „Development“ (Entwicklung) sind alle Tätigkeiten zu berücksichtigen, welche bei der Umsetzung des technischen und funktionalen Lösungsmodells durchgeführt werden.

Hierzu gehören insbesondere die „Codierung von Standards“, die „Berücksichtigung von Tests“, die „Systemdokumentation“, die „Entwicklungsumgebung“, die „Systemparametrisierung“, eine „kundenspezifische Entwicklung“ und die „Datenkonversion“.

Um die Entwicklung einheitlich durchzuführen, ist die Existenz und Angemessenheit von Codierungsstandards festzulegen. Zu nennen sind folgende Risiken: Entwickler, die nichts von der Existenz der Codierungs-Standards wissen, bzw. wie diese anzuwenden sind und schwierige Wartbarkeit der Programmierung.

Bei der Berücksichtigung von Tests ist zu beurteilen, ob Tests in einer frühen Phase des Entwicklungsprozesses geplant werden und ob die gewünschte Qualität in der Testphase der Entwicklung erzielt wird. Es sollte vor allem auf fehlende Gesamtakzeptanz der Tests, zu späte Fehlererkennung und Reduzierung, schlechte Softwarequalität sowie fehlendes Auslieferungsdatum geachtet werden.

Im Hinblick auf die Systemdokumentation ist festzustellen, ob die Dokumentation des Entwicklungsprozesses entsprechend des festgelegten Umfangs durchgeführt wurde. Unpassende oder veraltete Projektdokumentationen stellen ein wesentliches Risiko dar.

Bei der Betrachtung der Entwicklungsumgebung wird geprüft, ob eine Entwicklungsumgebung besteht, und diese den Anforderungen des Projektes entspricht. Im Mittelpunkt der Betrachtung stehen folgende Risiken: die Software oder bestimmte Eigenschaften laufen nicht in der vorhandenen Produktionsumgebung, schlecht ausgerichtete technische Umgebung sowie unzureichende Produktionskontrolle.

Der Bereich Systemparametrisierung umfasst die Tätigkeit der Bewertung, ob ein System passend parametrisiert wurde und ob der Parametrisierungsprozess kontrollierbar ist (Versionskontrolle). Relevante Risiken stellen in diesem Zusammenhang dar: fehlende reproduzierbare Softwarekonfiguration, die Konfiguration ist nicht an anderen Teilen des Produkts ausgerichtet, ungenügend vorbereitete Software sowie eine existierende Abhängigkeit zum umstellenden Unternehmen bzw. zum Dienstleister, welcher insbesondere bei Customizingeinstellungen unterstützt.

Bei der kundenspezifischen Entwicklung wird bewertet, wie die Genehmigung neuer Entwicklungen geplant ist, und ob ungeplante Entwicklungen so früh wie möglich im Rahmen des Produktlebenszyklusses adressiert werden. Diesbezügliche Risiken sind: fehlende Ausrichtung des Programms an der Unternehmensstrategie sowie häufige Programmwechsel.

Die abschließende Tätigkeit im Bereich Development besteht in der Datenkonversion. Es wird bewertet, ob dieses Thema während des Entwicklungsprozesses adressiert wurde, um später bestehende Geschäftsdaten übertragen zu können. Im Rahmen dieser Tätigkeit sollte auf die folgenden Risiken geachtet werden: neue

Merkmale werden nicht durch die bestehenden Daten unterstützt (die Merkmale sind nutzlos), undokumentierte Konversion, der Konversionsprozess ist nicht kontrollierbar, es existiert kein Migrationskonzept, redundante Daten im neuen System, Scheitern der Implementierung aufgrund von nicht existierenden Daten bei Programmstart sowie fehlende Systemunterstützung für alte Transaktionsdaten.

Risikofeld	Risiken
Development	1. Fehlende Gesamtakzeptanz der Tests
	2. Zu späte Fehlererkennung und Reduzierung
	3. Schlechte Softwarequalität
	4. Fehlendes Auslieferungsdatum
	5. Unpassende oder veraltete Projektdokumentation
	6. Die Software oder bestimmte Eigenschaften laufen nicht in der vorhandenen Produktionsumgebung
	7. Schlecht ausgerichtete technische Umgebung
	8. Unzureichende Produktionskontrolle
	9. Fehlende reproduzierbare Softwarekonfiguration
	10. Konfiguration ist nicht an anderen Teilen des Produkt ausgerichtet
	11. Ungenügend vorbereitete Software
	12. Fehlende Ausrichtung des Programms an der Unternehmensstrategie
	13. Es existiert eine Abhängigkeit zum umstellenden Unternehmen.
	14. Häufige Programmwechsel
	15. Neue Merkmale werden nicht durch die bestehenden Daten unterstützt
	16. Undokumentierte Konversion
	17. Konversionsprozess ist nicht kontrollierbar
	18. Es existiert kein Migrationskonzept
	19. Redundante Daten im neuen System
	20. Scheitern der Implementierung
	21. Fehlende Systemunterstützung für alte Transaktionsdaten

**Tabelle 12:** Mögliche Risiken des Risikofelds Development

Quelle: Eigene Darstellung



### 5.3.5 Test

Steht die Thematik „Test“ (Test) im Mittelpunkt der Betrachtung, sind alle Tätigkeiten zu berücksichtigen, welche bei dem Bestätigen der technischen und funktionalen Durchführbarkeit und beim Erlangen der notwendigen Zulassung durchzuführen sind. Die wesentlichen Testszenarien in diesem Risikofeld beziehen sich auf Verarbeitungsgeschwindigkeit und Datenintegrität, Systemzuverlässigkeit und Verfügbarkeit, Testumgebung, Ganzheits-, System- und Integrationstest, Akzeptanz- und Brauchbarkeitstest, Sicherheitstest, Regressionstest sowie Abnahmetest und Einverständnis.

Bei dem Test der Verarbeitungsgeschwindigkeit und Datenintegrität muss bewertet werden, ob die Datenintegrität während der Verarbeitung des Systems sichergestellt ist. Hohe Relevanz haben insbesondere die folgenden Risiken: fehlende Datenintegrität, keine fehlerfreie Entwicklung, unrealistische Testfälle sowie schlechte Testqualität.

Im Rahmen der Überprüfung der Systemzuverlässigkeit und Verfügbarkeit muss bewertet werden, ob dies ausreichend getestet wurde, und den erwarteten Werten entsprechen. Bedeutende Risiken bei dieser Tätigkeit sind ein instabiles System und fehlende Anwenderakzeptanz.

Bezüglich der Testumgebung muss geprüft werden, ob eine separate Testumgebung besteht und ob diese angemessen ist. Nachfolgende Risiken sollten bei der Betrachtung berücksichtigt werden: es existiert ein unzureichendes Testverfahren aufgrund eines unvollständigen oder fehlenden Testkonzepts, fehlende Testfälle, kein festgelegtes Testende, fehlender Teststatus, keine Elimination von Bugs, fehlende Produktauslieferung wenn gewünscht aufgrund von existierenden Bugs, kritische Funktionen werden nicht adressiert, Tests werden willkürlich ausgeführt, Datenmodifikation, Probleme in Bezug auf die Versionskontrolle bei der Produktion, fehlende reale Testumgebung sowie unstrukturiertes und unkontrollierbares Testen.

Im Rahmen der Ganzheits-, System- und Integrationstests muss geprüft werden, ob die technischen Tests ausreichen, um die Gesamtheit, die Systemfunktionalitäten und die Systemintegration innerhalb der bestehenden IT-Umgebung sicherzustellen.

Bei dieser Tätigkeit sollte auf die folgenden Risiken geachtet werden: fehlende Integration mit der bestehenden Umgebung, Basisfunktionalitäten und das System arbeiten nicht richtig.

Die Bewertung, ob Akzeptanz- und Brauchbarkeitstests gelingen und durch die Enduser durchgeführt wurden beinhaltet der Akzeptanz- und Brauchbarkeitstest. Relevante Risiken sind hierbei die fehlende Anwenderakzeptanz und unbrauchbare Funktionalitäten bzw. ein unbrauchbares System.

Im Rahmen des Sicherheitstests muss geprüft werden, ob Sicherheitstests gemäß der dem Produkt inhärenten Sicherheitsrisiken durchgeführt wurden. Hierbei sollten insbesondere die Risiken nicht funktionierender Sicherheitsmerkmale, nicht adäquates Sicherheitsmodell und fehlender angemessener Sicherheitstests betrachtet werden.

Beim durchzuführenden Regressionstest werden die Testmethoden bewertet. Unentdeckte Softwarefehler und ineffiziente Tests sind wesentliche Risiken.

Im Rahmen des Abnahmetests und des Einverständnisses werden die Abnahme und das Einverständnis durch den Kunden oder das Management bewertet. Im Mittelpunkt der Betrachtung stehen die Risiken fehlende Testtransparenz, fehlende Qualitätssicherung für den Testprozess, nicht durchgeführte Lessons learned, keine Freigabe durch einen Experten, entdeckte aber nicht korrigierte Programmierfehler und fehlende Akzeptanz der Software.

Risikofeld	Risiken
Test	1. Fehlende Datenintegrität
	2. Keine fehlerfreie Entwicklung
	3. Unrealistische oder fehlende Testfälle
	4. Schlechte Testqualität
	5. Instabiles System
	6. Fehlende Anwenderakzeptanz
	7. Es existiert ein unzureichendes Testverfahren aufgrund eines unvollständigen oder fehlenden Testkonzepts
	8. Kein festgelegtes Testende
	9. Fehlender Teststatus
	10. Keine Elimination von Bugs
	11. Fehlende Produktauslieferung wenn gewünscht aufgrund von existierenden Bugs
	12. Kritische Funktionen werden nicht adressiert
	13. Tests werden willkürlich ausgeführt
	14. Datenmodifikation

	15. Probleme in Bezug auf die Versionskontrolle bei der Produktion
	16. Fehlende reale Testumgebung
	17. Unstrukturiertes und unkontrollierbares Testen
	18. Fehlende Integration mit der bestehenden Umgebung
	19. Nicht richtig arbeitende Basisfunktionalitäten und System
	20. Unbrauchbare Funktionalitäten bzw. unbrauchbares System
	21. Nicht funktionierende Sicherheitsmerkmale
	22. Nicht adäquates Sicherheitsmodell
	23. Fehlender angemessener Sicherheitstest
	24. Unentdeckter Softwarefehler
	25. Ineffiziente Tests
	26. Fehlende Testtransparenz
	27. Fehlende Qualitätssicherung für den Testprozess
	28. Nicht durchgeführte Lessons learned
	29. Keine Freigabe durch Experten
	30. Entdeckte aber nicht korrigierte Programmierfehler

**Tabelle 13:** *Mögliche Risiken des Risikofelds Test*

Quelle: *Eigene Darstellung*

### 5.3.6 Implementation & Rollout

Im Risikofeld „Implementation & Roll-out“ (Implementierung und Roll-out) stehen die Aufgaben im Vordergrund, welche sich beim Planen und Ausführen der anfänglichen technischen und geschäftsmäßigen Implementierung des Produktes ergeben und für den fortlaufenden Support und das Training bereitgestellt werden.

Hierbei sollten insbesondere „Implementierungsstrategie und –plan“, „System-, Anwender- und Datenverfügbarkeit“, „Organisations- und Prozessbereitschaft“, „Produktionsunterstützung“, „Notfallplanung“, „Dokumentation“, „Training und Business Continuity“ Mittelpunkt der Betrachtung sein.

Es findet zunächst eine Bewertung der Implementierungsstrategie und –planung statt, um ein klares Verständnis des Implementierungsverfahrens und der integrierten Ressourcen zu erhalten. Hierbei sind insbesondere die folgenden Risiken zu prüfen: unrealistische Zeitplanung und unrealistische Erwartungen wann die Software verfügbar ist, überzogene Erwartungen der Stakeholder, fehlende Transparenz, gescheiterte Implementierung, fehlende Integration, nicht vorhandenes Ver-

ständnis für das, was für den Anwender wichtig ist, kein kontrollierter Migrationssabbruch, das Risiko von Notfällen sowie fehlende Anwenderakzeptanz.

Bei der Prüfung der System-, Anwender- und Datenverfügbarkeit wird geprüft, ob die Verfügbarkeiten vor dem Produkt-Roll-Out sichergestellt sind. Relevante Risiken stellen hierbei insbesondere eine gescheiterte Migration, fehlende Produktakzeptanz, und Systembereitschaft und nicht existenter Anwendersupport für die Migration dar.

Im Rahmen der Betrachtung der Organisations- und Prozessbereitschaft wird bewertet, wie diese vor dem Produkt-Roll-Out sichergestellt wird.

Bei dieser Tätigkeit sollte auf fehlende Gewährleistung von IT-Sicherheit, nicht vorhandene unabhängige Verifikation des Fertigstellungsgrads, fehlende Organisationsbereitschaft, unzureichend durchgeführtes Changemanagement, Nichtübereinstimmung der Software und zwischen den Prozessen der Organisation und den Prozessen die vom System unterstützt werden, geachtet werden.

Die Bewertung, wie der Produktsupport geplant und organisiert ist, um einen ausreichenden Support für die Endanwender sicherzustellen, wird im Rahmen der Betrachtung der Produktionsunterstützung durchgeführt. Fehlender angemessener Produktsupport, fehlende Anwenderakzeptanz sowie ein Mangel an Ressourcen zur Unterstützung sind hierbei wesentliche potenzielle Risiken.

Des Weiteren muss geprüft werden, ob ein Notfallplan erstellt und an die beteiligten Personen verteilt wurde. In diesem Zusammenhang sollten die folgenden Risiken berücksichtigt werden: fehlende Notfallplanung, Wertlosigkeit des Produkts und Mangel an Ressourcen für die Realisierung der Notfallplanung.

Bei der Überprüfung der Dokumentation muss untersucht werden, ob die Dokumentation für den gebrauch im Notfall geeignet ist. Relevanz haben in diesem Zusammenhang die Risiken: fehlender Support, nicht Vorhandensein notwendiger Dokumentation, fehlende Notfallplanung, nicht durchgeführte Versionskontrolle, fehlende Produktionskontrolle, keine Reproduktionsfähigkeit, fehlender oder schlechter Anwendersupport und nicht vorhandene Anwenderakzeptanz.

Im Bereich des Trainings muss bewertet werden, ob umfassende Trainings für die Anwender geplant oder bereits durchgeführt wurden. Hierbei sollten folgende Risiken im Mittelpunkt der Betrachtung stehen: es wird kein Training durchgeführt, das Schulungskonzept wurde unzureichend geplant und hat somit negative Auswirkungen auf die Fähigkeiten und Kenntnisse der Anwender, fehlende Wirkung des Trai-

nings, Adressierung des falschen Trainings und fehlende Anwenderakzeptanz. Abschließend muss bewertet werden, ob Fall-Back-Strategien entwickelt wurden, um die Business Continuity sicherzustellen. Relevante Risiken bei dieser Tätigkeit sind: fehlende Adressierung der Business Continuity als Risiko und fehlendes sicheres Back-Up.

Risikofeld	Risiken
Implementation & Roll-Out	1. Unrealistische Zeitplanung
	2. Unrealistische Erwartungen wann die Software verfügbar ist
	3. Überzogene Erwartungen der Stakeholder
	4. Fehlende Transparenz
	5. Gescheiterte Implementierung
	6. Fehlende Integration
	7. Nicht vorhandenes Verständnis für das, was für den Anwender wichtig ist
	8. Kein kontrollierter Migrationsabbruch
	9. Risiko von Notfällen
	10. Fehlende Anwenderakzeptanz
	11. Gescheiterte Migration
	12. Fehlende Produktakzeptanz und Systembereitschaft
	13. Nicht existenter Anwendersupport für die Migration
	14. fehlende Gewährleistung von IT-Sicherheit
	15. Nicht vorhandene unabhängige Verifikation des Fertigstellungsgrads
	16. Fehlende Organisationsbereitschaft
	17. Das Changemanagement wurde unzureichend durchgeführt
	18. Fehlender angemessener Produktsupport
	19. Mangel an Ressourcen zur Unterstützung
	20. Fehlende Notfallplanung
	21. Wertlosigkeit des Produkts
	22. Fehlender Support
	23. Nicht Vorhandensein notwendiger (Anwender-) Dokumentation
	24. Nicht durchgeführte Versionskontrolle
	25. Fehlende Produktionskontrolle
	26. Keine Reproduktionsfähigkeit
	27. Es wird kein Training durchgeführt

	28. Das Schulungskonzept wurde unzureichend geplant und hat somit negative Auswirkungen auf die Fähigkeiten und Kenntnisse der Anwender
	29. Fehlende Wirkung des Trainings
	30. Adressierung des falschen Trainings
	31. Fehlende Adressierung der Business Continuity
	32. Fehlendes sicheres Back-Up

**Tabelle 14:** Mögliche Risiken des Risikofelds Implementation & Roll-Out

Quelle: Eigene Darstellung

### 5.3.7 Post Implementation

Betrachtet man alle Aktivitäten, welche sich der Thematik „Post Implementation“ (Nach-Implementierung) zuordnen lassen, sind dies jene Tätigkeiten, welche sich bei der Bewertung des Erfolges der Implementierung und bei dem Bereitstellen eines Frameworks für technische und funktionale Lösungen und Systemerweiterungen ergeben können.

Im Wesentlichen sind hierbei die Themen „Post Implementation Review“, „Anwenderzufriedenheit“, „Technischer bzw. Systemsupport“, „Applikationssupport“, „Problemlösung“, „Instandhaltung“ und „weiterführende Entwicklungen“ relevant.

In Bezug auf den Post-Implementation-Review sollte bewertet werden, wie erfolgreich dieser war. Zu betrachtende Risiken sind: fehlende unabhängige Projektbewertung, die Projektziele wurden nicht erreicht und die Managementenerwartungen wurden nicht getroffen.

Steht die Bewertung der Anwenderzufriedenheit im Vordergrund, sollte sowohl die Zufriedenheit der wirklichen Nutzer als auch die Zufriedenheit des Managements bestimmt werden. Relevante Risiken sind hierbei: die Arbeitseffektivität hat sich nicht wie erwartet verändert, fehlende Anwenderakzeptanz sowie versteckte Verweigerung bzgl. des Produkts.

Im Rahmen der Post Implementation Tätigkeiten muss die Qualität der geleisteten technischen Supportaktivitäten bewertet werden, beim Applikationssupport hingegen die Qualität der Applikationssupport-Aktivitäten. Bei diesen Aktivitäten sollten die folgenden Risiken umfassend betrachtet werden: fehlender strukturierter technischer Support, Mangel an angemessenen Ressourcen, fehlende unabhängige Bewertung der Qualität, die Managementenerwartungen wurden nicht getroffen, falsche Berichterstattung für das Management, Anwenderakzeptanz ist nicht vorhanden, feh-

lender Applikationssupport und fehlende unabhängige Bewertung des Applikationssupports.

Bei der Betrachtung der Ergebnislösung findet die Beurteilung statt, wie mit den Post Implementation Ergebnissen umgegangen wurde. In diesem Zusammenhang sollte insbesondere auf die Risiken fehlender kontrollierter Aufgabenverfolgung, Mangel an Versionskontrolle und Produktionstransparenz sowie unentdeckte neue oder alte Fehler bei der Produktion geachtet werden.

Im Bereich der Instandhaltung sollte bewertet werden, ob die Instandhaltungsaktivitäten entsprechend der Planung durchgeführt und der Plan regelmäßig aktualisiert wurde. Hohe Bedeutung haben hierbei die Risiken fehlende Notfallpläne, nicht vorhandene Verfahren für die Notfallplanung, Unterbrechung des Geschäftsprozesses, nicht zeitgerechte Adressierung kritischer Aufgaben sowie veraltete und nutzlose Dokumentation.

Abschließend sollte untersucht werden, ob das Produkt kontinuierlich aktualisiert wird.

Relevante Risiken sind hierbei: Stillstand, fehlende Vision, veraltete Software und die Software spiegelt nicht die Geschäftsstrategie wieder.

Risikofeld	Risiken
Post Implementation	1. Fehlende unabhängige Projektbewertung
	2. Projektziele wurden nicht erreicht
	3. Managementexpectationen wurden nicht getroffen
	4. Arbeitseffektivität hat sich nicht wie erwartet verändert
	5. Fehlende Anwenderakzeptanz
	6. Versteckte Verweigerung bzgl. des Produkts
	7. Fehlender strukturierter technischer Support
	8. Mangel an angemessenen Ressourcen
	9. Fehlende unabhängige Bewertung der Qualität
	10. Die Managementexpectationen wurden nicht getroffen
	11. Falsche Berichterstattung
	12. Fehlender Applikationssupport
	13. Fehlende unabhängige Bewertung des Applikationssuport
	14. fehlende kontrollierbare Aufgabenverfolgung
	15. Mangel an Versionskontrolle
	16. Mangel an Produktionstransparenz
	17. Unentdeckte neue oder alte Fehler bei der Produktion

	18. Fehlende Notfallpläne
	19. Fehlende Verfahren für die Notfallplanung
	20. Unterbrechung des Geschäftsprozesses
	21. Nicht zeitgerechte Adressierung kritischer Aufgaben
	22. Veraltete und nutzlose Dokumentation
	23. Stillstand
	24. Fehlende Vision
	25. Veraltete Software
	26. Software spiegelt nicht die Geschäftsstrategie wieder

**Tabelle 15:** Mögliche Risiken des Risikofelds Post-Implementation

Quelle: Eigene Darstellung

## 5.4 Project Support Risk

Unter „Project Support Risk“ (Projektunterstützungsrisiken) versteht man diejenigen Risiken, die durch nicht angemessene unternehmensinterne Unterstützung des Projektes hervorgerufen werden.

Bei der Gliederung auf zweiter Ebene handelt es sich um eine geschäftsbe-reichstypische bzw. geschäftsfunktionstypische Gliederung. Ausgangspunkt der Gliederung stellt die normale Geschäftsorganisation in einem Unternehmen dar. Die wesentlichen Risikofelder in diesem Risikobereich sind das „Programme Office“ und „Integration with Business Functions“, welche jeweils in den nachfolgenden Abschnitten näher beschrieben werden.

### 5.4.1 Programme Office

„Programme Office“ (Projektbüro) umfasst alle Tätigkeiten und Risiken die im Zusammenhang mit der „Festlegung des internen Projektsupports“ und dem „Entwickeln von Standards und Methoden“ sowie dem „administrativen Support“ stehen. Relevante Tätigkeiten in einem Projektbüro sind Festlegung von Methoden und Standards“ Messen und Analysieren, Überwachung, Reporting, Besprechungshilfen und Administration.

Hinsichtlich der Festlegung von Methoden und Standards muss bewertet werden, ob diese angeboten, entwickelt und aktualisiert werden. Relevanz haben hierbei die Risiken fehlender angemessener Projektstandards, fehlende Überwachung und Beurteilung vorhandener Standards, keine vollständigen Projektstandards und Standards werden aufgrund von Unwissenheit nicht genutzt.



Im Rahmen des Messens und Analysierens sollte geprüft werden, ob die Methoden geeignet sind, die Erreichung der Projektziele zu unterstützen. Bei dieser Tätigkeit sollten das Risiko des nicht messbaren Projektfortschritts berücksichtigt werden.

Im nächsten Schritt sollte die Überwachung des Projektfortschritts betrachtet werden. Fehlende Fortschrittsschätzung, nicht verfügbare Projektüberwachung, fehlendes Projektcontrolling und das Einhalten von Standards kann nicht sichergestellt werden, sind an dieser Stelle bedeutende Risiken.

In Bezug auf das Reporting muss der Support durch Reports etc. geprüft werden. Ein relevantes Risiko bei dieser Tätigkeit ist mangelnde Effektivität des Reportings.

Zudem sollte die Unterstützung durch Besprechungshilfen und der Administrationssupport bewertet werden. Relevante Risiken sind: hoher Organisationsaufwand für das Projektteam und hohe zusätzliche administrative Arbeitslast für die Projektmitarbeiter.

Risikofeld	Risiken
Programme Office	1. Fehlende angemessene Projektstandards
	2. Fehlende Überwachung und Beurteilung vorhandener Standards
	3. Fehlende vollständige Projektstandards
	4. Standards werden aufgrund von Unwissenheit nicht genutzt
	5. Nicht messbarer Projektfortschritt
	6. Fehlende Fortschrittsschätzung
	7. Nicht verfügbare Projektüberwachung
	8. Fehlendes Projektcontrolling
	9. Einhaltung von Standards kann nicht sichergestellt werden
	10. Mangelnde Effektivität des Reportings
	11. Hoher Organisationsaufwand für das Projektteam
	12. Hohe zusätzliche administrative Arbeitslast für die Projektmitarbeiter

**Tabelle 16:** Mögliche Risiken des Risikofelds Programme Office

Quelle: Eigene Darstellung

#### 5.4.2 *Integration with Business Functions*

„Integration with Business Functions“ (Integration mit allgemeinen Geschäftsfunktionen) beinhaltet die Bewertung des Supports außerhalb des Projektes, aber innerhalb des gesamten Unternehmens. Konkret zu betrachten sind die Tätigkeitsfelder Human Resources, Public Relations, Marketing und Sales, Interne Kommunikation sowie Technologie- und Konfigurationsmanagement.

Die relevante Tätigkeit in allen genannten Tätigkeitsfeldern ist die Bewertung der jeweiligen Unterstützung durch die genannten Geschäftsbereiche. Konkret muss die Unterstützung durch die Personalabteilung, den Bereich Public Relations, die Marketing- und Salesabteilung, die Abteilung Interne Kommunikation und die Abteilung Technologie- und Konfigurationsmanagement bewertet werden. Wesentliche Fragen in diesem Zusammenhang sind, ob das Projekt ausreichende Unterstützung erhält oder ob es Verbesserungspotential in diesem Umfeld gibt etc.

In Bezug auf die Personalabteilung sollte auf folgende konkrete Risiken geachtet werden: unbeabsichtigte Ressourcenakquise, fehlende optimale Projektmotivation, schlechte Recruitingwirkung sowie hoher organisationaler Aufwand für die Projektleiter.

Im Bereich Public Relations haben folgende Risiken eine hohe Relevanz: unterschiedliche Erwartungen in Bezug auf das Produkt, unterschiedliche Zeitpläne in dem Bereich Public Relations und dem Projekt, was den Produkt Roll-Out beeinflusst, der System-Roll-Out wird nicht durch den Bereich Public Relations unterstützt, unrealistische Erwartungen in der Öffentlichkeit und ungelöste Differenzen zwischen dem Bereich Public Relations und dem Projektmanagement.

Unterschiedliche Erwartungen bzgl. des Produkts, unterschiedliche Zeitpläne im Bereich Marketing und dem Projekt, der System-Roll-Out wird nicht durch den Bereich Sales unterstützt und ungelöste Differenzen zwischen dem Bereich Sales und dem Projektmanagement sind in Bezug auf die Marketing- und Salesabteilung zu berücksichtigen.

Für die interne Kommunikation sollten fehlende Anwenderakzeptanz und inkonsistente Informationen über die Projektarbeit und das Produkt im Mittelpunkt der Betrachtung stehen.

Relevante Risiken im Bereich des „Technologie- und Konfigurationsmanagements“ sind: unnötiger zusätzlicher Arbeitsaufwand für die Projektmitarbeiter, Verlust von Projektdokumentation, von Projekteffektivität und von Projektarbeit.

Risikofeld	Risiken
Integration with Business Functions	1. Unbeabsichtigte Ressourcenakquise
	2. Fehlende optimale Projektmotivation
	3. Schlechte Recruitingwirkung
	4. Hoher organisatorischer Aufwand für die Projektleiter
	5. Unterschiedliche Erwartungen in Bezug auf das Produkt
	6. Unterschiedliche Zeitpläne in dem Bereich Public Relations und dem Projekt
	7. System-Roll-Out wird nicht durch den Bereich Public Relations unterstützt
	8. Unrealistische Erwartungen in der Öffentlichkeit
	9. Ungelöste Differenzen zwischen dem Bereich Public Relations und dem Projektmanagement
	10. Unterschiedliche Zeitpläne in dem Bereich Marketing und dem Projekt
	11. System-Roll-Out wird nicht durch den Bereich Sales unterstützt
	12. Ungelöste Differenzen zwischen dem Bereich Sales und dem Projektmanagement
	13. Fehlende Anwenderakzeptanz
	14. Inkonsistente Informationen über die Projektarbeit und das Produkt
	15. Unnötiger zusätzlicher Arbeitsaufwand für die Projektmitarbeiter
	16. Verlust von Projektdokumentation
	17. Verlust von Projekteffektivität
	18. Verlust von Projektarbeit

**Tabelle 17:** Mögliche Risiken des Risikofelds *Integration with Business Functions*

Quelle: *Eigene Darstellung*

## 5.5 Project Environment Risk

Der Bereich „Project Environment Risk“ (Projektumfeld Risiken) betrachtet alle Risikofelder, welche sich im Umfeld des Projektes durch die allgemeine Politik ergeben können, wie z.B. Risiken im Zusammenhang mit den Stakeholdern, mit der strategischen Ausrichtung des Gesamtunternehmens oder auch des gesamten Projektportfolios. Dieses Risikofeld ist am weitläufigsten, da es sich hierbei auch um Einflussfaktoren außerhalb des Unternehmens handeln kann.

Der Bereich der Projektumgebung umfasst somit zum einen die unmittelbare Umgebung innerhalb einer Organisation und zum anderen die externe Geschäftsumgebung, innerhalb welcher die Organisation agiert. Die Bewertung der Projektumgebung bezieht sich auf „Strategic Alignment“, „Corporate Culture“, „Stakeholder“, „Business Environment Risk“, „Process Alignment“ und „Portfolio“, welche in den folgenden Abschnitten ausführlich erläutert werden.

#### *5.5.1 Strategic Alignment*

Im Rahmen der „Strategic Alignment“ (Strategische Ausrichtung) muss identifiziert werden, ob die Ziele des Projektes sich an der Unternehmensstrategie ausrichten. Sind die Projektziele nicht an der Unternehmensorganisation bzw. den Unternehmenszielen orientiert, so kann ein großes Konfliktpotential bestehen, welches zum Scheitern des Projektes führen kann. Deshalb sollte auch den Risiken in diesem Risikofeld große Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Die konkret in diesem Bereich zu betrachtenden Aspekte sind die „Taktische Ausrichtung“, „Stabilität“ und „Projektdauer“.

Bei der „taktischen Ausrichtung“ muss geprüft werden, ob die Produktziele die Organisationsziele unterstützen. Werden durch die Realisierung der Ziele des Projektes auch die Ziele der Organisation verwirklicht, oder stehen diese beiden Arten von Zielen im Widerspruch zueinander. Relevante Risiken bei dieser Tätigkeit sind: Falschausrichtung zwischen der Strategie und den Projektzielen, fehlende klare Verantwortlichkeit für die Falschausrichtung, absichtlich fehlgeleitetes Projekt und kurzfristige Falschausrichtungen sind nicht einfach zu korrigieren.

Betrachtet man die „Stabilität“, so muss geprüft werden, ob die Risiken, welche den Erfolg des Projektes beeinflussen, aufgrund von nicht fertig gestellten, nicht umfassenden oder häufig wechselnden Organisationsstrategien gesteigert werden. Hierbei sollten die folgenden Risiken untersucht werden: das Projekt wird die Projektziele am Projektende nicht erreichen oder das Projekt wird niemals beendet.

Bzgl. der „Projektdauer“ muss geprüft werden, ob der Projekterfolg aufgrund der geschätzten Projektdauer fragwürdig ist. Bei dieser Tätigkeit sollten die Risiken veralteter oder nicht gebrauchter Projektergebnisse sowie von fehlendem angemessenem Implementierungsverständnis im Mittelpunkt der Betrachtung stehen.

Risikofeld	Risiken
Strategic Alignment	1. Falschausrichtung zwischen Strategie und Projektzielen
	2. Fehlende klare Verantwortung für die Falschausrichtung
	3. Absichtlich fehlgeleitetes Projekt
	4. Kurzfristige Falschausrichtungen sind nicht einfach zu korrigieren.
	5. Das Projekt wird die Projektziele am Projektende nicht erreichen.
	6. Projekt wird niemals beendet.
	7. Veraltete oder nicht brauchbare Projektergebnisse
	8. Fehlendes angemessenes Implementierungsverständnis

**Tabelle 18:** Mögliche Risiken des Risikofelds Strategic Alignment

Quelle: Eigene Darstellung

### 5.5.2 Corporate Culture

„Corporate Culture“ (Gemeinsame Kultur) beschäftigt sich mit der Bestimmung von Einflüssen, die z.B. interne Prozesse oder vergangene Erfahrungen auf das Projekt haben. Konkret sind in diesem Risikofeld zu betrachten: „Ermöglichen von Veränderungen“, „Soziale und psychologische Faktoren“, „Erfahrungen der Vergangenheit“ sowie die „Projekt-Vision“.

Eine wesentliche Tätigkeit im Bereich des „Ermöglichen von Veränderungen“ ist die Bewertung der allgemeinen Bereitschaft Veränderungen innerhalb der Organisation durchzuführen.

Relevante Risiken stellen die folgenden Aspekte dar: es wird geglaubt, dass das ermöglichen von Veränderungen keine Aufgabe des Unternehmens ist, veraltete Produkte, unentdeckter Bedarf organisatorische Veränderungen durchzuführen, die Verantwortlichkeit für die Durchsetzung von Veränderungen ist unklar sowie fehlende Anwenderakzeptanz.

Bei den „sozialen und psychologischen Faktoren“ muss der Einfluss von psychologischen Faktoren auf das Projekt, wie z.B. von Gerüchte und Angst bewertet werden. Hierbei sollten insbesondere die folgenden Risiken betrachtet werden: fehlende transparente und vertrauensvolle Beziehung zwischen den Projektmitarbeitern und in der Organisation, Abnahme der Teammotivation und negative Gerüchte über den Projektstatus.

Hinsichtlich der „Erfahrungen der Vergangenheit“ muss geprüft werden, ob die gemachten Erfahrungen das Projekt positiv oder negativ beeinflussen. Relevante Ri-

siken sind: fehlende Möglichkeit für die Dokumentation der Lessons Learned, es wurden keine Lessons Learned durchgeführt, schlechte Teammotivation, schwieriger Teamentwicklungsprozess und keine Verbesserung der Projektmethodologie.

Bzgl. der „Projektvision“ muss letztendlich bewertet werden, ob diese den Projekterfolg positiv oder negativ beeinflusst. In diesem Zusammenhang sollten die Risiken fehlende Information ob das Projekt positiv oder negativ gesehen wird und negative Gerüchte über den Projekterfolg betrachtet werden.

Risikofeld	Risiken
Corporate Culture	1. Es wird geglaubt, dass das Ermöglichen von Veränderungen keine Aufgabe des Unternehmens ist
	2. Veraltete Produkte
	3. Unentdeckter Bedarf organisatorische Veränderungen durchzuführen
	4. Verantwortlichkeit für die Durchsetzung von Veränderungen ist unklar sowie fehlende Anwenderakzeptanz
	5. Fehlende transparente oder vertrauensvolle Beziehung zwischen den Projektmitarbeitern und in der Organisation
	6. Abnahme der Teammotivation
	7. Negative Gerüchte über den Projektstatus
	8. Fehlende Möglichkeit für die Dokumentation der Lessons Learned
	9. Es wurden keine Lessons Learned durchgeführt
	10. Schlechte Teammotivation
	11. Schwieriger Teamentwicklungsprozess
	12. Keine Verbesserung der Projektmethodologie
	13. Fehlende Information ob das Projekt positiv oder negativ gesehen wird
	14. Negative Gerüchte über den Projekterfolg

**Tabelle 19:** Mögliche Risiken des Risikofelds Corporate Culture

Quelle: Eigene Darstellung

### 5.5.3 Stakeholders

Alle Risiken, welche durch unterschiedliche Stakeholder von außen an das Projekt herangetragen werden können und somit das Projekt möglicherweise negativ beeinflussen, finden sich im Risikofeld „Stakeholders“ (Teilhaber). Die Beeinflussung kann direkter oder indirekter Art sein, und das Projekt entsprechend leicht oder schwer

beeinflussen. Die konkret zu betrachtenden Elemente in diesem Risikobereich sind „Verpflichtungen“, „Stabilität“, „Erwartungen“ und „Interessenskonflikte“.

In Bezug auf die „Verpflichtungen“ ist zu prüfen, ob Verpflichtungen gegenüber den Stakeholdern bestehen. Hierbei sollte insbesondere darauf geachtet werden, ob wichtige Stakeholder ausgeschlossen wurden und die Stakeholder den Projekterfolg angreifen oder verderben.

In Bezug auf die „Stabilität“ besteht eine relevante Tätigkeit in der Bewertung, ob es eine feste Gruppe von Stakeholdern gibt, oder ob diese häufig wechseln, und sich somit auch die Erwartungen an das Projekt verändern. Relevante Risiken sind hierbei: instabile Stakeholder-Basis, instabile Projektziele und fehlende angemessene Vereinbarungen mit neuen Projektmitarbeitern.

Bzgl. der „Erwartungen“ muss bewertet werden, ob realistische Erwartungen an das Produkt gestellt werden. Zu berücksichtigen sind die folgenden Risiken: unentdeckte bzw. unerwartete Erwartungen sowie die Tatsache, dass die Projektziele nicht erreichbar sind.

Hinsichtlich von „Interessenskonflikten“ sollte darauf geachtet werden, ob konfliktreiche Interessen gegenüber den Stakeholdern den Projekterfolg beeinflussen. Hierbei sollten insbesondere unklare Projektziele, falsch interpretierte Projektziele und Projektverzug berücksichtigt werden.

Risikofeld	Risiken
Stakeholders	1. Wichtige Stakeholder wurden ausgeschlossen
	2. Stakeholder greifen den Projekterfolg an oder verderben ihn
	3. Instabile Stakeholder-Basis
	4. Instabile Projektziele
	5. Fehlende angemessene Vereinbarungen mit neuen Projektmitarbeitern
	6. Unentdeckte oder unerwartete Erwartungen
	7. Nicht erreichbare Projektziele
	8. Unklare Projektziele
	9. Falsch interpretierte Projektziele
	10. Projektverzug

**Tabelle 20:** Mögliche Risiken des Risikofelds Stakeholders

Quelle: Eigene Darstellung

#### 5.5.4 Business Environment

„Business Environment“ (Geschäftsumgebung) werden alle Risiken zugeordnet, welche nicht von dem Projekt selbst abhängen, sondern von der geographischen und industriellen Umgebung, in welcher das Unternehmen agiert. Die konkret zu betrachtenden Aspekte beziehen sich auf die Bereiche „Verlust durch Katastrophen“, „Konkurrenten“, „Handlungsfreiheit“, „Ausgaben“, „Finanzmarkt“, „Industrie“, „Gesetzgebung“, „Regeln“, „Sensitivität“, „Verhältnis zu den Aktionären“ und „Politik“.

Im Rahmen des „Verlusts durch Katastrophen“ ist dieser in der Kundenorganisation zu bewerten. Die Tatsachen, dass Ausfälle aufgrund von Katastrophen nicht adressiert werden, sowie die Zerstörung der Projektarbeit sollten berücksichtigt werden.

Wesentlich ist es zudem mögliche „Wettbewerber“ und deren Aktivitäten auf dem Markt zu beobachten. In diesem Zusammenhang sollte das Risiko fehlender Wettbewerbsvorteile betrachtet werden.

Bzgl. der „Handlungsfreiheit“ des Kunden ist die Fragwürdigkeit der Handlungsfreiheit zu bewerten. Relevante Risiken sind Projektstopp, Projektreorganisation und neue Prozesse.

Hinsichtlich der Thematik „Ausgaben“ ist es wesentlich mögliche Ausgabenstops in der Kundenorganisation zu prüfen. Hierbei sollte ebenfalls insbesondere auf das Risiko des Projektstopps geachtet werden.

Wird der „Finanzmarkt“ in Betracht gezogen, so muss die aktuelle Situation in Hinsicht auf den Einfluss des Projektes bestimmt werden. Zu berücksichtigen ist hierbei das Risiko des Projektverzugs oder des Projektstopps.

In Bezug auf die Aspekte „Industrie, Gesetzgebung und Regeln“ sollte jeweils der Einfluss der einzelnen Rahmenbedingungen auf den Projekterfolg bewertet werden. Relevante Risiken in Bezug auf diese Aspekte sind: veraltete Produkte, Produktdesign, Projektverzögerung und Projektstopp.

Zudem muss im Rahmen der „Sensitivität“ die Sensitivität der Umgebung durch Beeinflussung des Produkts bewertet werden. Hierbei geprüft sollte auf das Risiko eines veralteten Produkts oder Produktdesigns geachtet werden.

In Bezug auf das „Verhältnis zu den Aktionären“ muss bestimmt werden, ob die Interessen der Aktionäre durch das Produkt beeinflusst werden. Relevante Risiken in Bezug auf diesen Sachverhalt sind Projektverzögerung, Projektstopp, Produktdesign und eine instabile Projektumgebung.



Abschließend sollte zudem die „politische Stabilität“ betrachtet werden, welche das Risiko eines möglichen Projekt- oder Produktverlustes beinhalten kann.

Risikofeld	Risiken
Business Environment	1. Ausfälle werden aufgrund von Katastrophen nicht adressiert
	2. Zerstörung der Projektarbeit
	3. Fehlende Wettbewerbsvorteile
	4. Projektstop
	5. Projektreorganisation
	6. Neue Prozesse
	7. Veraltete Produkte
	8. Produktredesign
	9. Instabile Projektumgebung
	10. Projekt- oder Produktverlust

**Tabelle 21:** Mögliche Risiken des Risikofelds Business Environment

Quelle: Eigene Darstellung

#### 5.5.5 Process Alignment

„Process Alignment“ (Prozessausrichtung) beschäftigt sich mit den Tätigkeiten und möglichen Risiken, welche im Zusammenhang mit den Prozessen stehen und die direkt oder indirekt von dem Produkt beeinflusst werden. Die konkreten Tätigkeiten in diesem Bereich beziehen sich auf die „Prozessidentifikation“, „Planung“, „Integration mit Training und Test“ sowie „Prozessverantwortung“.

Im Rahmen der „Prozessidentifikation“ muss bewertet werden, ob alle Prozesse, die durch das zukünftige Produkt beeinflusst werden, identifiziert wurden. Ein relevantes Risiko in diesem Zusammenhang stellt unidentifizierte bzw. falsch ausgerichtete Geschäftsprozesse dar.

Betrachtet man den Bereich der „Planung“, so sollte darauf geachtet werden, ob neue oder bestehende Prozesse aufgrund der Produktentwicklung neu geplant wurden. Folgende Risiken sollten in diesem Zusammenhang betrachtet werden: die für das neue Produkt erforderlichen Prozessveränderungen wurden bei der Implementierung nicht vorgenommen und die Prozesskontrollen sind nicht angemessen.

Bzgl. der „Integration mit Training und Test“ steht die Beurteilung, ob die neuen Prozesse Teil der Trainings- und Testverfahren sind, im Mittelpunkt. Neue Prozesse wurden mit dem neuen Produkt nicht getestet, die Anwender wurden nicht ü-

ber die neuen Prozesse informiert und die neuen Prozesse werden nicht durch die Anwender unterstützt, sind hierbei wesentliche Risiken.

Hinsichtlich des „Prozessverantwortung“ muss bewertet werden, ob die Verantwortlichkeiten für die neuen Prozesse klar definiert sind. In diesem Zusammenhang sind die folgenden Risiken relevant: die unklare Verantwortlichkeit für das Produkt beeinflusst die Prozesse, Mangel an interner Werbung für das neue Produkt und fehlende Verantwortung für Prozesse.

Risikofeld	Risiken
Process Alignment	1. Unidentifizierte bzw. falsch ausgerichtete Projektprozesse
	2. Die für das neue Produkt erforderlichen Prozessänderungen wurden bei der Implementierung nicht vorgenommen
	3. Prozesskontrollen sind nicht angemessen
	4. Neue Prozesse wurden mit dem neuen Produkt nicht getestet
	5. Anwender wurden nicht über die neuen Prozesse informiert
	6. Neue Prozesse werden nicht durch die Anwender unterstützt
	7. Unklare Verantwortlichkeiten für das Produkt beeinflusst die Prozesse
	8. Mangel an interner Werbung für das neue Produkt
	9. Fehlende Verantwortung für Prozesse

**Tabelle 22:** Mögliche Risiken des Risikofelds Process Alignment

Quelle: Eigene Darstellung

### 5.5.6 Portfolio

„Portfolio“ (Portfolio Management) beschäftigt sich mit den Tätigkeiten und zugehörigen Risiken, welche durch das parallele Durchführen von mehreren Projekten entstehen können.

Die konkret in diesem Bereich zu betrachtenden Themen sind „Programmmanagement“, „Management des Ressourcenpools“, „Auswahl von Projektmanagern“, und „Quantifizierung des Projekt Trade-Offs“.

Hinsichtlich des „Programmmanagements“ sollte geprüft werden, ob ein Programmmanagement existiert, und ob entsprechende Standards für das Programmmanagement vorhanden sind. Relevante Risiken sind fehlendes aktives Portfoliomanagement und fehlende Richtlinien für das Portfoliomanagement.

Bzgl. des „Managements des Ressourcenpools“ steht die Frage, wie die Ressourcenverteilung zwischen konfliktären Projekten gemanagt wird im Vordergrund.

Wesentlich sind die folgenden Risiken: kein sichtbares Ressourcenproblem, fehlendes Ressourcenpoolmanagement, Projektverzögerung, fragliche Produktqualität und schlechte Teammotivation.

In Bezug auf die „Auswahl von Projektmanagern“ ist der Auswahlprozess bedeutend. Relevante Risiken können hierbei sein: fehlende Transparenz bei der Auswahl der Projektmanager und fehlende angemessene Projektmanager.

Abschließend muss in Bezug auf die „Quantifizierung des Projekt Trade-Offs“ bewertet werden, wie Kompromisse zwischen konkurrierenden Projekten erreicht werden. Hierbei sind die nachfolgenden Risiken zu betrachten: fehlende Ausrichtung zwischen der Projektarbeit und der Geschäftsstrategie, eine Priorisierung zwischen den Projekten ist nicht möglich und fehlendes Konfliktmanagement.

Risikofeld	Risiken
Portfolio	1. Fehlendes aktive Portfoliomanagement
	2. Fehlende Richtlinien für das Portfoliomanagement
	3. Kein sichtbares Ressourcenproblem
	4. Fehlendes Ressourcenpoolmanagement
	5. Projektverzögerungen
	6. Fragliche Produktqualität
	7. Schlechte Teammotivation
	8. Fehlende Transparenz bei der Auswahl der Projektmanager
	9. Fehlende angemessene Projektmanager
	10. Fehlende Ausrichtung zwischen der Projektarbeit und der Geschäftsstrategie
	11. Eine Priorisierung zwischen den Projekten ist nicht möglich
	12. Fehlendes Konfliktmanagement

**Tabelle 23:** Mögliche Risiken des Risikofelds Portfolio

Quelle: Eigene Darstellung

## **6 Empirische Erhebung zur Ermittlung relevanter Risiko- und Maßnahmengrößen**

### **6.1 Methodische Grundlagen**

Eine wesentliche Voraussetzung für das Risikomanagement bildet die quantitative Datengrundlage der Praxis. Dazu ist eine praktikable und qualifizierte empirische Datenerhebung erforderlich. Die Ergebnisse der empirischen Untersuchung liefern die Datengrundlage für die im Folgenden durchgeführten mathematischen und statistischen Auswertungen. Anhand der Daten aus der Praxis werden zuvor entwickelte theoretische Modellierungen zur Minimierung von Projektrisiken (s. Kapitel 7 – 9) validiert. Diese Modellierungen werden so auf aggregierte, reelle Projektsituationen angewandt und es wird eine Verknüpfung zwischen Theorie und Praxis hergestellt.

Vor Durchführung der empirischen Untersuchung wurde zunächst festgelegt, welche Art von Daten erhoben werden sollen. Die Untersuchung beschränkte sich auf Enterprise-Resource-Planning-Projekte (im Folgenden ERP-Projekte). ERP-Projekte sind dadurch gekennzeichnet, dass eine integrierte, geschäftsprozess-übergreifende Software in einem Unternehmen eingeführt wird. Alle Prozesse relevanter Unternehmensbereiche, wie z.B. die Finanzbuchhaltung, das Controlling und der Einkauf werden in einer einheitlichen Software abgebildet.

Die Konzentration auf eine konkrete IT-Projektkategorie (ERP-Projekte als Unterform von Wartungs- und Weiterentwicklungsprojekten, s. Kapitel 2) war notwendig, um eine Vergleichbarkeit der Daten herzustellen, wie sie ansonsten aufgrund der Heterogenität der verschiedenen Arten von IT-Projekten nicht möglich gewesen wäre. ERP-Projekte wurden wegen ihrer Bedeutung für die Unternehmenspraxis als Gegenstand der Analyse gewählt.

Ziel war die Identifikation und Bewertung relevanter Risiken und zugehöriger Maßnahmen in ERP-Projekten.

Bei den Risiken sollte analysiert werden, welche Eintrittswahrscheinlichkeit und welche Schadenshöhe einzelne Risiken haben, bzgl. der Maßnahmen standen Wirkung und Kosten ihrer Durchführung im Vordergrund.

Im Anschluss an die Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes wurde geprüft, durch welches Forschungsdesign der ermittelte Informationsbedarf zu befriedigen ist. Für die vorliegende Arbeit wurde zur Erhebung der notwendigen Informationen im Rahmen der Primärmarktforschung die deskriptive Forschung als For-

schungsansatz mit der Befragung als Forschungsmethode gewählt. Zur Befragung der Zielgruppe wurde sowohl die schriftliche als auch die mündliche Befragung (Interviews) eingesetzt. Die Wahl der jeweiligen Befragungsart resultierte aus der (Nicht-) Verfügbarkeit der Befragten vor Ort. Unabhängig von der Befragungsmethode (schriftlich vs. Interview) war der gleiche strukturierte Fragebogen zu beantworten, wodurch eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse sichergestellt wurde.

Der Aufbau des Fragebogens teilt sich in zwei Bereiche. Um eine Einführung in die Thematik zu realisieren, wurden zunächst einfache Auswahlfragen zu der im Rahmen des ERP-Projektes implementierten Software gestellt. Daran anschließend stand die Bewertung der im Vorwege identifizierten Risiken und Maßnahmen im Vordergrund. Um die Rücklaufquote der schriftlichen Befragung zu erhöhen, wurde den Befragten angeboten, ihnen nach Abschluss eine Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse zur Verfügung zu stellen.

#### *6.1.1 Ermittlung der Risiken*

Grundlage der empirischen Erhebung stellte ein umfangreicher Katalog mit wesentlichen Risiken in ERP-Projekten und zugehörigen Maßnahmen zur Minderung der ausgewählten Risiken dar, welcher in einem ersten Schritt erstellt wurde.

Ausgangspunkt für diesen Katalog bildete das in Kapitel 5 beschriebene Project Risk Model sowie eine von der Firma Ernst & Young Wirtschaftsprüfung AG erstellte Datenbank für das Risiko-Management von IT-Projekten. Diese Datenbank enthält mögliche Risiken in IT-Projekten und konkretisiert das Project Risk Model.

Schließlich konnten in Expertengesprächen<sup>57</sup> die Risiken aus dem Project Risk Model bewertet und weitere wichtige Risiken identifiziert werden, so dass eine fundierte Auflistung verschiedener Risiken als Grundlage für den Fragebogen vorlag.

Da es in einer Modellierung nicht möglich ist, alle potentiellen Risiken im Rahmen der Durchführung eines ERP-Projektes zu prüfen, war eine fundierte Auswahl von wesentlichen Risiken zu treffen. Als Ausgangspunkt für diese Auswahl dienten die Risikobereiche des Project Risk Models.

Auf Basis des Modells wurden zunächst die beiden Risikobereiche „Project Management Risk“ und „Project Lifecycle Risk“ ausgewählt, da diese Risikobereiche die das Projekt am unmittelbarsten betreffenden Tätigkeiten und Risiken

---

<sup>57</sup> Anmerkung: Diese Gespräche wurden mit zahlreichen Mitarbeitern der Ernst & Young AG sowie mit weiteren Experten, welche direkt in ERP-Projekten arbeiten, geführt.

beinhalten. Im Rahmen der empirischen Untersuchung sollten in erster Linie Risiken betrachtet werden, welche in der unmittelbaren Projektarbeit bedeutungsvoll sind und keine Risiken welche u.U. von außen bzw. von Dritten an das Projekt herangetragen werden. Insofern wurden die Risikobereiche „Project Support Risk“ und „Project Environment Risk“ bei der Auswahl nicht weiter berücksichtigt.

Im nächsten Schritt wurde dann eine Selektion von konkreten Risikofeldern aus den beiden übergeordneten Risikobereichen durchgeführt.

An dieser Stelle war erneut eine geeignete Auswahl notwendig, da nicht alle Risiken in den nachfolgenden Modellierungen berücksichtigt werden konnten. Der Fokus lag auch hier wieder auf beispielhaft relevanten Risiken von ERP-Projekten. Die Gesamtzahl der Risiken wurde auf 18 beschränkt, um aussagefähige Modellierungen durchführen zu können. Es sei an dieser Stelle noch mal erwähnt, dass im Rahmen der empirischen Erhebung nicht die Top-Risiken im Rahmen von ERP-Projekten identifiziert werden sollten, welche in jedem ERP-Projekt die größte Gefahrenquelle darstellen. Ziel der empirischen Erhebung war es, für die weiteren Modellierungen der vorliegenden Arbeit relevante Risiken bei der Einführung von Software im Rahmen eines ERP-Projektes für die Praxis zu verifizieren um diese für die weiteren Ausführungen verwenden zu können. Wichtig war, dass es sich bei den Risiken um typische Risiken eines ERP-Einführungsprojektes handelt, damit die Mehrzahl der Befragten Erfahrungen bzgl. dieser Risiken hatten und entsprechende Einschätzungen der Schadenshöhen und der Eintrittswahrscheinlichkeiten vornehmen konnten.

Aus dem Risikobereich „Project Management Risk“ des „Project Risk Model“<sup>58</sup> wurden auf Basis der Expertengespräche und somit herrschender Meinung die folgenden Risikofelder ausgewählt:

- Time
- Cost
- Quality
- Human Resources

Aus dem Risikobereich „Product Lifecycle Risk“ des „Project Risk Model“<sup>59</sup> wurden die Risikofelder

- Planning & Initiation

---

<sup>58</sup> Und <sup>59</sup> Ausführliche Erläuterung des Modells wurde in Kapitel 5 durchgeführt.

- Requirements
- Design
- Development
- Test
- Implementation & Rollout

berücksichtigt.

Anschließend wurden auf dieser Basis die jeweils konkreten Tätigkeiten innerhalb dieser Bereiche, wie zum Beispiel die „Schätzung der Dauer einzelner Arbeitsschritte“ aus dem Bereich „Time“ hinsichtlich ihrer potentiellen Risiken betrachtet. Diese Risiken wurden der oben erwähnten beispielhaften Datenbank der Firma Ernst & Young entnommen. Alle in der Datenbank hinterlegten Tätigkeiten mit den zugehörigen Risiken wurden hinsichtlich ihrer Relevanz für ERP-Projekte auf einer Skala von 1 bis 3 (1 = sehr relevant und 3 = nicht relevant) bewertet. Auf Grundlage dieser ersten Selektion (Auswahl der Kategorie „sehr relevant“) und unter Berücksichtigung der Expertengespräche wurden schließlich die folgenden 18 Risiken für ERP-Projekte ausgewählt, welche die Basis für den Fragebogen und die weiteren Modellierungen bilden:

- Das Risiko 1, „Die Anwender akzeptieren das neue System nicht“ wurde aus dem Risikobereich „Product Lifecycle Risk“ und dem Risikofeld „Requirments“ abgeleitet und kann insbesondere bei der konkreten Tätigkeit Prüfung von Tiefe und Qualität der Anwenderbeteiligung auftreten. Akzeptieren die Anwender ein neu implementiertes System nicht, so hat dies weit reichende Folgen für die gesamten Arbeitsprozesse in einem Unternehmen. Können bzw. Wollen die Anwender nicht mit der bereitgestellten Software arbeiten, so werden sie ihre täglichen Aufgaben auch nicht erfüllen. Zudem werden neue, durch die Software unterstützte Prozesse nicht gelebt, so dass den Soll- Arbeitsabläufen nicht gefolgt wird und die damit verbundenen Verbesserungspotenziale nicht realisiert werden können.
- Das zweite Risiko „Gesetzliche Vorschriften werden nicht eingehalten, wodurch das System Mängel im Bereich der Ordnungsmäßigkeit aufweist“ entstammt aus dem Risikobereich „Product Lifecycle Risk“ und dem Risikofeld „Design“. Es tritt hauptsächlich bei der Spezifikation von Funktionalitäten auf. Werden gesetzliche Vorschriften durch das System nicht abgedeckt, so ist das System nicht ordnungsmäßig, und die Gültigkeit des Jahresabschlusses kann gefährdet sein.

- Bei der „Überschreitung des Projektbudgets aufgrund von falschen Kostenschätzungen“ (Risiko 3) handelt es sich um das dritte ausgewählte Risiko. Dieses Projektrisiko, aus dem Risikofeld „Cost“ aus dem Risikobereich „Project Management Risk“ resultiert aus den Kostenschätzungen. Die spezielle Ausprägung aufgrund von falscher Kostenschätzungen für ein Projekt stellt ein typisches Risiko bei der Einführung einer ERP-Software dar. Aufgrund von fehlenden Erfahrungen werden die Kosten hierfür oftmals falsch kalkuliert. Hohe Kosten entstehen bspw. durch die Beauftragung externer Berater im Bereich des Customizings, da die firmeneigenen Mitarbeiter diese Probleme häufig nicht alleine lösen können. Einen weiteren erheblichen Kostenfaktor bilden die Lizenzen; so wird oftmals erst im Verlauf der Implementierung deutlich, welcher Mitarbeiter noch welche Lizenz benötigt, um alle seine bisherigen Aufgaben durchführen zu können. Wird das Projektbudget aufgrund von falschen Kostenschätzungen überschritten, ist der gesamte Projekterfolg in Gefahr, da der geplante Projektabschluss mit dem geplanten Projektumfang zu den vereinbarten Rahmenbedingungen nicht mehr sichergestellt werden kann.
- Risiko 4 „Die Qualität des Projektes ist nicht akzeptabel“ des Risikofelds „Quality“ aus dem Risikobereich der „Project Management Risk“ ergibt sich aus den Aktivitäten zur Sicherstellung ausreichender Projektqualität. Existiert kein umfassender Qualitätssicherungsprozess im Projekt besteht die Gefahr, dass die Leistung im Ergebnis nicht den Qualitätsanforderungen des Unternehmens genügt. Bei der Nachbesserung entstehen erhebliche Mehraufwände und zusätzliche Kosten sowie Zeitverzug gegenüber der ursprünglichen Planung.
- Das fünfte Risiko „Das Schulungskonzept wurde unzureichend geplant, und hat somit negative Auswirkungen auf die Fähigkeiten und Kenntnisse der Anwender“ aus dem Risikobereich „Product Lifecycle Risk“ und dem Risikofeld „Implementation & Rollout“ bezieht sich insbesondere auf die Durchführung von Mitarbeiter-Trainings. Werden Anwender nicht ausreichend geschult bestehen oft Versagensängste, konkret, dass sie ihre gewohnten Aufgaben in der neuen Systemumgebung nicht mehr durchführen können.
- Der folgende Sachverhalt „Es existiert ein unzureichendes Testverfahren aufgrund eines unvollständigen oder fehlenden Testkonzeptes, was zu Verzögerungen und Qualitätsmängeln im Projekt führen kann“ wurde als Risiko 6 ausgewählt. Dieses Risiko aus dem Risikobereich „Product Lifecycle Risk“ mit dem



Risikofeld „Test“ weist auf die Gefahr hin, dass bei unzureichendem Test wesentliche Fehler oder Mängel im Projekt nicht gefunden werden können und die geforderte Produktqualität nicht sichergestellt ist. Werden Fehler erst gegen Ende der Produktentwicklung entdeckt, verursacht die Korrektur dieser Fehler oftmals hohe Zusatzkosten und führt in den meisten Fällen zu einem großen Zeitverlust.

- Risiko 7 „Die bestehenden Prozesse können nicht ausreichend in der Standardsoftware abgebildet werden.“ Der Risikobereich „Product Lifecycle Risk“ mit dem Risikofeld „Design“ bezieht sich auf die Tätigkeit der Spezifikation von Funktionalitäten. Oftmals sind neue Unternehmensprozesse zu modellieren, weil die einzuführende Software die bestehenden Prozesse der Gesellschaft nicht abbilden kann. Durch resultierende Änderungen in den Arbeitsprozessen erhöhen sich i.d.R. auch die Kosten im Projekt. Bis der neue Prozess dann vollständig in der Organisation gelebt wird, kann eine gewisse Zeitspanne vergehen.
- „Es existiert eine Abhängigkeit zum umstellenden Unternehmen“ (Risiko 8) wurde als weiteres Risiko für die nachfolgenden Betrachtungen festgelegt. Dieses Risiko aus dem Risikobereich „Product Lifecycle Risk“ und dem Risikofeld „Development“ tritt im Hinblick auf die Systemparametrisierung auf. Werden alle Customizingeinstellungen von einem externen Dienstleister ohne Integration der eigenen Mitarbeiter durchgeführt, besteht nach Projektabschluss eine große Abhängigkeit zu diesem Dienstleister. Voraussichtlich ist es nur dem Dienstleister möglich Änderungen im Customizing vorzunehmen.
- Risiko 9 lautet „Es existiert kein Migrationskonzept.“ Wird eine Migration ohne ein Migrationskonzept durchgeführt, können sich erhebliche Probleme bei der Datenüberführung ergeben. Dieses Risiko entstammt dem Risikobereich „Product Lifecycle Risk“ und dem Risikofeld „Development“ und betrifft die Datenkonversion. Es kann nicht sichergestellt werden, dass die richtigen Daten vollständig migriert werden, ggf. erleidet das Unternehmen sogar einen Datenverlust, welcher nicht mehr aufzufangen ist und dem Unternehmen einen unbezahlbaren Schaden zufügen kann.
- Das „Product Lifecycle Risk“ „Das Changemanagement wurde unzureichend durchgeführt (fehlende Dokumentation des Change-Prozesses)“ (Risiko 10) aus dem Risikofeld „Implementation & Roll-Out“ kann bei zusätzlichen Anforderungen an ein Produkt im Projektverlauf auftreten. Wurde das Changemanagement in einem Projekt vernachlässigt, ist es im Nachhinein kaum möglich die Änderungen,

welche abweichend von den ursprünglichen Projektaufgaben und –anforderungen aufgrund von neuen Anforderungen durchgeführt wurden, nachzuvollziehen. Solche Abweichungen vom ursprünglichen Projektumfang führen häufig zu Budgetüberschreitungen bzw. mangelnder Projektqualität. Die Intransparenz des Systemzustands kann bei erneuten Änderungen zusätzlich die Programmier- bzw. Anpassungsaufwände in die Höhe treiben.

- „Es bestehen Probleme bei der Ablösung vom Altsystem/ Schnittstellenproblematik“ (Risiko 11). Dieses Risiko wurde aus dem Risikobereich „Product Lifecycle Risk“ und dem Risikofeld „Design“ abgeleitet und kann insbesondere hinsichtlich der Schnittstellen auftreten. Bei der Implementierung eines ERP-Systems kann es zu unerwarteten Schnittstellenproblemen bei der Ablösung des Altsystems kommen. Es ist möglich, dass Schnittstellen nicht ausreichend definiert wurden und es Probleme bei der Datenüberführung gibt. Des Weiteren besteht die Gefahr, dass für einzelne Nebensysteme keine Schnittstellen definiert wurden, und die spätere Datenversorgung nicht gewährleistet ist. Es muss deshalb im Projektverlauf darauf geachtet werden, dass alle existierenden Schnittstellen des Systems definiert und dokumentiert sind, damit sie im neuen System berücksichtigt werden können. Nur so ist sichergestellt, dass alle Systeme integriert laufen, und die Nebensysteme die notwendigen Daten ordnungsgemäß vom Hauptsystem übernehmen.
- Das „Product Lifecycle Risk“ („Implementation & Roll-Out“) „Die notwendige (Anwender-) Dokumentation fehlt“ (Risiko 12) wurde als weiteres Risiko festgelegt. Bei IT-Projekten kommt es häufig vor, dass aufgrund von Zeitmangel auf die zeitaufwändige Dokumentation der Programmierarbeiten verzichtet wird. Dies kann allerdings zur Ablehnung des Systems durch die Anwender führen, da sie nicht wissen, wie mit dem neuen System umzugehen ist.
- Risiko 13, „Es werden unklare Phasenergebnisse hervorgebracht“, wurde aus dem Risikobereich „Project Management Risk“ und dem Risikofeld „Time“ abgeleitet. Sind die zu erbringenden Ergebnisse einer Phase nicht eindeutig definiert und kommuniziert, so kann es passieren, dass die tatsächlichen Ergebnisse der einzelnen Phasen von den geplanten abweichen. Es wird notwendig, Nacharbeiten an den Ergebnissen durchzuführen, was einen Zeitverzug im Projekt bedeutet und zusätzliche Kosten generiert.

- „Der zeitliche Projektplan kann nicht eingehalten werden“ ergibt sich als Risiko (14) des Risikobereichs „Project Management Risk“ und des Risikofelds „Time“. Kommt der Projektplan in Verzug, bedeutet dies bei Beibehaltung des Projektumfangs Zeitverzögerungen oder sogar einen Projektstopp, wenn die geplanten Ziele nicht mehr erreicht werden können. Eine mögliche Konsequenz kann auch die Verminderung des Projektumfangs sein, so dass das Projekt noch die Möglichkeit der erfolgreichen Beendigung erhält.
- Das „Project Management Risk“ aus dem Risikofeld „Time“ „Die notwendigen Deliverables werden nicht geliefert“ (Risiko 15) kann insbesondere bei der konkreten Tätigkeit der Überwachung der Einhaltung des Projektplans auftreten. Werden notwendige Deliverables in der Projektarbeit nicht geliefert, so kann das weit reichende Konsequenzen für die gesamte Projektarbeit haben. Werden Zwischenergebnisse nicht rechtzeitig bereitgestellt, können oftmals die geplanten nachfolgenden Projektschritte bzw. –aufgaben nicht durchgeführt werden. Weitere mögliche Konsequenzen sind auch hier Projektverzögerungen, Projektstopp oder Änderungen des Projektumfangs.
- Risiko 16 „Projektmitarbeiter stehen nicht ausreichend zur Verfügung“ wurde aus dem Risikobereich „Project Management Risk“, „Human Resource“ (Risikofeld) abgeleitet. Kann das Projekt auf die notwendigen Ressourcen sowohl in quantitativer als auch qualitativer Hinsicht nicht wie geplant zugreifen, können auch die vereinbarten Aufgaben nicht in ursprünglichem Umfang und Qualität umgesetzt werden. Die Konsequenzen sind Projektverzug oder Projektstopp.
- „Grundlegende Funktionen und Rollen werden im Projekt nicht wahrgenommen, da sie nicht adressiert sind“ („Project Management Risk“ (Risikobereich), „Human Resource“ (Risikofeld) [Risiko 17]). Werden die vereinbarten Funktionen und Rollen durch die Mitarbeiter im Projekt nicht wahrgenommen, funktionieren Projektstruktur und –prozesse insgesamt nicht. Es entstehen Lücken im Projektablauf, Aufgaben werden nicht erfüllt, Verantwortungen nicht übernommen etc. Mögliche Konsequenzen sind auch hier Projektverzug, Änderung des Projektumfangs oder Projektstopp.
- Als letztes wurde das „Product Life Cycle Risk“ (Risikofeld: „Test“) „Das Sicherheitsmodell ist nicht adäquat“ (Risiko 18) ausgewählt. Wird für ein Produkt ein Sicherheitsmodell verwendet, durch welches die betrieblichen und gesetzlichen An-

forderungen nicht vollständig abgebildet werden, sind insbesondere die Datensicherheit und die Ordnungsmäßigkeit des Systems nicht gewährleistet.<sup>60</sup>

Formal wurde allen Risiken die erläuterte Definition des Risikos aus Kapitel 3 ( $R_r = S_r * w_r$ ) zugrunde gelegt, welche besagt, dass sich ein Risiko grundsätzlich als Produkt aus einer möglichen Schadenshöhe bei Risikoeintritt ( $S_r$ ) und einer zugehörigen Eintrittswahrscheinlichkeit ( $w_r$ ) bestimmen lässt. Diese Definition wird allen oben genannten Risiken zugrunde gelegt.

In diesem Zusammenhang soll noch einmal erwähnt werden, dass es sich bei den Risiken um eine Auswahl handelt, die auf Basis des Project Risk Models mit zugehöriger Datenbank, sowie auf Grundlage von Expertengesprächen, mit ERP-Verantwortlichen aus der Praxis festgelegt wurde. Dieser Risikokatalog erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, stellt nicht die TOP-Risiken bei der Einführung Durchführung von ERP-Projekten dar und deckt sicherlich nicht alle relevanten Risiken ab, welche im Rahmen einer Einführung eines entsprechenden Systems auftreten können. Für die weiteren Ausführungen der vorliegenden Arbeit war es wichtig, ihre Komplexität auf einem überschaubaren Level zu halten. Aus diesem Grund erfolgte eine Auswahl besonders geeigneter Risiken.

Der identifizierte Risikokatalog stellt eine optimale, theoretische und praktisch fundierte Grundlage für die weiteren Modellierungen in dieser Arbeit dar und hat als solcher im weiteren Verlauf der Untersuchung seine Gültigkeit.

Die aufgelisteten Risiken wurden im Rahmen des Fragebogens<sup>61</sup> von den Befragten hinsichtlich ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadenshöhe bewertet.

Die Befragten hatten zudem die Möglichkeit, Interdependenzen zwischen verschiedenen einzelnen Risiken anzugeben, um auf mögliche Abhängigkeiten hinzuweisen.

#### *6.1.1.1 Ermittlung der Schadenshöhen*

Jeder Befragten sollte für ein ihm bekanntes Projekt pro o.g. Einzelrisiko die mögliche Schadenshöhe, welche durch den Eintritt des Einzelrisikos verursacht wird, abschätzen und in Euro-Beträgen angeben.

---

<sup>60</sup> Eine tabellarische Auflistung aller Risiken findet sich in Kapitel 6

<sup>61</sup> Der vollständige Fragebogen ist im Anhang unter Punkt 1 dargestellt.

Wichtig bei der Nennung der einzelnen Schadenshöhen war es, dass die Befragten alle Risiken auf ein Projekt beziehen, und ihre Schaden-Schätzungen nicht auf Basis verschiedener Projekte bzw. Erfahrungen vornehmen.

Zudem war von den Befragten das Projektvolumen des von Ihnen ausgewählten Projektes anzugeben, um den möglichen Schaden ins Verhältnis zum Projektvolumen setzen zu können. Andernfalls ist eine Vergleichbarkeit der verschiedenen Ergebnisse der Fragebögen nicht sichergestellt.<sup>62</sup>

#### *6.1.1.2 Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeiten*

Neben der Schadenshöhe pro Risiko wurde entsprechend der in dieser Arbeit verwendeten Risikodefinition die Eintrittswahrscheinlichkeit der einzelnen Risiken abgefragt. Auch hier sollte von jedem Befragten die mögliche Eintrittswahrscheinlichkeit für jedes Risiko für ein und dasselbe ihm bekannte Projekt angegeben werden, welches bereits Grundlage der Schadensschätzung war.

Für die Bewertung der Eintrittswahrscheinlichkeit wurde den Befragten die folgende Bewertungsskala zur Verfügung gestellt:

0 (0%)	keine Eintrittswahrscheinlichkeit
0,1 (10%)	minimalste Eintrittswahrscheinlichkeit
0,2 (20%)	fast keine Eintrittswahrscheinlichkeit
0,3 (30%)	sehr niedrige Eintrittswahrscheinlichkeit
0,4 (40%)	mittlere bis niedrige Eintrittswahrscheinlichkeit
0,5 (50%)	mittlere Eintrittswahrscheinlichkeit
0,6 (60%)	mittlere bis hohe Eintrittswahrscheinlichkeit
0,7 (70%)	hohe Eintrittswahrscheinlichkeit
0,8 (80%)	sehr hohe Eintrittswahrscheinlichkeit
0,9 (90%)	fast vollkommene Eintrittswahrscheinlichkeit
1,0 (100%)	vollkommene Eintrittswahrscheinlichkeit/ sicheres Ereignis <sup>63</sup>

Anhand der Klassifikation wurde sichergestellt, dass alle Befragten die gleiche Vorstellung von den möglichen Eintrittswahrscheinlichkeiten hatten, und somit vergleichbare Bewertungen vorlagen.

---

<sup>62</sup> Vgl. ausführliche Beschreibung des Normierungsprojektes in Abschnitt 6.4.2

<sup>63</sup> Kommentar: Die Bewertungsskala wurde von der Verfasserin selbst erstellt. Ausgangspunkt war eine Bewertung von 100, welche dann in einzelne Bewertungsschritte aufgeteilt wurde.

### *6.1.2 Ermittlung der Maßnahmen*

Jedem der festgelegten Risiken aus dem Risikokatalog wurden verschiedene mögliche Maßnahmen zur Risikominimierung zugeordnet. Zur Ermittlung des Maßnahmenkatalogs wurden die einzelnen Maßnahmen auf Basis von Expertengesprächen entwickelt.

Für jedes Risiko wurden ca. 3-5 Maßnahmen definiert. Insgesamt wurden 56 Maßnahmen festgelegt und zusätzlich wurden 5 „Mehrfachmaßnahmen“ identifiziert, welche im Abschnitt 6.4.3 genauer erläutert werden. Diese Maßnahmen stellen Handlungsoptionen dar und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder Optimalität. Es handelt sich um eine ausführliche Anzahl möglicher Gegenmaßnahmen, um die jeweils genannten Risiken zu minimieren. Die Anzahl von 56 Maßnahmen hat sich auf Basis der Sinnhaftigkeit und Verwendbarkeit der ausgewählten Maßnahmen für das weitere Vorgehen ergeben und stellt keine absolute Lösung für einen perfekten Maßnahmenkatalog dar. Auch für den Maßnahmenkatalog wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben.

Für die weiteren Ausführungen der vorliegenden Arbeit war es, ebenso wie bei den Risiken, wichtig, die Komplexität möglichst auf einem praktikablen Niveau zu halten. Aus diesem Grund hatte die dargestellte Auswahl von geeigneten Maßnahmen zur Risikominimierung zu erfolgen.

Eine vollständige Auflistung der Maßnahmen findet sich im Anhang unter Punkt 1 wieder, und wird an dieser Stelle nicht wiederholt. Zudem werden die einzelnen Maßnahmen in Abschnitt 7.2.3 noch ausführlich beschrieben.

Die Befragten hatten im Rahmen des Fragebogens die Möglichkeit Interdependenzen zwischen den einzelnen Maßnahmen darzustellen, um mögliche Abhängigkeiten, z.B. nur die Kombination bestimmter Maßnahmen wirkt auf ein Risiko, ausdrücken zu können.

Die Thematik der Kombination von Maßnahmen wird im Abschnitt 6.4.3 bei der Auswertung der Ergebnisse der empirischen Erhebung näher dargestellt.

#### *6.1.2.1 Ermittlung der Schadensminderung*

Im Rahmen des Fragebogens sollten die Befragten die Wirkung der einzelnen Maßnahmen auf das jeweils zugehörige Risiko für ihr individuelles Projekt bewerten. Die Bewertung der Maßnahmen erfolgte in der Form, dass die Befragten angaben, um wie viel Geldeinheiten sich die mögliche Schadenshöhe des zugehörigen Risikos

mindert bzw. mindern würde, wenn diese Maßnahme durchgeführt wird. Die Wirkung einer Maßnahme wird im Verlauf dieser Arbeit vollständig als Minderung der Schadenshöhe eines Risikos in Geldeinheiten gewertet.

Dieser Untersuchung zum Risikomanagement für IT-Projekte liegt grundsätzlich die Annahme zugrunde, dass sich durch den Einsatz einer Maßnahme lediglich die Schadenshöhe eines Risikos in Geldeinheiten ändert, die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Risikos aber unverändert bleibt.

Für die Bewertung der einzelnen Maßnahmen wurde den Befragten die folgende Bewertungsskala zur Verfügung gestellt:

0 (0%)	keine Risikominderung
0,1 (10%)	minimalste/unvollkommene Risikominderung
0,2 (20%)	fast keine Risikominderung
0,3 (30%)	sehr niedrige Risikominderung
0,4 (40%)	mittlere bis niedrige Risikominderung
0,5 (50%)	mittlere Risikominderung
0,6 (60%)	mittlere bis hohe Risikominderung
0,7 (70%)	hohe Risikominderung
0,8 (80%)	sehr hohe Risikominderung
0,9 (90%)	fast vollkommene Risikominderung
1,0 (100%)	vollkommene Risikominderung <sup>64</sup>

Neben der Wirkung der Maßnahmen sollten zudem die Kosten angegeben werden, welche die Durchführung der Maßnahmen in Euro-Beträgen verursacht. Für jede Maßnahme sollte also angegeben werden, welche Summe des Projektvolumens als Maßnahmenbudget für die Durchführung dieser Maßnahme bereitgestellt werden muss.

Es wurde ebenfalls nach der Höhe des dem Projekt zur Verfügung stehenden Maßnahmenbudgets gefragt, um für die weiteren Modellierungen einen entsprechenden Mittelwert bilden zu können.

---

<sup>64</sup> Kommentar: Die Bewertungsskala wurde von der Verfasserin selbst erstellt. Ausgangspunkt war eine Bewertung von 100, welche dann in einzelne Bewertungsschritte aufgeteilt wurde.

## 6.2 Erhebungsgruppe

Zur Durchführung der empirischen Untersuchung war zunächst zu klären, welcher Personenkreis bzw. welche Zielgruppe die notwendigen und relevanten Ergebnisse zur Verfügung stellen kann.

Für die Qualität der Ergebnisse war es wichtig, dass erfahrene Personen, welche maßgeblich bei der Durchführung entsprechender Projekte beteiligt waren, die Fragen beantworten. Insbesondere zur Thematik des Risiko-Managements sind umfassende Erfahrungen aus der Praxis notwendig, hinsichtlich realistischer Einschätzungen, da auf deren Basis weit reichende Auswahl von geeigneten Maßnahmen zur Risikominimierung für die Projekte getroffen werden.

Folgende Personengruppen mit geschildertem Anforderungsprofil wurden als Zielgruppe ausgewählt: IT-Projektleiter, Projektmitarbeiter, welche bereits an der Einführung eines ERP-Projektes teilgenommen haben. IT-Leiter von Firmen, in denen Software im Rahmen eines ERP-Projekts eingeführt wurde und die direkt bei der Einführung beteiligt waren, sowie entsprechend qualifizierte Unternehmensberater.<sup>65</sup>

## 6.3 Auswertung der Befragung

Die Umfrage wurde in dem Zeitraum von November 2003 bis Mai 2004 durchgeführt. Es wurden insgesamt 200 Fragebögen verschickt. Die Rücklaufquote betrug 9%, so dass im Ergebnis 18 ausgefüllte Fragebögen vorlagen.

Die Gewinnung von möglichen Teilnehmern stellte eine große Herausforderung dar, hierfür sind folgende Ursachen zu nennen: Die potenziellen Befragten hatten teilweise selber nur wenig Datenmaterial zur Verfügung. Das Themengebiet Risikomanagement stellt sich als extrem sensibel dar; sehr wenige verantwortliche Risikomanager sind bereit Angaben zu möglichen Risiken und damit Projektproblemen zu machen und ihre Risiken oder Probleme in Zahlen zu quantifizieren. Die meisten potenziellen Teilnehmer waren nicht bereit, Auskunft über von ihnen durchgeführte Projekte, insbesondere im Hinblick auf Kosten zu geben. Zudem waren viele Teilnehmer nicht bereit, den zeitlichen Aufwand von ca. 45-60 Minuten zu erbringen.

Insofern ist die Anzahl von 18 als gutes Ergebnis zu bewerten, und die vorliegenden Auswertungen können als repräsentativ bezeichnet werden.

---

<sup>65</sup> Diesen Gruppen zugehörige Ansprechpartner wurden zum einen innerhalb der Firma Ernst & Young gefunden, zum anderen über entsprechende Foren im Internet. Zudem wurden bestehende Kontakte für die Weiterleitung der Fragebögen verwendet.



An dieser Stelle sei ebenfalls darauf hingewiesen, dass in der Literatur keine fundierte empirische Datenerhebung gefunden werden konnte, welche bereits das benötigte Datenmaterial zur Verfügung stellt.

Die Rückläufer kamen durchweg von sehr erfahrenen Personen renommierter Firmen, so dass sich insgesamt ein sehr gutes Praxis-Bild aus den erhaltenen Ergebnissen darstellen lässt.

Die tatsächlichen Befragten lassen sich wie folgt gruppieren:

- Antworten erfahrener Projektmitarbeiter aus einführenden Firmen: 10
- Antworten erfahrener Berater von spezialisierten Unternehmensberatungen: 8

Die Ergebnisse aus den Fragebögen wurden in einer Tabelle zusammengestellt, welche die Grundlage für die weiteren Modellierungen bildet. Für die Ergebnisdarstellung im folgenden Abschnitt, welche in Form einer Zuordnungstabelle stattfindet, wurde eine Mittelwertbildung der einzelnen Ergebnisse durchgeführt.

Um vergleichbare Werte aus den einzelnen Ergebnissen der Umfrage zu erheben, wurden die angegebenen Kosten normiert. Den Berechnungen liegt die Annahme zugrunde, dass alle Kosten einen %-Anteil vom Projektvolumen ausmachen.

## **6.4 Ergebnisdarstellung**

Die Ergebnisse der Befragung werden in zwei wesentlichen Ergebnisbereichen dargestellt. Zum einen werden die Resultate zu den einleitenden Fragen kurz beschrieben, zum anderen erfolgt, wie o.g., eine Übersicht über die aggregierte Auswertung der relevanten Risiken und zugehörigen Maßnahmen.

### *6.4.1 Produkte und Unternehmensbereiche*

Die beiden einleitenden Fragen bezogen sich auf die Art der eingeführten ERP-Software und auf die Unternehmensbereiche, für welche die Software eingeführt wurde.

Der Großteil der Befragten hat bei der Einführung eines Produktes von SAP mitgewirkt (insgesamt 95%), nur eine Antwort (5%) bezog sich auf die Einführung eines anderen Produkts, die Software Sage Line 500. Diese Aussage ist nicht weiter verwunderlich, da SAP mit Abstand Marktführer für ERP-Software in Deutschland ist. Der Marktanteil von SAGE Line 500 ist im Vergleich mit SAP verschwindend gering. Im Rahmen der empirischen Untersuchung hat sich gezeigt, dass die ERP-Software SAP mehrheitlich eingesetzt wird.

Bei dem Produkt SAGE Line 500 handelt es sich um eine individualbasierte Software für den schnell wachsenden Mittelstand, welche es erlaubt, eine einheitliche Sicht auf Finanz-, Distributions-, Fertigungs- und Service-Vorgänge zu erzielen.

SAP hingegen ist inzwischen eine sehr weit verbreitete Lösung in Klein- Mittel- und Großunternehmen. SAP bietet eine Vielzahl von unterschiedlichen Lösungen für alle Unternehmensgrößen und durch spezielle Branchenlösungen ebenfalls für unterschiedliche Branchen an. SAP zeichnet sich durch einen modularen Aufbau bzw. ein Baukastenprinzip aus, welches für alle Unternehmensbereiche individuell gestaltet werden kann.

Bei der Frage nach den betroffenen Unternehmensbereichen ergibt sich, dass die Software von den Befragten mehrheitlich im Vertrieb, im Finanzwesen, im Controlling und im Einkauf eingeführt wurde.

Darüber hinaus wurden auch die Unternehmensbereiche Personalwirtschaft, Treasury, Lager, Produktion, Service-Management, Instandhaltung, Qualitätsmanagement, Planung, Absatzplanung, Produktionsplaner, Beschaffungsplaner und Entwicklung genannt. Insgesamt beziehen sich die Antworten also auf die Einführung vieler verschiedener Module, so dass eine umfangreiche Breite an Praxiskenntnissen und -erfahrungen in die empirische Erhebung eingeflossen ist.

#### *6.4.2 Normierung der empirischen Datengrundlage*

Um die im Rahmen der empirischen Erhebung ermittelten Daten miteinander vergleichen zu können, wurde die Auswertung der Ergebnisse auf ein Normierungsprojekt bezogen.

Alle ermittelten Schadenshöhen und Kosten in [GE] wurden mit Hilfe des Projektvolumens normiert (Division der Schadenshöhen und Kosten durch Projektvolumen) und auf das Normierungsprojekt bezogen. Die Erwartungswerte bleiben von der Normierung unberührt.

Für das zugrunde gelegte Normierungsprojekt wird ein Projektvolumen von 100 [GE] festgelegt.

Durch die Normierung besteht die Möglichkeit, die erhobenen Daten nicht nur als Geldeinheiten [GE] zu betrachten, sondern auch als %-Angaben für Projekte. Alle Aussagen gelten nicht nur für das Normierungsprojekt, sondern auch für alle anderen Größen der vorliegenden Projekte bzw. des Bereichs der erhobenen Daten, da

die empirischen Aussagen für Projektvolumina zwischen 99.840 [GE] und 3.500.000 [GE] getätigt worden sind.

Die konkreten Ergebnisse der empirischen Erhebung lassen sich wie folgt beschreiben:

Für alle erhobenen Daten wurden bei der zusammenfassenden Ergebnisdarstellung in der folgenden Tabelle die Mittelwerte gebildet:

Spalte 1 und 2 enthalten eine Nummerierung und die kurze Darstellung der Risiken. In Spalte 3 werden jeweils die Mittelwerte der genannten Schadenshöhen [GE] für ein Risiko dargestellt. Spalte 4 enthält die durchschnittlichen Eintrittswahrscheinlichkeiten für die Risiken. In Spalte 5 wurde die durchschnittliche Minderung der ursprünglichen Schadenshöhe durch Einsatz der zugehörigen Maßnahmen als Produkt aus „Schadenshöhe/Projektvolumen“ und der „Minderung der Schadenshöhe in Prozent“ dargestellt.

Spalte 6 zeigt schließlich die durchschnittliche neue Schadenshöhe, welche sich aus der Differenz von „Schadenshöhe/Projektvolumen“ und „Minderung der Schadenshöhe“ ergibt.

Leider wurden nicht alle Fragen von allen Befragten vollständig beantwortet, so dass Lücken in den Auswertungen vorhanden sind. Dies hat zur Konsequenz, dass nicht bei allen Risiken von der gleichen Anzahl der zugrunde liegenden Ergebnisse ausgegangen werden kann. Allerdings ergeben sich dadurch keine weiteren Probleme, da in den weiteren Ausführungen immer die identischen Risiken miteinander verglichen werden (Risiko 1 vor Durchführung von Modellierungen mit Risiko 1 nach Durchführung von Modellierungen).

Es wird die Annahme getroffen, dass sich durch fehlende Ergebnisse keine Konsequenzen auf die nachfolgenden Modellierungen ergeben, da im Einzelvergleich nur Risiken miteinander verglichen werden, welche die gleiche Ausgangssituation haben. Bei der Gesamtrisikobetrachtung werden sich ggf. ergebende Schwankungen akzeptiert, da es sich um geringe Schwankungen handelt, und die Risikoverteilungen als Grundlage des Gesamtrisikos ausreichend sind, was durch alternative Testläufe mit fiktiven zusätzlichen Zahlen hinreichend untersucht wurde.

Des Weiteren wird unterstellt, dass eine Maßnahme einen größeren Nutzen erzielen kann, als die angegebene Schadenshöhe des Risikos beträgt. Diese Unterstellung berücksichtigt das Antwortverhalten der Befragten. Die Maßnahmen wurden in ihrer Wirkung von jedem Experten einzeln, d.h. bzgl. ihrer eigenen Wirkung auf

das Risiko betrachtet, und nicht unter Berücksichtigung der anderen verfügbaren Maßnahmen (Beispiel: Maßnahme 1 mindert Risiko 1 zu 70% und Maßnahme 2 mindert Risiko 1 um 60%). Es sei bereits an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass im weiteren Verlauf aufgrund dieser Unterstellung negative Risikoschäden entstehen können.

Bei den Eintrittswahrscheinlichkeiten der einzelnen Risiken handelt es sich um subjektive Wahrscheinlichkeiten. Die Befragten haben diese Wahrscheinlichkeiten auf Basis ihrer Erfahrungswerte geschätzt.

Im Rahmen der Umfrage konnten wenige Aussagen bzgl. Abhängigkeiten von Risiken erhoben werden. Es war nur sehr wenigen Befragten möglich, überhaupt eine Aussage zu potenziellen Abhängigkeiten zu treffen. Die genannten potenziellen Abhängigkeiten sind in die Bildung der Kombinationsnutzen eingeflossen, welche in Abschnitt 6.4.3 dargestellt werden. Über die Stärke der Korrelationen nahm trotz Frage niemand Stellung. Die daraus folgenden Konsequenzen werden in Abschnitt 7.2.3 ausführlicher betrachtet.

Nr	Risiko (r)	Mittelwerte der Einzelrisiken			
		S <sub>r</sub> [GE]	w <sub>r</sub> [-]	RM <sub>r</sub> [GE]	NS <sub>r</sub> [GE]
1	„Die Anwender akzeptieren das neue System nicht.“	21,3	0,3	24,0	-1,9
2	„Gesetzliche Vorschriften werden nicht eingehalten, wodurch das System Mängel im Bereich der Ordnungsmäßigkeit aufweist.“	7,9	0,3	4,0	2,2
3	„Überschreitung des Projektbudgets aufgrund von falscher Kostenschätzung.“	25,5	0,6	17,6	6,7
4	„Die Qualität des Projektes ist nicht akzeptabel.“	33,2	0,4	60,8	-18,4
5	„Das Schulungskonzept wurde unzureichend geplant, und hat somit negative Auswirkungen auf die Fähigkeiten und Kenntnisse der Anwender.“	10,8	0,4	7,1	3,2
6	„Es existiert ein unzureichendes Testverfahren aufgrund eines unvollständigen oder fehlenden Testkonzepts, was zu Verzögerungen und Qualitätsmängeln im Projekt führen kann.“	14,0	0,5	6,8	6,0
7	„Die bestehenden Prozesse können nicht ausreichend in der Standardsoftware abgebildet werden.“	12,5	0,5	7,2	4,2
8	„Es existiert eine Abhängigkeit zum umstellenden Unternehmen.“	14,4	0,4	6,4	3,5
9	„Es existiert kein Migrationskonzept.“	26,2	0,4	19,4	5,3
10	„Das Changemanagement wurde unzureichend durchgeführt (fehlende Dokumentation des Changeprozesses).“	7,2	0,5	4,1	2,5
11	„Es bestehen Probleme bei der Ablösung vom Altsystem/ Schnittstellenproblematik.“	24,8	0,4	29,0	-3,1
12	„Die notwendige (Anwender-) Dokumentation fehlt.“	5,0	0,5	6,2	-1,0
13	„Es werden unklare Phaseenergebnisse hervorgebracht.“	11,6	0,5	7,6	3,6
14	„Der zeitliche Projektplan kann nicht eingehalten werden.“	12,0	0,5	8,6	3,1
15	„Die notwendigen Deliverables werden nicht geliefert.“	21,1	0,5	10,9	7,9
16	„Projektmitarbeiter stehen nicht ausreichend zur Verfügung.“	10,3	0,6	12,1	-0,7
17	„Grundlegende Funktionen und Rollen werden im Projekt nicht wahrgenommen, da sie nicht adressiert sind.“	8,7	0,4	7,0	1,8
18	„Das Sicherheitsmodell ist nicht adäquat.“	8,8	0,3	11,5	-1,6

Tabelle 24: Aggregierte Ergebnisse der empirischen Erhebung<sup>66</sup>

Quelle: Eigene Darstellung

<sup>66</sup> Erläuterung der Abkürzungen in der Tabelle: S<sub>r</sub> = durchschnittliche Schadenshöhe [GE]; w<sub>r</sub> = durchschnittliche Eintrittswahrscheinlichkeit [-]; RM<sub>r</sub> = durchschnittliche Risikominderung [GE]; NS<sub>r</sub> = neue durchschnittliche Schadenshöhe [GE] bezogen auf das Normprojekt mit einem Projektvolumen von 100 [GE]. Damit entsprechend die Zahlenangaben zu S<sub>r</sub>, RM<sub>r</sub> bzw. NS<sub>r</sub>, zugleich den Prozentanteilen des Projektvolumens.

Um die Modellierung des präventiven Verfahrens, welches in Kapitel 8 erläutert wird, durchführen zu können, mussten neben o.g. Auswertung zusätzlich die Nutzen und die Kosten für die einzelnen Maßnahmen über alle Ergebnisse der empirischen Erhebung ermittelt werden.

Ausgangspunkt hierfür bilden die Maßnahmen, welche entsprechend der folgenden Ausführungen in diesem Kapitel für die empirische Erhebung und die noch folgenden Modellierungen als relevant identifiziert wurden.

Bei den nun folgenden Maßnahmen kann zwischen zwei Arten unterschieden werden. Zum einen handelt es sich um Maßnahmen, die jeweils auf genau ein Risiko eine risikominimierende Wirkung haben, es besteht eine 1:1-Beziehung. Die Mehrzahl der Maßnahmen hat einen solchen Einzelnutzen.<sup>67</sup>

Zum anderen gibt es Maßnahmen mit einem Mehrfachnutzen. Das bedeutet, dass eine Maßnahme einen Nutzen für mehrere Einzelrisiken haben kann, insofern eine 1:n-Beziehung besteht. Folgende Maßnahmen aus der Untersuchung haben einen Mehrfachnutzen:

- Maßnahme 3 wirkt auf Einzelrisiko 1 und Einzelrisiko 12
- Maßnahme 26 wirkt auf Einzelrisiko 8 und auf Einzelrisiko 12
- Maßnahme 32 wirkt auf Einzelrisiko 9 und Einzelrisiko 11
- Maßnahme 35 wirkt auf Einzelrisiko 10, Einzelrisiko 14 und Einzelrisiko 15
- Maßnahme 45 wirkt auf Einzelrisiko 14 und Einzelrisiko 17.

Schließlich gibt es noch die Möglichkeit des Bestehens von Kombinationsnutzen, welche auf den Einzel- und Mehrfachnutzen aufbauen und im folgenden Abschnitt beschrieben werden.

In der anschließenden Tabelle werden pro Maßnahme die Kosten  $C_i$  [GE] und der Nutzen  $N_{iz}$  [GE] als Mittelwert über alle Fragebögen berechnet und dargestellt. Der Erwartungs- bzw. Mittelwert bildet jeweils die Grundlage für die Daten der Modellierung des präventiven Verfahrens.<sup>68</sup>

Bezugsprojekt: 100 [GE]

---

<sup>67</sup> Die Auflistung aller Maßnahmen mit Einzelnutzen soll an dieser Stelle nicht erfolgen. Es kann zusammenfassend gesagt werden, dass alle Maßnahmen, die keinen Mehrfachnutzen haben, einen Einzelnutzen erzielen.

<sup>68</sup> Vgl. ausführlich Kapitel 8.

$\langle r \rangle$	Maßnahme mit Einzel- und Mehrfachnutzen $\langle i \rangle$	Mittelwerte	
		Massnahmenkosten $C_i$ [GE]	Einzelnutzen $N_{iz}$ [GE]
<b>R 1</b>	M1: Identifikation der Bedürfnisse der Anwender. (Einzelnutzen)	2,19	15,66
	M2: Pretests mit den Anwendern. (Einzelnutzen)	2,18	15,65
	M3: Umfassende Schulung der Anwender. (Mehrfachnutzen)	3,94	14,92
	M4: Zur Verfügung stellen von umfangreicher Dokumentation. (Einzelnutzen)	1,32	8,67
	M5: Darstellung und Erklärung der Geschäftsprozesse für die User. (Einzelnutzen)	1,98	9,71
<b>R 2</b>	M6: Definition von gesetzlichen Anforderungen/Richtlinien für Mitarbeiter. (Einzelnutzen)	1,19	3,98
	M7: Prüfung des Systems auf Ordnungsmäßigkeit. (Einzelnutzen)	1,77	5,87
	M8: Hinzuziehen eines rechtlichen Beraters. (Einzelnutzen)	1,38	3,09
<b>R 3</b>	M9: Erstellung eines Projektgesamtkostenplans. (Einzelnutzen)	1,36	17,61
	M10: Erstellung eines Kostenplans für jede einzelne Projektphase. (Einzelnutzen)	2,40	16,33
	M11: Kostenvergleich bei externen Leistungen. (Einzelnutzen)	0,83	7,07
<b>R 4</b>	M12: Festsetzung eines umfangreichen Qualitätssicherungsprozesses. (Einzelnutzen)	4,28	23,05
	M13: Festsetzung von sinnvollen Qualitätsmaßstäben. (Einzelnutzen)	1,54	18,38
	M14: Identifikation von bereits vorhandenen Qualitätsmängeln und anschließende Behebung dieser Mängel. (Einzelnutzen)	3,11	20,22
	M15: Verpflichtung der Projektmitglieder auf die Adressierung von Ergebnissen der Qualitätssicherung. (Einzelnutzen)	2,02	16,08
<b>R 5</b>	M16: Zielgerichtetes Training der einzelnen Anwender. (Einzelnutzen)	3,51	7,72
	M17: Umfassende Schulung der Trainer. (Einzelnutzen)	3,03	7,12
	M18: Hinzuziehen von externen Trainern. (Einzelnutzen)	3,50	6,72

<b>R 6</b>	M19: Definition eines umfassenden Testkonzeptes. (Einzelnutzen)	3,16	9,21
	M20: Identifikation und Festlegung von relevanten Testfällen. (Einzelnutzen)	3,42	9,12
	M21: Ausführung regelmäßiger Tests in allen relevanten Phasen. (Einzelnutzen)	4,42	9,14
	M22: Dokumentation aller durchgeführten Tests. (Einzelnutzen)	1,54	6,78
<b>R 7</b>	M23: Durchführung von Prozessänderungen. (Einzelnutzen)	4,41	6,20
	M24: Modifikation der Standardsoftware. (Einzelnutzen)	5,06	9,68
	M25: Hinzuziehen weiterer Software. (Einzelnutzen)	5,68	6,58
<b>R 8</b>	M26: Erstellung eigener Anwenderdokumentation. (Mehrfachnutzen)	1,64	6,40
	M27: Einbezug unterschiedlicher Unternehmen. (Einzelnutzen)	6,87	5,70
	M28: Umfassende Integration unternehmenseigener Mitarbeiter in das Umstellungsprojekt. (Einzelnutzen)	65,65	11,18
<b>R 9</b>	M29: Definition der zu übernehmenden Daten. (Einzelnutzen)	2,38	20,08
	M30: Entwicklung eines Migrationsplans. (Einzelnutzen)	1,93	20,47
	M31: Abstimmung zwischen Alt- und Neusystem. (Einzelnutzen)	1,80	19,36
	M32: Prüfung bzw. Definition der Schnittstellen. (Mehrfachnutzen)	2,32	18,04
<b>R 10</b>	M33: Definition eines umfassenden Change-Management-Prozesses. (Einzelnutzen)	1,60	3,93
	M34: Definition eines Change-Management-Plans. (Einzelnutzen)	1,49	4,09
	M35: Permanentes Monitoring durch den Projektleiter. (Mehrfachnutzen)	1,79	4,76
<b>R 11</b>	M36: Umfassende Kenntnisse beider Systeme. (Einzelnutzen)	1,85	11,10
	M37: Auswahl eines zur Ablösung des Altsystems passenden Neusystems im Rahmen einer umfassenden Softwareauswahl. (Einzelnutzen)	1,00	14,66
	M32: Prüfung bzw. Definition der Schnittstellen. (Mehrfachnutzen)	2,32	18,04



<b>R 12</b>	M38: Festlegung der notwendigen Dokumentation. (Einzelnutzen)	2,02	7,53
	M39: Zukauf von Anwenderdokumentation. (Einzelnutzen)	1,65	3,13
	M26: Erstellung eigener Anwenderdokumentation. (Mehrfachnutzen)	1,64	6,40
	M3: Umfassende Schulung der Anwender. (Mehrfachnutzen)	3,94	14,92
<b>R 13</b>	M40: Erstellung eines Anforderungskatalogs bzw. Pflichtenhefts. (Einzelnutzen)	3,58	3,78
	M41: Erstellung eines detaillierten Projektplans. (Einzelnutzen)	0,65	1,35
	M42: Setzen von Meilensteinen und regelmäßige Meilensteinreviews. (Einzelnutzen)	1,06	2,04
	M43: Definition von Phasenergebnissen. (Einzelnutzen)	2,44	7,75
<b>R 14</b>	M44: Erstellung eines Feinplans für die Zeit.(Einzelnutzen)	2,29	7,48
	M45: Regelmäßiges Reporting im Rahmen der Statusbesprechungen. (Mehrfachnutzen)	1,88	8,24
	M35: Permanentes Monitoring durch den Projektleiter. (Mehrfachnutzen)	1,79	4,76
<b>R15</b>	M46: Detaillierte Aufgabenplanung in den einzelnen Projektphasen. (Einzelnutzen)	1,56	7,61
	M47: Aufgabenverantwortung für Projektmitarbeiter. (Einzelnutzen)	2,41	8,61
	M35: Permanentes Monitoring durch den Projektleiter. (Mehrfachnutzen)	1,79	4,76
<b>R 16</b>	M48: Entwicklung eines Zeitplans für jeden Mitarbeiter. (Einzelnutzen)	2,77	6,93
	M49: Abstimmung mit täglicher Arbeit in der Fachabteilung/anderen Projekten. (Einzelnutzen)	2,04	8,41
	M50: Frühzeitige Planung des Projekteinsatzes. (Einzelnutzen)	6,06	11,17
	M51: Urlaubsanspruch muss entsprechend geregelt, und zu einem anderen Zeitpunkt geltend gemacht werden. (Einzelnutzen)	5,28	10,29

<b>R 17</b>	M52: Genaue Rollenzuweisung innerhalb des Projektteams. (Einzelnutzen)	5,20	10,90
	M53: Genaue Aufgabenzuweisung innerhalb des Projektes. (Einzelnutzen)	1,66	6,07
	M45: Regelmäßiges Reporting im Rahmen der Statusbesprechungen. (Mehrfachnutzen)	1,88	8,24
<b>R 18</b>	M54: Definition grundlegender Sicherheitsrichtlinien. (Einzelnutzen)	1,43	5,64
	M55: Definition eines neuen Sicherheitskonzeptes. (Einzelnutzen)	0,78	6,33
	M56: Modifikation des vorhandenen Sicherheitskonzeptes. (Einzelnutzen)	0,60	4,52

**Tabelle 25:** Aggregierte Kosten und Wirkungen der Maßnahmen.<sup>69</sup>

Quelle: Eigene Darstellung

#### 6.4.3 Kombinationsmaßnahmen

Wie bereits im vorangegangenen Abschnitt erläutert, konnten im Rahmen der empirischen Erhebung nur wenige grobe Aussagen zu Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Maßnahmen von einigen der Befragten gemacht werden. Diese vereinzelt Angaben wurden für die vorliegende Arbeit durch die Bildung von Kombinationsnutzen aufgegriffen.

Ein Kombinationsnutzen entsteht dann, wenn mehrere Einzelmaßnahmen gemeinsam auf ein Risiko wirken und neben den Einzel- oder Mehrfachnutzen der Maßnahmen, welche im vorangehenden Abschnitt erläutert wurden, ein weiterer Zusatznutzen durch die Kombination dieser Maßnahmen entsteht. So wird das entsprechende Risiko zusätzlich durch die Kombination der Einzelmaßnahmen gemindert. Aufgrund der Voraussetzung, dass alle Einzelmaßnahmen erfüllt sein müssen, bevor der Kombinationsnutzen wirksam wird, entstehen für den Kombinationsnutzen keine weiteren Kosten.

Vorgehen bei der Festlegung der Kombinationsnutzen: Im Rahmen einer Analyse der Umfrageergebnisse wurde deutlich, dass von einzelnen Befragten gleiche Abhängigkeiten zwischen den betroffenen Maßnahmen aufgezeigt wurden. Die we-

<sup>69</sup> Die Anzahl der Maßnahmen unterscheidet sich an dieser Stelle von der Anzahl der Maßnahmen im Fragebogen (56 Maßnahmen in der Tabelle zu 62 Maßnahmen im Fragebogen). Die Ursache liegt darin, dass in einigen Fällen im Fragebogen bei unterschiedlichen Risiken vom Inhalt gleiche Maßnahmen verwendet wurden, welche sprachlich jedoch unterschiedlich ausgedrückt waren. Bei der anschließenden Auswertung, deren Ergebnis hier vorliegt, wurden diese wieder aggregiert.

nigen aufgezeigten Interdependenzen und die zugehörigen Bewertungen durch die Befragten wurden tiefer gehend analysiert und verifiziert. Diese Abhängigkeiten wurden für das Modell als allgemeingültig zugrunde gelegt und führten zu einer Bildung von Kombinationsnutzen. Es wurden zunächst die in Tabelle 25 beschriebenen Kombinationsnutzen für die betroffenen Risiken festgelegt und die zugehörigen Maßnahmen definiert. Anschließend wurde der jeweilige Nutzen und der zugehörige Zusatznutzen bestimmt.

Ein Zusatznutzen ist dadurch gekennzeichnet, dass über den Nutzen der einzelnen Maßnahmen hinaus noch ein weiterer Nutzen durch die gleichzeitige Anwendung der einzelnen Maßnahmen des Kombinationsnutzens entsteht. Durch den Zusatznutzen entstehen Synergieeffekte zwischen verschiedenen Maßnahmen, welche sich positiv auf die Risikominderung auswirken.

Aufgrund der genannten Abhängigkeiten der Maßnahmen, mit den zugehörigen Einschätzungen der Risikominderung konnten die in Tabelle 4 ermittelten prozentualen Zusatznutzen ermittelt werden. Sofern kein ausreichendes Datenmaterial für die Berechnung des Zusatznutzens vorhanden war, wurde die Annahme getroffen, welche für den weiteren Verlauf der vorliegenden Arbeit Gültigkeit hat:

Konnte der Zusatznutzen nicht auf Basis der Fragebögen ermittelt werden, so wurde pauschal ein Zusatznutzen von 20%<sup>70</sup> angenommen.

Auf Basis der Ergebnisse der empirischen Erhebung wurden die nachfolgend beschriebenen Kombinationsnutzen definiert. In Bezug auf die dargestellten Maßnahmen wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben. Wie auch bei den Risiken und Maßnahmen handelt es sich hier um eine spezifische Auswahl, welche im Rahmen der empirischen Erhebung identifiziert und analysiert werden konnte. Um einen überschaubaren und sinnvollen Komplexitätsgrad zu erhalten, wurden über die Ergebnisse der empirischen Erhebung hinaus keine weiteren Kombinationsmaßnahmen hinzugefügt. Die nachfolgenden Kombinationsnutzen werden somit als weitere Annahmen festgelegt und der vorliegenden Arbeit zugrunde gelegt. Zudem werden diese Kombinationsmaßnahmen in den Modellierungen des präventiven Verfahrens ihre umfassende Berücksichtigung finden.

---

<sup>70</sup> 20% stellt nach umfassender Untersuchung einen aussagekräftigen realistischen Wert in diesem Zusammenhang dar.

<b>Übersicht Kombinationsnutzen (KN):</b>			<b>Zusatznutzen (Synergie-Effekt): *</b>
<b>KN 1</b>	Risiko 1:	Maßnahmen 3 und 5	20%
<b>KN 2</b>	Risiko 4:	Maßnahmen 12 und 14	10%
<b>KN 3</b>	Risiko 6:	Maßnahmen 19 und 20	30%
<b>KN 4</b>	Risiko 6:	Maßnahmen 21 und 22	20%
<b>KN 5</b>	Risiko 6:	Maßnahmen 19, 20 und 21	60%
<b>KN 6</b>	Risiko 10:	Maßnahmen 33 und 35	10%
<b>KN 7</b>	Risiko 18:	Maßnahmen 54 und 55	20%
* War der Zusatznutzen nicht aus dem Fragebogen ersichtlich, wurde ein allgemeiner Zusatznutzen von 20 % angenommen.			

**Tabelle 26:** Übersicht Kombinationsmaßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung

Die nun folgende Tabelle stellt abschließend alle Einzelrisiken mit den zugehörigen Einzel-, Mehrfach- und Kombinationsnutzen dar. Anhand der Tabelle ist deutlich zu erkennen, welche Maßnahme welche Art von Nutzen (Einzel-, Mehrfachnutzen) für die Einzelrisiken hat. Zudem sind für jeweiligen Kombinationsnutzen zu erkennen, welche Maßnahmen hierzu beitragen und auf welches Einzelrisiko der Kombinationsnutzen wirkt.

	Risiko 1			Risiko 2			Risiko 3			Risiko 4			Risiko 5			Risiko 6			Risiko 7			Risiko 8			Risiko 9		
	EN	KN	MN	EN	KN	MN	EN	KN	MN	EN	KN	MN	EN	KN	MN	EN	KN	MN	EN	KN	MN	EN	KN	MN	EN	KN	MN
M 1	X																										
M 2	X																										
M 3		X	X																								
M 4	X																										
M 5	X	X																									
M 6				X																							
M 7				X																							
M 8				X																							
M 9							X																				
M 10							X																				
M 11							X																				
M 12								X	X																		
M 13								X																			
M 14								X	X																		
M 15								X																			
M 16										X																	
M 17										X																	
M 18										X																	
M 19														X													
M 20														X	X												
M 21														X	X												
M 22														X	X												
M 23																	X										
M 24																	X										
M 25																	X										
M 26																								X			
M 27																						X					
M 28																								X			

	Risiko 1			Risiko 2			Risiko 3			Risiko 4			Risiko 5			Risiko 6			Risiko 7			Risiko 8			Risiko 9		
	EN	KN	MN	EN	KN	MN	EN	KN	MN	EN	KN	MN	EN	KN	MN	EN	KN	MN	EN	KN	MN	EN	KN	MN	EN	KN	MN
M 29																									X		
M 30																									X		
M 31																									X		
M 32																									X		
M 33																										X	
M 34																											
M 35																											
M 36																											
M 37																											
M 38																											
M 39																											
M 40																											
M 41																											
M 42																											
M 43																											
M 44																											
M 45																											
M 46																											
M 47																											
M 48																											
M 49																											
M 50																											
M 51																											
M 52																											
M 53																											
M 54																											
M 55																											
M 56																											

	Risiko 10			Risiko 11			Risiko 12			Risiko 13			Risiko 14			Risiko 15			Risiko 16			Risiko 17			Risiko 18		
	EN	KN	MN	EN	KN	MN	EN	KN	MN	EN	KN	MN	EN	KN	MN	EN	KN	MN	EN	KN	MN	EN	KN	MN	EN	KN	MN
M 1																											
M 2																											
M 3									X																		
M 4																											
M 5																											
M 6																											
M 7																											
M 8																											
M 9																											
M 10																											
M 11																											
M 12																											
M 13																											
M 14																											
M 15																											
M 16																											
M 17																											
M 18																											
M 19																											
M 20																											
M 21																											
M 22																											
M 23																											
M 24																											
M 25																											
M 26									X																		
M 27																											
M 28																											

	Risiko 10			Risiko 11			Risiko 12			Risiko 13			Risiko 14			Risiko 15			Risiko 16			Risiko 17			Risiko 18		
	EN	KN	MN	EN	KN	MN	EN	KN	MN	EN	KN	MN	EN	KN	MN	EN	KN	MN	EN	KN	MN	EN	KN	MN	EN	KN	MN
M 29																											
M 30																											
M 31																											
M 32						X																					
M 33	X	X																									
M 34	X	X																									
M 35			X										X				X										
M 36				X																							
M 37				X																							
M 38							X																				
M 39							X																				
M 40										X																	
M 41										X																	
M 42										X																	
M 43										X																	
M 44												X															
M 45													X									X					
M 46																											
M 47																											
M 48																			X								
M 49																			X								
M 50																			X								
M 51																											
M 52																					X						
M 53																					X						
M 54																									X		
M 55																									X		
M 56																									X		

**Tabelle 27:** Zuordnung von Einzel-, Kombinations- und Mehrfachnutzen zu den einzelnen Risiken; Quelle: Eigene Darstellung



#### 6.4.4 Projektvolumen

Eine letzte auf Basis der empirischen Erhebung ausgewertete Übersicht bildet die Darstellung des Projektvolumens und des zugehörigen Maßnahmenbudgets. Diese Daten wurden pro Fragebogen ermittelt und anschließend wurde ihr Mittelwert ermittelt.

Unter Berücksichtigung aller Daten der empirischen Erhebung ergeben sich die folgenden Mittelwerte und Prozente.<sup>71</sup>

	Mittelwert [GE]	Prozent [%] <sup>72</sup>
Projektvolumen [GE]	1.483.324	100
Maßnahmenbudget [GE]	440.844	29,72

**Tabelle 28:** Übersicht Projektvolumen und Maßnahmenbudget

Quelle: Eigene Darstellung

Die berechneten Werte werden im weiteren Verlauf für die Simulationen und Modellierungen verwendet.

---

<sup>72</sup> Entspricht den Werten des definierten Normierungsprojekts: Projektvolumen 100 [GE] und Maßnahmenbudget 29,72 [GE]

## **7 Risikoanalyse unter Verwendung der Monte-Carlo-Simulation ohne Berücksichtigung risikominimierender Maßnahmen**

### **7.1 Einführung**

Die im Rahmen der empirischen Erhebung ermittelten Ergebnisse stellen die Ausgangswerte für die in diesem Kapitel beschriebene Risikoanalyse unter Verwendung von Simulation dar.

Die Problematik bei Risikowerten besteht allgemein darin, dass es keinen „wirklich richtigen“ Risikowert geben kann, da ein einzelnes Risiko in verschiedenen Projekten unterschiedliche Ausprägungen in Form von Eintrittswahrscheinlichkeiten und Schadenshöhen annehmen kann. Es war wichtig, die in der empirischen Untersuchung durch Befragung ermittelten Schadenshöhen und Eintrittswahrscheinlichkeiten für ein Einzelrisiko zusammengefasst zu berücksichtigen. Da es nicht einen einzigen richtigen Einzelrisikowert geben kann, wird die Häufigkeitsverteilung der einzelnen erhobenen Risikowerte betrachtet. Aus dieser Häufigkeitsverteilung konnte schließlich für jedes Einzelrisiko der Median, als statistisch ermittelte mittlerer Einzelrisikowerte zur weiteren Bearbeitung ausgewählt werden. Zudem bilden die Häufigkeitsverteilungen der Einzelrisiken die Grundlage für die spätere Ermittlung des Gesamtrisikos.

Um eine Häufigkeitsverteilung für jedes Einzelrisiko und eine Häufigkeitsverteilung des Gesamtrisikos zu generieren wurde die Software @Risk<sup>73</sup> eingesetzt. Die Risikoanalyse durch Simulation auf Basis der Ergebnisse aus der empirischen Erhebung mit Unterstützung der Software @Risk wird im Folgenden dargestellt.

### **7.2. Risikoanalyse mit der Software @Risk**

Wie bereits in Kapitel 3 erläutert, werden die im Rahmen der Befragung gewonnenen Zufallsgrößen in Gestalt einer Häufigkeitsverteilung erfasst. Das zur weiteren Verarbeitung eingesetzte Software-System zur Monte-Carlo-Simulation besitzt die Funktionalität, diese Häufigkeitsverteilung mathematisch zu approximieren und damit eine angenäherte Dichtefunktion der Zufallsgrößen zu bilden.

Die Software @Risk wurde zunächst verwendet, um die Schadenshöhen und Eintrittswahrscheinlichkeiten der auftretenden Einzelrisiken als Häufigkeitsverteilungen darzustellen.

---

<sup>73</sup> Software @Risk von der Firma Palisade Corporation

@Risk ist ein Softwaresystem zur Risikoanalyse unter Verwendung der Monte-Carlo-Simulation. Unter einer Risikoanalyse versteht man eine quantitative oder qualitative Methode, mit der die Auswirkungen eines Risikos bewertet werden können. Für diese Bewertungen werden zahlreiche Methoden eingesetzt, welche sowohl qualitative als auch quantitative Funktionen aufweisen. Das Ziel besteht darin, einem Entscheidungsträger durch ein besseres Verständnis der möglichen Resultate bei der Auswahl einer Vorgehensweise zu helfen. In @Risk wird durch das Verfahren quantitativer Risikoanalyse versucht, die Resultate einer Entscheidungssituation in Form von Verteilungen zu bestimmen.<sup>74</sup>

Die Analyse mit @Risk besteht aus vier Schritten:

#### **1. Entwicklung eines Modells zur Risikoanalyse...**

- ...durch Definition des Problems oder der Situation in einem Arbeitsblatt.

#### **2. Identifikation der Unbestimmtheit ...**

- ...der Variablen in einem Arbeitsblatt und durch Angabe möglicher Werte durch Verteilungen sowie Identifizierung der unbestimmten Ergebnisse, die analysiert werden sollen.

#### **3. Analyse des Modells durch Simulation ...**

- ...um den Bereich der möglichen Wahrscheinlichkeiten für alle möglichen Resultate der Ergebnisse zu bestimmen.

#### **4. Ergebnisauswertung ...**

- ...auf Basis der ermittelten Risikodaten.<sup>75</sup>

Ziel der folgenden Abschnitte ist es, zunächst die Einzelrisiken, deren Werte im Rahmen der empirischen Erhebung<sup>76</sup> ermittelt wurden, in Form von Häufigkeitsverteilungen darzustellen. Anschließend soll das Gesamtrisiko durch Aggregation der Einzelrisiken mit Hilfe der Monte-Carlo-Simulation dargestellt werden. Bei den genannten Darstellungen werden zunächst keine risikominimierenden Maßnahmen für die drohenden Risiken berücksichtigt.

##### *7.2.1 Entwicklung eines Modells zur Risikoanalyse*

Die Entwicklung eines Modells zur Risikoanalyse in @Risk beginnt mit der Definition eines Risikoproblems oder einer Risikosituation in einem Arbeitsblatt. Es wird versucht das zu analysierende Problem mathematisch mit Hilfe von Eingabewerten ab-

---

<sup>74</sup> Vgl. Palisade Corporation: @Risk, Version 4., Newfield 2001, S. 21

<sup>75</sup> Vgl. Palisade Corporation, a.a.O., S. 21

<sup>76</sup> Vgl. Ausführliche Beschreibung der empirischen Erhebung in Kapitel 6.

zubilden, um die anschließende Risikoanalyse auf Basis dieser Daten durchführen zu können.

Wie bereits in der Einleitung beschrieben, bilden die Daten aus der empirischen Erhebung, welche dieser Arbeit zugrunde liegt und ausführlich in Kapitel 6 beschrieben ist, die Grundlage für die in diesem Kapitel aufzubauende Modellierung mit @Risk.

Auf Basis der empirischen Erhebung wurden die folgenden Daten von jedem Befragten erhoben:

- Einschätzung der Schadenshöhe [GE] von jeweils vorgegebenen Risiken in Geldeinheiten
- Einschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit [-] von jeweils vorgegeben Risiken
- Einschätzung der Wirkung von vorgegebenen Maßnahmen [GE] in Bezug auf die jeweils zugeordneten Risiken in Geldeinheiten (als Minderung der Schadenshöhe)
- Einschätzung der Kosten [GE] der Durchführung der Maßnahme in Geldeinheiten
- Angabe Projektvolumen [GE] in Geldeinheiten
- Angabe Maßnahmenbudget [GE] in Geldeinheiten

Für die nachfolgende Modellierung sollen die folgenden Daten als Eingabedaten für das @Risk-Modell verwendet werden:

- Einschätzung der Schadenshöhe [GE] von jeweils vorgegebenen Risiken in Geldeinheiten
- Einschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit [-] von jeweils vorgegeben Risiken

An dieser Stelle sei nochmals darauf hingewiesen, dass für jeden Fragebogen die einzelnen Kosten bzw. Geldeinheiten ins Verhältnis zum Projektvolumen gesetzt wurden, um eine gemeinsame, vergleichbare Basis zu erhalten.

In der nachfolgenden Modellierung sind die typischerweise im Projekt auftretenden für die empirische Erhebung ausgewählten 18 Einzelrisiken, welche sich aus XY-Datenpaaren aus Schadenshöhe [ $S_i$ ] und Eintrittswahrscheinlichkeit [ $w_i$ ] zusammensetzen, die grundlegenden Variablen für die Risikoanalyse. Allerdings handelt es sich bei den XY-Datenpaaren um Schätzwerte und nicht um objektiv ermittelte Werte.

Auf Basis der generierten Zahlen lässt sich das Gesamtrisiko nicht abschätzen, da keine vollständigen Informationen verfügbar sind und die einzelnen Daten nicht einfach zusammengefasst werden können. Es ist somit notwendig, die vorhandenen Resultate in einer Häufigkeitsverteilung zu aggregieren.

Der erste Schritt der vollständigen Risikoanalyse besteht darin, zunächst die einzelnen XY-Datenpaare aus Schadenshöhe und Eintrittswahrscheinlichkeit für alle 18 relevanten Risiken und pro Befragten in die Software einzugeben (Eingabedaten), und die Zellen auszuwählen, in denen die Häufigkeitsverteilungen für die einzelnen Risiken dargestellt werden sollen (Ausgabedaten).

### *7.2.2 Identifizierung der Unbestimmtheit*

Für ein @Risk-Modell müssen verschiedene Daten aufbereitet und dargestellt werden. Den ersten wesentlichen Bestandteil eines @Risk-Modells bilden Variablen. Variablen bezeichnen in einem typischen Arbeitsblatt meist eine Arbeitsblattzeile oder –spalte.

@Risk verwendet Wahrscheinlichkeitsverteilungen, um das quantitative Risiko für eine Variable darzustellen und bietet dem Benutzer mehr als 30 Verteilungen, wie z.B. die Normalverteilung, die Dreiecksverteilung oder die Trapezverteilung, mit denen die Risikosituation konkret beschrieben werden kann.<sup>77</sup>

Durch die Wahrscheinlichkeitsverteilungen wird sowohl der Bereich der Werte für die Variablen als auch die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der einzelnen Werte innerhalb des Bereichs angegeben.<sup>78</sup>

Aus den möglichen Verteilungen muss die für die individuelle Risikosituation geeignete Wahrscheinlichkeitsverteilung ausgewählt werden. Je nach gewählter Wahrscheinlichkeitsverteilung werden in @Risk die ermittelten Daten eingegeben, damit die Verteilungsfunktion auf Basis dieser Daten approximiert werden kann. Für die nachfolgenden Darstellungen der Einzelrisiken wurde jeweils der Verteilungstyp RiskDiscrete ausgewählt.

---

<sup>77</sup> Als weiterführende Literatur zum Thema Wahrscheinlichkeitstheorie seien insbesondere verwiesen auf: Gnedenko, Boris: Lehrbuch der Wahrscheinlichkeitstheorie; 10. Aufl., Frankfurt 1997 und Schwarze Jochen: Wahrscheinlichkeitsrechnung und induktive Statistik, 7. Aufl., Herne 2001 verwiesen.

<sup>78</sup> Vgl. Palisade Corporation, a.a.O. S. 22

Für alle in der vorliegenden Arbeit dargestellten Risiken wird die Annahme identischer Verteilungen vom Typ RiskDiscrete( $\{X_1; X_2; \dots; X_n\}; \{p_1; p_2; \dots; p_n\}$ ) getroffen.

Hierbei handelt es sich um eine diskontinuierliche Verteilung mit n möglichen Wert X-Resultaten und einer Resultatswahrscheinlichkeit von p. Es ist die Eingabe einer beliebigen Anzahl von Resultaten möglich, wobei jedes Ergebnis einen Wert X und eine Wahrscheinlichkeit p besitzt, die im vorliegenden Fall die Auftretenswahrscheinlichkeit angibt.

Bei der Approximation versucht @Risk für die angegebenen Verteilungen die Parameter zu finden, die am besten der Häufigkeitsverteilung und den eingegebenen Daten entsprechen. Es sollte beachtet werden, dass @Risk keine Ideallösung generiert, sondern eine Verteilung identifiziert, die höchstwahrscheinlich den Eingabedaten entspricht. Die ermittelten @Risk-Ergebnisse müssen vor ihrer Verwendung daher immer quantitativ und qualitativ ausgewertet werden und sowohl die Vergleichsdiagramme als auch die möglichen Statistiken müssen überprüft werden.<sup>79</sup>

Für die Berechnung der bestmöglichen Verteilung von Datensätzen benutzt @Risk zwei verschiedene Methoden. Für Werteprobendaten werden die Verteilungsparameter mittels MLEs (Maximum Likelihood Estimators, Schätzfunktionen größter Wahrscheinlichkeit) berechnet. Werteprobendaten sind Zufallswerte aus einer sehr großen Population. Diese werden den Verteilungen zugewiesen, um so die Eigenschaften der Population zu schätzen. Werden Dichte- und Summendaten (auch Kurvendaten) verwendet, wird das Verfahren der kleinsten Quadrate eingesetzt, um den mittleren quadratischen Fehler zwischen Kurvenpunkten und theoretischer Funktion so gering wie möglich zu halten.<sup>80</sup>

Bei der Funktion RiskDiskrete können genau wie bei der Funktion RiskHistogramm Wahrscheinlichkeitsfaktoren zu einem beliebigen Wert addiert und dann durch @Risk mit den gegebenen Wahrscheinlichkeiten normiert werden. Die Funktion RiskHistogramm ist in Klassen unterteilt und dementsprechend ist die Bewertung der Klasse im Verhältnis zu anderen Klassen wichtig. „Das bedeutet, dass die Summe aller Bewertungsfaktoren nicht unbedingt 100% ist. In @Risk werden die Klassenwahrscheinlichkeiten dadurch normiert, dass alle gegebenen Bewertungs-

---

<sup>79</sup> Vgl. Palisade Corporation, a.a.O., S. 142

<sup>80</sup> Vgl. Palisade Corporation, a.a.O., S. 142

faktoren summiert und die einzelnen Faktoren anschließend durch diese Summe dividiert werden.<sup>81</sup> Auf diese Weise wird eine geeignete Normierung realisiert.

Nachfolgend werden die einzelnen durch @Risk generierten Häufigkeitsverteilungen für die durch die empirische Erhebung identifizierten Daten (Eintrittswahrscheinlichkeiten und Schadenshöhen) gemeinsam mit den möglichen Gegenmaßnahmen für die jeweiligen Risiken dargestellt:

Bei der Beschreibung der Verteilungen wird vor allem auf den ermittelten Bereich der möglichen Schadenshöhen, den zugehörigen Median, sowie die Standardabweichung eingegangen.

Aufgrund der obigen gemachten Aussage ist die Standardabweichung für die folgenden Beschreibungen der Varianz vorzuziehen. Die Standardabweichung gibt an, wie weit die Einzel-Werte „durchschnittlich“ vom Erwartungswert bzw. Mittelwert entfernt liegen.

Bei den nachfolgenden Auswertungen ergeben sich Standardabweichungen zwischen 1,7 [GE] und 30,5 [GE]. Liegt eine geringe Standardabweichung [im vorliegenden Fall ca. 0-5 GE] vor, so bedeutet dies, dass die Risikoschätzungen der Experten bzgl. dieses Risikos sehr homogen war, und ähnliche Schadenshöhen und Eintrittswahrscheinlichkeiten genannt wurden. Liegen große Standardabweichungen vor, bedeutet dies, dass Einschätzungen bzgl. Schadenshöhen und Eintrittswahrscheinlichkeiten für diese Risiken sehr unterschiedlich bzw. inhomogen waren und stark abweichende Schätzungen aufgrund unterschiedlicher praktischer Erfahrungen ermittelt wurden [im vorliegenden Fall >15 GE]. Bei einer mittleren Standardabweichung [im vorliegenden Fall 5-15 GE] liegen unterschiedliche Erfahrungen und darauf basierende Einschätzungen vor, allerdings weichen diese noch nicht sehr stark voneinander ab.<sup>82,83</sup>

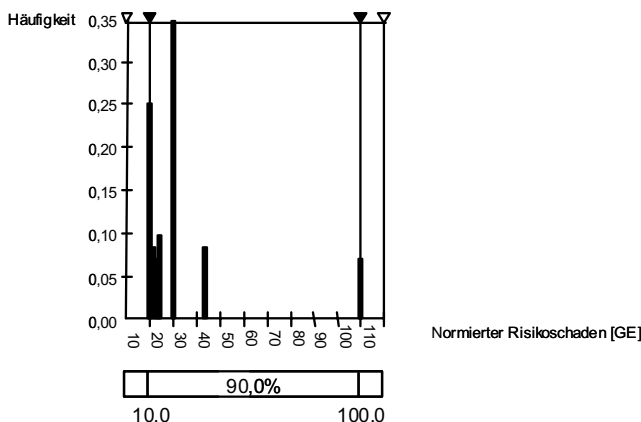
---

<sup>81</sup> Palisade Corporation, a.a.O., S. 368

<sup>82</sup> Die angegebene Klassifikation (geringe, mittlere und hohe Standardabweichung) wurde auf Basis der ermittelten Ergebnisse festgelegt.

<sup>83</sup> Die obige erläuterte Bedeutung der Standardabweichung soll an dieser Stelle einmal exemplarisch dargestellt werden und nicht bei der Darstellung jedes Einzelrisikos erneut erläutert werden. Bei den Ergebnisdarstellungen der Einzelrisiken erfolgt lediglich ein Hinweis auf die Art (niedrig, mittel, hoch) der Standardabweichung.

## Einzelrisiko 1: „Die Anwender akzeptieren das neue System nicht.“<sup>84</sup>



**Abbildung 6:** Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 1 ohne risikominimierende Maßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Damit die Anwender das neue System akzeptieren, sind zu Beginn der Einführung einer Software im Rahmen eines ERP-Projektes die Bedürfnisse der zukünftigen Anwender zu identifizieren und die Anwender in die Gestaltung des neuen Systems einzubeziehen. Es ist sinnvoll umfassende Pretests mit den Anwendern durchzuführen, damit sich die zukünftigen Anwender in das Projekt involviert fühlen und das neue System langsam annehmen. Des Weiteren sollten umfassende Schulungen für die Anwender durchgeführt werden und es sollte eine umfangreiche Dokumentation über die Funktionalitäten des neuen Systems verfügbar sein, damit sich die Anwender im Selbststudium mit dem System vertraut machen können. Als hilfreich erweist sich in der Praxis zudem immer wieder die umfassende Darstellung und Erklärung der Geschäftsprozesse für die zukünftigen Anwender, so dass jeder weiß, an welcher Stelle im Prozess seine Aufgabe aufgesetzt ist und welche weiteren Aufgaben davon abhängen (big picture).

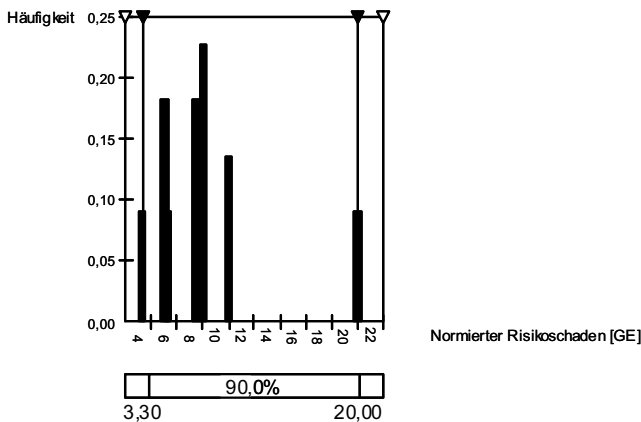
Auf Basis der Berücksichtigung der Ergebnisse der empirischen Umfrage hat sich die oben dargestellte Häufigkeitsverteilung ergeben. Der Bereich der möglichen

<sup>84</sup> Eine ausführliche Beschreibung der 18 Risiken mit ihren unterschiedlichen Ausprägungen hat in Kapitel 6 ausführlich stattgefunden. Im Rahmen der Darstellung der Häufigkeitsverteilungen soll nur noch auf die geeigneten Gegenmaßnahmen eingegangen werden, welche an dieser Stelle erstmals ausführlich dargestellt werden.



Risikoschäden liegen zwischen 3,5 GE und 60 GE, der zugehörige Median liegt bei 10 GE. Eine Mehrheit der Werte für die Risikoschäden findet sich zwischen 10 GE und 15 GE. Bei der Häufigkeitsverteilung liegt eine Standardabweichung von 15,7 GE vor. Dies bedeutet, dass die Einzelwerte eine durchschnittliche Streuung von 15,7 GE um den Erwartungswert bzw. Mittelwert aufweisen (hohe Standardabweichung).

Einzelrisiko 2: „Gesetzliche Vorschriften werden nicht eingehalten, wodurch das System Mängel im Bereich der Ordnungsmäßigkeit aufweist.“



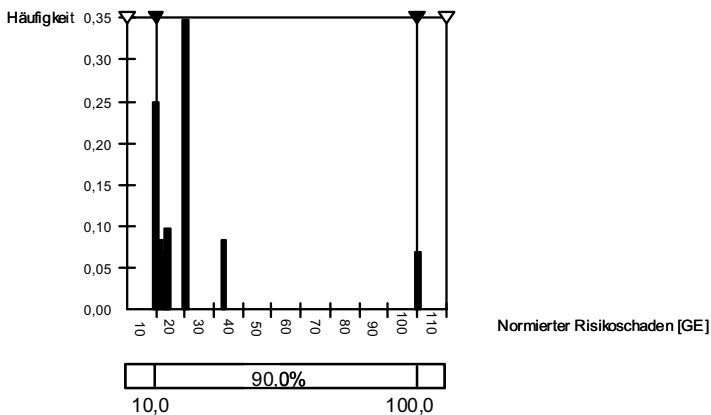
**Abbildung 7:** Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 2 ohne risikominimierende Maßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Werden gesetzliche Vorschriften nicht eingehalten und dadurch Mängel bzgl. der Ordnungsmäßigkeit des Systems verursacht, sollten frühzeitig geeignete Gegenmaßnahmen durchgeführt werden. Eine kurzfristige Lösung ist die Interpretation von gesetzlichen Anforderungen und die Veröffentlichung von Richtlinien für Mitarbeiter, so dass diese wissen, wie mit Vorgaben umzugehen ist, und ggf. bestehende Mängel aus ihrem Verständnis heraus aufdecken können. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Überprüfung des Systems auf Ordnungsmäßigkeit. Hierfür sollte ein entsprechender IT-Spezialist des Systems hinzugezogen werden. Sinnvoll erweist sich auch das Hinzuziehen eines rechtlichen Beraters, welcher konkrete Mängel bzgl. gesetzlicher Vorschriften etc. in den Arbeitsabläufen aufdecken kann und bereits präventiv beratend tätig wird.

Die Häufigkeitsverteilung dieses Risikos zeigt einen Risikoschadensbereich zwischen 3,3 GE und 20 GE auf, der zugehörige Median ist bei 7,5 GE zu sehen. Es liegt eine Standardabweichung von 4,2 GE vor; die Einzelwerte liegen also durchschnittlich um 4,2 GE vom Erwartungswert bzw. Mittelwert entfernt (niedrige Standardabweichung).

Einzelrisiko 3: „Überschreitung des Projektbudgets aufgrund von falscher Kostenschätzungen“



**Abbildung 8:** Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 3 ohne risikominimierende Maßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Für das Risiko 3 hat sich auf Basis der Berücksichtigung der Ergebnisse der empirischen Erhebung die obige Häufigkeitsverteilung ergeben

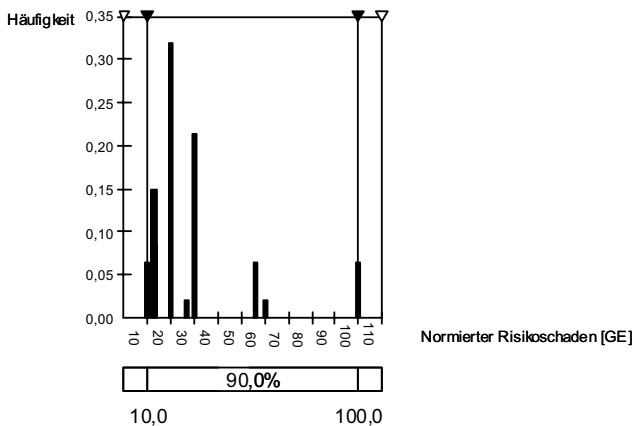
Betrachtet man die Verteilung der Risikoschäden, so ist ein Minimum von 10 [GE] und ein Maximum von 100 [GE] zu erkennen; der Median liegt bei 14 [GE]. Zwischen den Risikoschäden 10 [GE] und 15 [GE] liegt die Mehrheit der erhobenen Einschätzungen. Ein Ausreißer findet sich bei 100 [GE], vermutlich ist dieses Risiko bei dem entsprechenden Befragten als das Top-Risiko im ERP-Einführungprojekt zu verzeichnen gewesen. Es liegt eine Standardabweichung von 22,2 [GE] vor. Es ist eine durchschnittliche Streuung von 22,2 [GE] um den Erwartungswert bzw. Mittel-

wert zu erkennen (hohe Standardabweichung). Die Überschreitung des Projektbudgets stellt ein hohes Risiko für alle Projekte dar.<sup>85</sup>

Eine Minderung des Risikoschadens kann durch folgende Gegenmaßnahmen erzielt werden: Die Erarbeitung eines Projektgesamtkostenplans, ggf. durch Unterstützung eines vertraulichen Beraters, kann die Kostenplanung sinnvoll unterstützen. Des Weiteren bietet sich die Erstellung eines Kostenplans für jede einzelne Projektphase an. Hierdurch ist eine detaillierte Kostenverfolgung möglich.

Ebenfalls als nützlich erweist sich ein Kostenvergleich für externe Leistungen. Durch den Vergleich der Kosten verschiedener Anbieter können überhöhte, ungeplante Ausgaben vermieden werden.

Einzelrisiko 4: „Die Qualität des Projektes ist nicht akzeptabel“



**Abbildung 9:** Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 4 ohne risikominimierende Maßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

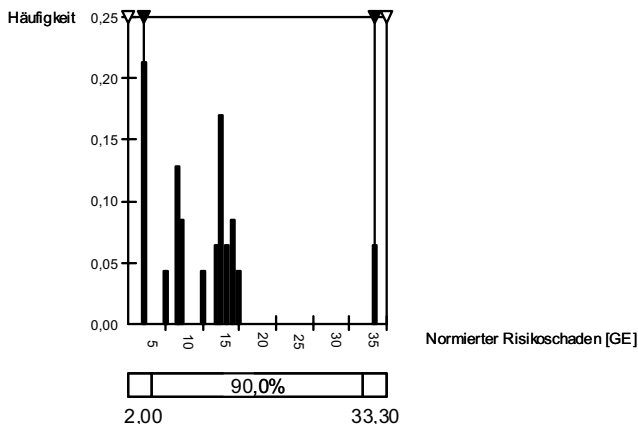
Ist die Qualität des Projektes nicht akzeptabel, so erweist es sich als sinnvoll, einen umfangreichen Qualitätssicherungsprozess zu definieren. Hierdurch kann sichergestellt werden, dass die Qualität einzelner Arbeitsschritte und -ergebnisse im Projektverlauf immer wieder überprüft wird. Eine weitere Maßnahme ist das Festsetzen von Qualitätsmaßstäben. Diese werden im Rahmen der Projektarbeit benötigt, damit der

<sup>85</sup> Zur weiteren detaillierten Beschreibung des Risikos vergleiche Kapitel 6.

einzelne Projektmitarbeiter den Qualitätsanspruch an seine eigenen Aufgaben kennt und umsetzen kann. Wesentlich können zudem die Identifikation von bereits vorhandenen Qualitätsmängeln und die anschließende Behebung dieser Mängel sein. Außerdem sollten alle Mitarbeiter verpflichtet werden, die Ergebnisse der Qualitätssicherung zu berücksichtigen und ggf. entsprechend zu adressieren.

Im Rahmen der empirischen Erhebung wurden Risikoschäden zwischen 10 [GE] und 100 [GE] angegeben. Es wurde ein Median von 20 [GE] ermittelt. Auch bei diesem Risiko bildet der Risikoschaden von 100 [GE] eine Ausnahme. Die Mehrheit der Risikoschäden liegt zwischen 10 [GE] und 15 [GE]. Die Einzelwerte liegen durchschnittlich um 22,3 [GE] vom Erwartungswert bzw. Mittelwert entfernt (Standardabweichung beträgt 22,3 [GE]) (hohe Standardabweichung).

Einzelrisiko 5: „Das Schulungskonzept wurde unzureichend geplant, und hat somit negative Auswirkungen auf die Fähigkeiten und Kenntnisse der Anwender.“



**Abbildung 10:** Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 5 ohne risikominimierende Maßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

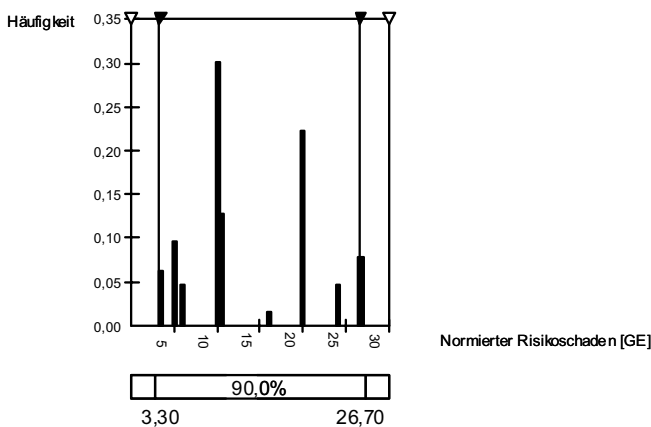
Für Risiko 5 wurden im Rahmen der empirischen Erhebung Risikoschäden zwischen 2 [GE] und 33 [GE] genannt. Der Median wurde mit 10 [GE] berechnet. Eine Häufung der Risikoschäden liegt zwischen 12 [GE] und 14 [GE]. Es liegt eine Standardabweichung von 7,5 [GE] vor, wodurch eine durchschnittliche Streuung von 7,5 [GE] um

den Erwartungswert bzw. Mittelwert zu verzeichnen ist (mittlere Standardabweichung).

Um den Anwendern Versagensängste zu nehmen, welche häufig die Ursache für das genannte Risiko darstellen, und eine gewisse Sicherheit zu geben, sollten ihnen in umfangreichen Trainings umfassende Kenntnisse in Bezug auf die Funktionalitäten des neuen Systems vermittelt werden.

Eine weitere wesentliche Maßnahme ist die ausführliche Schulung der (internen) Trainer, damit diese die Anwender entsprechend auf die neue Systemumgebung vorbereiten können. Eine bewährte Maßnahme ist auch das Hinzuziehen von externen Trainern, welche bei der Schulung des jeweiligen Systems schon erprobt sind und den Anwendern die wesentlichen Funktionalitäten vermitteln können, wodurch den potenziellen Anwendern ihre Ängste genommen werden.

Einzelrisiko 6: „Es existiert ein unzureichendes Testverfahren aufgrund eines unvollständigen oder fehlenden Testkonzepts, was zu Verzögerungen und Qualitätsmängeln im Projekt führen kann.“



**Abbildung 11:** Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 6 ohne risikominimierende Maßnahmen

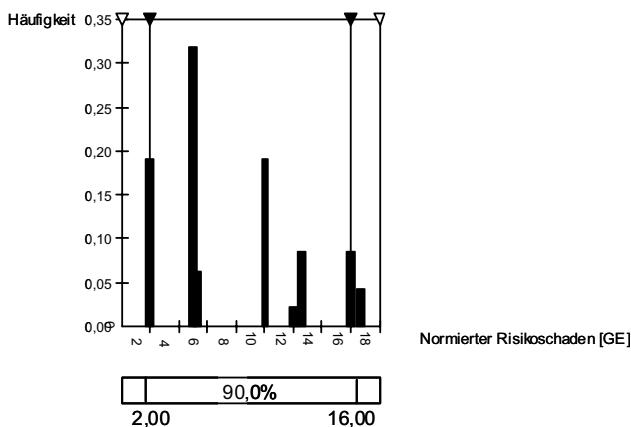
Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Mögliche Fehler oder Mängel im erstellten Produkt können durch regelmäßige Tests, welche in einem umfassenden Testkonzept definiert und im weiteren Projektverlauf fortlaufend angewandt werden frühzeitig behoben werden. Es sollten möglichst rele-

vante Testfälle identifiziert und festgelegt werden, welche schließlich im Rahmen der anstehenden Tests abgearbeitet und nachgehalten werden. Wesentlich ist nach Durchführung von Tests die Dokumentation ihrer Ergebnisse.

Auf Basis der empirischen Umfrage konnte die obige Häufigkeitsverteilung für Risiko 6 ermittelt werden. Der Bereich der möglichen Risikoschäden liegt zwischen 3,3 [GE] und 26,7 [GE], der zugehörige Median liegt bei 10 [GE]. Es liegt eine Standardabweichung von 7,0 [GE] vor. Das bedeutet, dass die Einzelwerte im Durchschnitt eine Streuung von 7,0 [GE] um den Erwartungswert bzw. Mittelwert haben (mittlere Standardabweichung).

Einzelrisiko 7: „Die bestehenden Prozesse können nicht ausreichend in der Standardsoftware abgebildet werden.“



**Abbildung 12:** Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 7 ohne risikominimierende Maßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

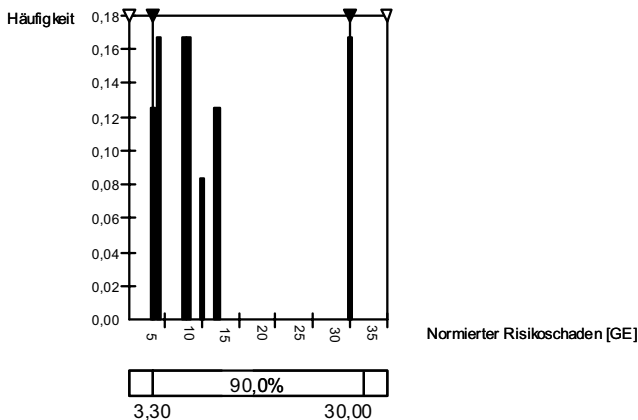
Risiko 7 wurde mit Risikoschäden zwischen 2 [GE] und 16,7 [GE] bewertet, es ergibt sich ein Median von 5 [GE]. Bezieht man die Standardabweichung in die Betrachtung der Häufigkeitsverteilung ein, so ergibt sich eine durchschnittliche niedrige Abweichung der Einzelwerte von 4,7 [GE] vom Erwartungswert bzw. Mittelwert.

Eine Änderung von bestehenden Prozessen kann oft verhindern, dass diese vollständig neu aufgesetzt werden müssen. Durch die Modifikation der Standardsoftware können die Prozesse anschließend häufig in der neuen Standardsoftware

abgebildet werden. Diese Maßnahme führt jedoch fast immer zu erhöhten Projektkosten durch die Software-Anpassung.

Eine weitere Möglichkeit besteht in der Verwendung zusätzlicher Software. Durch die Integration von weiterer Software können nicht abgebildete Prozessschritte ggf. unterstützt werden.

Einzelrisiko 8: „Es existiert eine Abhängigkeit zum umstellenden Unternehmen.“



**Abbildung 13:** Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 8 ohne risikominimierende Maßnahmen

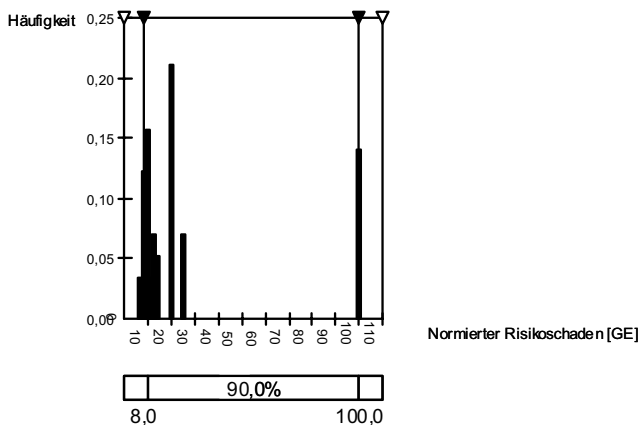
Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Der bereits in Kapitel 6 dargestellten Problematik der Abhängigkeit zum umstellenden Unternehmen kann mit unterschiedlichen Maßnahmen begegnet werden.

Zum einen kann man durch die Erstellung umfassender eigener Anwenderdokumentation den Grad der Abhängigkeit verringern. Hierbei ist es wichtig, dass insbesondere die zahlreichen individuellen Customizingeinstellungen umfassend dokumentiert werden. Durch den Einbezug unterschiedlicher Unternehmen bei der Einführung einer Software im Rahmen eines ERP-Projektes ist man nicht mehr so stark von einem einzigen Unternehmen abhängig. Eine wesentliche Maßnahme ist zudem die umfassende Integration unternehmenseigener Mitarbeiter in das Umstellungsprojekt, welche durch ihre Beteiligung ausreichendes Know-how für notwendige Customizingeinstellungen erwerben.

Auf Basis der Ergebnisse der empirischen Umfrage hat sich die obige Häufigkeitsverteilung ergeben. Es wurden von den Befragten Risikoschäden zwischen 3,3 [GE] und 30 [GE] genannt, der zugehörige Median wurde bei 8 [GE] ermittelt. Es ergibt sich eine Standardabweichung von 8,9 [GE]. Somit kann gesagt werden, dass die Einzelwerte durchschnittlich um 8,9 [GE] vom Erwartungswert bzw. Mittelwert entfernt liegen (Streuung von 8,9 [GE]) (mittlere Standardabweichung).

Einzelrisiko 9: „Es existiert kein Migrationskonzept“



**Abbildung 14:** Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 9 ohne risikominimierende Maßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Die genannten Risikoschäden für Risiko 9 liegen vor allem zwischen 6,7 [GE] und 25 [GE]. Allerdings ist auch bei diesem Risiko erneut ein Ausreißer bei 100 [GE] festzustellen, so dass die Vermutung nahe liegt, dass ein Befragter mit diesem Risiko im Projektverlauf ein gravierendes Problem hatte.

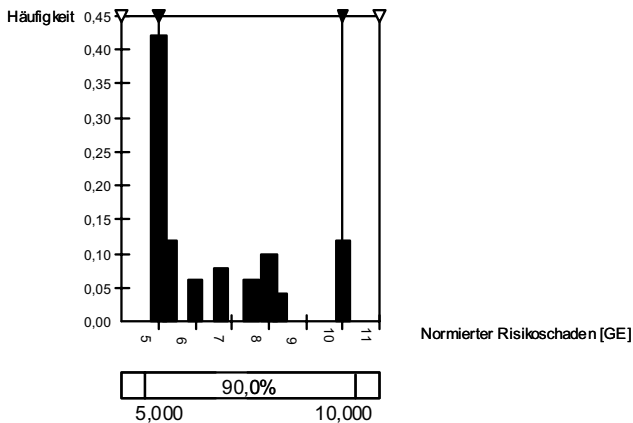
Bei der obigen Häufigkeitsverteilung liegt eine Standardabweichung von 30,5 [GE] vor. Dies bedeutet, dass die Einzelwerte eine durchschnittliche Streuung von 30,5 [GE] haben.

Eine mögliche Gegenmaßnahme kann die Definition der zu übernehmenden Daten sein. Dadurch ist sichergestellt, dass alle relevanten Daten migriert werden. Sehr hilfreich ist zudem die Entwicklung eines geeigneten Migrationsplans, nach welchem die Migration letztendlich durchgeführt wird.



Durch die genaue Abstimmung zwischen Alt- und Neusystem werden größere Probleme bei der Migration eingegrenzt bzw. vermieden. Wesentlich ist zudem die Prüfung bzw. Definition der System-Schnittstellen, damit technische Probleme zwischen den Systemen ausgeschlossen werden können.

Einzelrisiko 10: „Das Changemanagement wurde unzureichend durchgeführt (fehlende Dokumentation des Change-Prozesses)“



**Abbildung 15:** Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 10 ohne risikominimierende Maßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

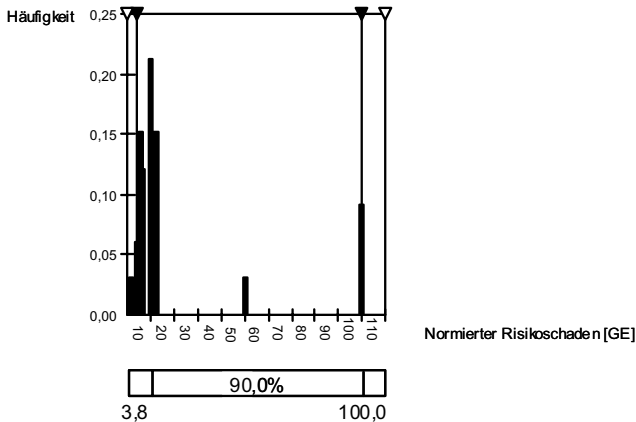
Möglichen Gegenmaßnahmen lassen sich wie folgt darstellen: Ein definierter Change-Management-Prozesses ermöglicht es, im Projekt auftretende Änderungen strukturiert zu planen, umzusetzen und zu dokumentieren.

Eine weitere Maßnahme für die strukturierte Durchführung stellt die Definition eines Change-Management-Plans dar, welcher anstehende Aufgaben detailliert gliedert und in geeignete Aktivitäten zerlegt. Durch ein permanentes Monitoring durch den Projektleiter kann die Qualität eines Changemanagements verbessert werden.

Betrachtet man die ermittelten Ergebnisse der empirischen Umfrage, lässt sich ein Bereich möglicher Risikoschäden zwischen 5 [GE] und 10 [GE] erkennen; der zugehörige Median liegt bei 5,3 [GE]. Die Einzelwerte liegen durchschnittlich um

1,7 [GE] vom Erwartungswert bzw. Mittelwert entfernt (niedrige Standardabweichung).

Einzelrisiko 11: „Es bestehen Probleme bei der Ablösung vom Altsystem/Schnittstellenproblematik“



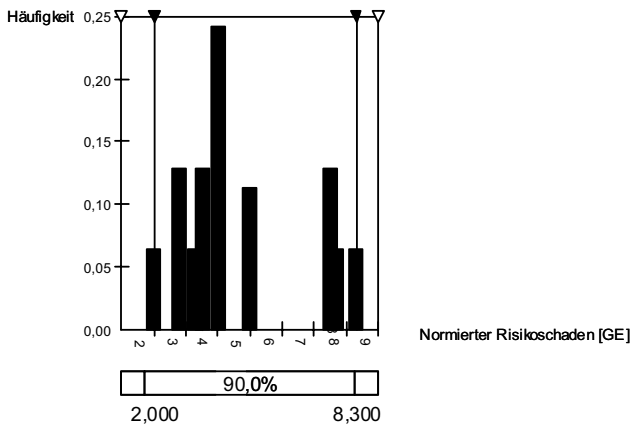
**Abbildung 16:** Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 11 ohne risikominimierende Maßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Bei der Häufigkeitsverteilung des Risikos 16 fällt auf, dass eine Vielzahl von Risikoschäden zwischen 1[GE] (Minimum) und 15 [GE] liegen. Daran schließen sich zwei Ausreißer an (50 [GE] und 100 [GE] [Maximum]). Aus den genannten Risikoschäden ergibt sich ein Median von 6,7 [GE]. Die Standardabweichung beträgt 27,3 [GE], so dass die Einzelwerte durchschnittlich 27,3 [GE] um den Erwartungswert bzw. Mittelwert streuen (große Standardabweichung).

Durch umfassende Prüfung bzw. Definition der Schnittstellen können frühzeitig mögliche Probleme identifiziert werden. Eine vereinfachte Ablösung kann durch tiefe Systemkenntnisse gewährleistet werden. Durch die Auswahl eines zur Ablösung des Altsystems passenden Neusystems im Rahmen einer umfassenden Softwareauswahl können auftretende Probleme zwischen den beiden Systemen minimiert werden.

## Einzelrisiko 12: „Die notwendige (Anwender-)Dokumentation fehlt.“



**Abbildung 17:** Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 12 ohne risikominimierende Maßnahmen

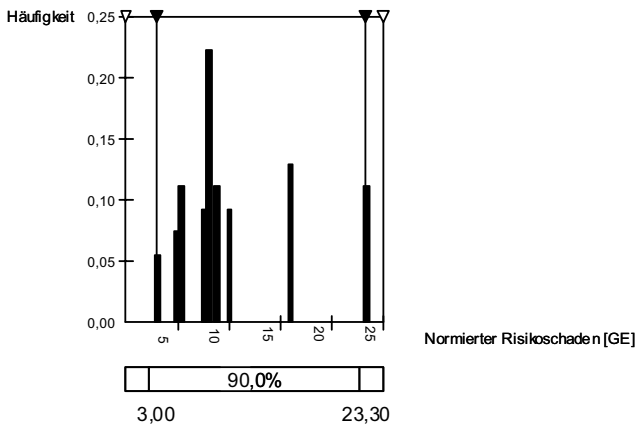
Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Abbildung 17 stellt die Häufigkeitsverteilung des Risikoschadens 12 dar. Es ist wichtig, dass im Projektverlauf eine angemessene Dokumentation des Projektes erstellt und den Anwendern eine ausreichende Anwenderdokumentation zum Selbststudium zur Verfügung gestellt wird. Neben einem Selbststudium sollten die Anwender eine umfassende Schulung für das neue ERP-System erhalten, damit sie ihre täglichen Aufgaben auch mit der neuen Software durchführen können.

Um eine sinnvolle Dokumentation zu erstellen, muss zunächst festgelegt werden, welche notwendigen Unterlagen erstellt werden sollen. Ist die Zeit im Projekt zu knapp kalkuliert, um die notwendige Anwenderdokumentation zu erstellen, sollte über den Zukauf von Standarddokumentation nachgedacht werden.

Auf Basis der Ergebnisse der empirischen Erhebung hat sich ein Bereich möglicher Risikoschäden zwischen 2 [GE] und 8,3 [GE] ergeben, der zugehörige Median liegt bei 4 [GE]. Bei der Häufigkeitsverteilung des Risikoschadens 12 liegt eine Standardabweichung von 2,0 [GE] vor. Dies bedeutet, dass die Einzelwerte durchschnittlich um 2,0 [GE] vom Erwartungswert bzw. Mittelwert abweichen (niedrige Standardabweichung).

### Einzelrisiko 13: „Es werden unklare Phasenergebnisse hervorgebracht“



**Abbildung 18:** Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 13 ohne risikominimierende Maßnahmen

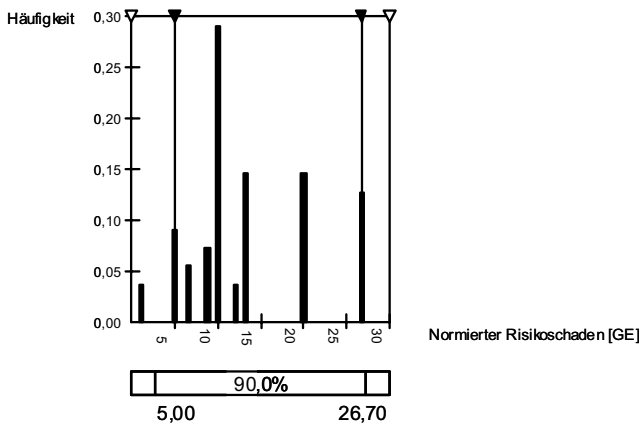
Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Durch die Erstellung eines Anforderungskatalogs bzw. Pflichtenheftes wird deutlich, wie die Anforderungen exakt definiert sind, und welche Anforderungen die Ergebnisse einer Phase erfüllen müssen. Durch die Erstellung eines detaillierten Projektplans wird zudem deutlich, welche Aufgaben bis zu einem bestimmten Termin im Projekt durchgeführt sein sollten.

Eine weitere geeignete Maßnahme ist das Setzen von Meilensteinen und die Durchführung von regelmäßigen Meilensteinreviews. Hierdurch können frühzeitig Abweichungen von den zu erbringenden Phasenergebnissen erkannt werden. Zudem sollten die Phasenergebnisse als solche fest vorgegeben werden, so dass jedem Projektmitarbeiter im Projekt bekannt ist, welche Aufgaben er bis wann zu erfüllen hat.

Es wurden Risikoschäden zwischen 3 [GE] und 23,3 [GE] aufgezeigt. Daraus ergibt sich ein zugehöriger Median von 8 [GE]. Es ist eine Standardabweichung von 5,7 [GE] zu verzeichnen, die besagt, dass die Einzelwerte durchschnittlich 5,7 [GE] um den Erwartungswert bzw. Mittelwert streuen (mittlere Standardabweichung).

# Einzelrisiko 14: „Der zeitliche Projektplan kann nicht eingehalten werden“



**Abbildung 19:** Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 14 ohne risikominimierende Maßnahmen

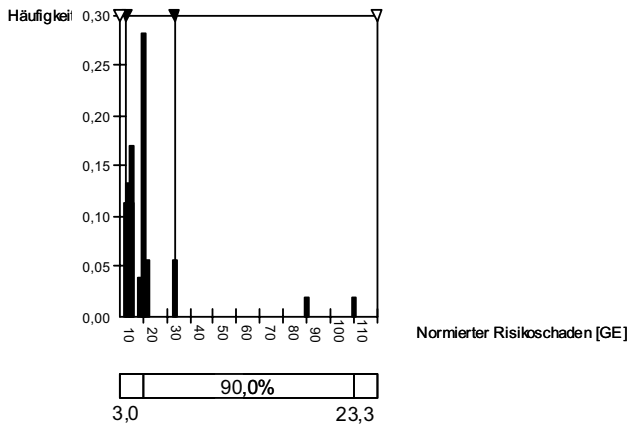
Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Im Rahmen der empirischen Erhebung wurde die obige Häufigkeitsverteilung der Risikoschäden ermittelt. Der Bereich der möglichen Schadenshöhen liegt zwischen 1 [GE] und 26,7 [GE] der Median befindet sich bei 10 [GE]. Die einzelnen genannten Risikoschäden liegen gleichmäßig zwischen Minimum und Maximum verteilt, es ist keine auffällige Häufung zu erkennen. Die Einzelwerte liegen durchschnittlich um 6,9 [GE] vom Erwartungswert bzw. Mittelwert entfernt (mittlere Standardabweichung).

Ein permanentes Controlling des Projektplans durch den Projektleiter ist eine geeignete Gegenmaßnahme zur Risikominimierung des durch die Häufigkeitsverteilung dargestellten Risikos. Ebenso unterstützt die Erstellung einer Detailplanung die Einhaltung des Projektfortschritts.

Eine weitere geeignete Maßnahme ist das kontinuierliche Reporting der Ist-Situation im Rahmen von regelmäßigen Statusbesprechungen.

## Einzelrisiko 15: „Die notwendigen Deliverables werden nicht geliefert.“



**Abbildung 20:** Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 15 ohne risikominimierende Maßnahmen

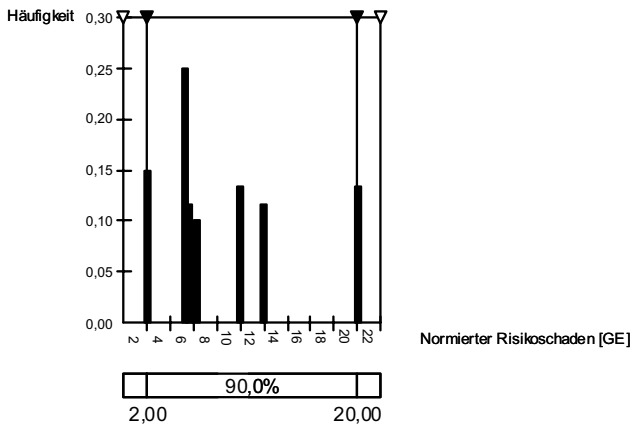
Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Durch eine detaillierte Aufgabenplanung in den einzelnen Projektphasen kann frühzeitig festgestellt werden, ob es Probleme bei der Erstellung wichtiger Deliverables geben könnte. Erkennt man bereits in einem Anfangsstadium einen Verzug, sind entsprechende Änderungen im Zeitplan vorzunehmen.

Des Weiteren ist es hilfreich den Projektmitarbeitern eine direkte Aufgabenverantwortung zu übertragen. Hierdurch fühlt sich ein Projektmitarbeiter unmittelbar verantwortlich für ein Deliverable und für eine frühzeitige Kommunikation, sofern es Probleme oder einen Zeitverzug bei Lieferung dieses Deliverables gibt. Wirksam kann zudem auch ein Monitoring durch den Projektleiter sein, wodurch ggf. frühzeitig die Problematik erkannt und entsprechende Maßnahmen ergriffen werden können.

Der Bereich der möglichen Schadenshöhen liegt zwischen 3 [GE] und 100 [GE], der zugehörige Median lautet 5,3 [GE]. Bei der Häufigkeitsverteilung der Risikoschäden liegt eine Standardabweichung von 16,5 [GE] vor. Dies bedeutet, dass die Einzelwerte durchschnittlich um 16,5 [GE] vom Erwartungswert bzw. Mittelwert entfernt liegen.

## Einzelrisiko 16: „Projektmitarbeiter stehen nicht ausreichend zur Verfügung.“



**Abbildung 21:** Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 16 ohne risikominimierende Maßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Durch die Entwicklung eines Zeitplans für jeden Mitarbeiter wird frühzeitig deutlich, welcher Mitarbeiter wann für welche Aufgaben zur Verfügung steht. Engpässe können rechtzeitig identifiziert und ggf. eskaliert werden.

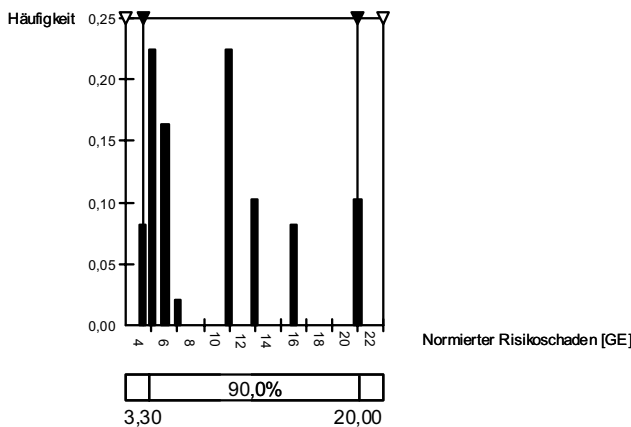
Die Abstimmung der Projektarbeit mit der täglichen Arbeit in der Fachabteilung bzw. in anderen Projekten ist als risikominimierende Maßnahme von hoher Bedeutung. Durch die Priorisierung der vorhandenen Aufgaben kann vermieden werden, dass der Mitarbeiter nicht mehr für die Projektaufgaben zur Verfügung steht, weil er ausschließlich seine Linienfunktionen wahrnimmt.

Der gesamte Projekteinsatz der beteiligten Mitarbeiter sollte frühzeitig geplant werden. Wird erst kurz vor Projektbeginn versucht, die relevanten Mitarbeiter für das Projekt zu gewinnen, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass die gewünschten Mitarbeiter nicht zur Verfügung stehen. Zudem kann hinsichtlich der Urlaubsansprüche der Projektmitarbeiter geregelt werden, dass dieser nicht verfällt und zu einem anderen Zeitpunkt nach Projektabschluss geltend gemacht werden kann. Auf diese Weise können z.B. Engpässe in der Sommerzeit behoben werden.

Auf Basis der Ergebnisse der empirischen Umfrage hat sich die obige dargestellte Häufigkeitsverteilung für die Risikoschäden des Risiko 16 ergeben. Die

möglichen Risikoschäden liegen zwischen 2 [GE] und 20 [GE], der zugehörige Median liegt bei 5,5 [GE]. Bei der Häufigkeitsverteilung des Risikos 16 liegt eine Standardabweichung von 5,5 [GE] vor. Die Einzelwerte haben demnach im Durchschnitt eine Streuung von 5,5 [GE] um den Erwartungswert bzw. Mittelwert (mittlere Standardabweichung).

Einzelrisiko 17: „Grundlegende Funktionen und Rollen werden im Projekt nicht wahrgenommen, da sie nicht adressiert sind.“



**Abbildung 22:** Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 17 ohne risikominimierende Maßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Durch eine genaue Rollenzuweisung innerhalb des Projektteams bestehen keine Unklarheiten und jedes Projektmitglied weiß, welche Rollen und ihm zugewiesenen Funktionen es wahrzunehmen hat.

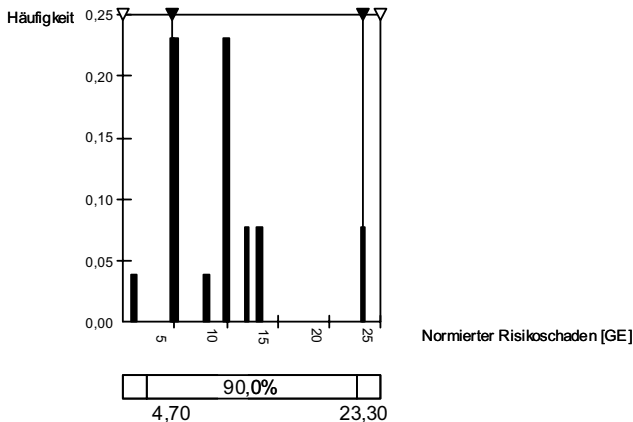
Zudem sollte eine genaue Aufgabenzuweisung erfolgen. Hierdurch ist jedem Projektmitarbeiter deutlich, welche Aufgaben und Verantwortungen er im Projekt hat. Er weiß, was von ihm erwartet wird und kann seine Aufgaben verantwortungsvoll übernehmen.

Durch ein kontinuierliches Reporting im Rahmen regelmäßiger Statusbesprechungen können nicht übernommene Funktionen und Rollen frühzeitig identifiziert und anschließend neu vergeben werden.



Für das betrachtete Risiko wurden im Rahmen der empirischen Erhebung Risikoschäden zwischen 3,3 [GE] und 20 [GE] genannt. Der Median beträgt 10 [GE]. Die Standardabweichung liegt bei 5,2 [GE], so dass die Einzelwerte durchschnittlich um 5,2 [GE] vom Erwartungswert bzw. Mittelwert entfernt liegen (mittlere Standardabweichung).

Einzelrisiko 18: „Das Sicherheitsmodell ist nicht adäquat.“



**Abbildung 23:** Häufigkeitsverteilung für Einzelrisiko 18 ohne risikominimierende Maßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Eine bedeutende Maßnahme stellt die Definition grundlegender Sicherheitsrichtlinien dar, welche als Leitlinien für die Sicherheit im Projekt und am Produkt fungieren sollen.

Durch die Definition und anschließende Umsetzung eines neuen Sicherheitskonzeptes können vorhandene Sicherheitslücken schnell behoben werden.

Eine kurzfristige Lösung stellt die Modifikation des vorhandenen Sicherheitsmodells dar.

Aus der empirischen Erhebung hat sich die obige dargestellte Häufigkeitsverteilung ergeben. Der Bereich der möglichen Schadenshöhen liegt zwischen 1 [GE] und 23 [GE], der zugehörige Median liegt bei 8,6 [GE]. Bei der Häufigkeitsverteilung der Risikoschäden liegt eine Standardabweichung von 5,3 [GE] vor. Dies bedeutet,

dass die Einzelwerte durchschnittlich um 5,3 [GE] vom Erwartungswert bzw. Mittelwert abweichen (mittlere Standardabweichung).

### 7.2.3 Analyse des Modells durch Simulation

Die im vorangehenden Abschnitt definierten Verteilungen der einzelnen Risiken bilden die Grundlage für die nun folgende Bestimmung des Gesamtrisikos. Das Gesamtrisiko eines Projektes setzt sich aus seinen Einzelrisiken zusammen. Im konkret vorliegenden Fall wird eine Risikoaggregation durch Anwendung der Monte-Carlo-Simulation auf Basis der Häufigkeitsverteilungen der Einzelrisiken durchgeführt. Ziel ist die Zusammenfassung der Einzelrisiken zu einer gesamtheitlichen Schadensverteilung über alle Risiken (Gesamtrisiko).

Die Aggregation von Einzelrisiken ist methodisch sehr schwierig. Wie bereits in Kapitel 3 umfassend beschrieben, stellt die Monte-Carlo-Simulation ein wirksames und bewährtes Verfahren im Rahmen der Risikoaggregation dar und soll im Folgenden anhand des praktischen Beispiels durch den weiteren Einsatz der Software @Risk Anwendung finden.

Durch eine Monte-Carlo-Simulation ist es möglich eine „repräsentative Stichprobe“ aller möglicher Risiko-Szenarien (Zukunftsszenarien) zu bestimmen und auszuwerten.

„Durch das Simulationsverfahren wird somit nicht nur die schwer lösbare Aufgabe der analytischen Aggregation einer Vielzahl unterschiedlicher Wahrscheinlichkeitsverteilungen durch eine mehrfache, beispielsweise 5000fache, aber numerisch einfache Aggregation von konkreten Ausprägungen der Wahrscheinlichkeitsverteilungen ersetzt. Aus den so ermittelten Realisationen für Betriebsergebnis, Gewinn vor Steuer und Cash-Flow ergeben sich aggregierte Verteilungen dieser Zielvariablen.“<sup>86</sup>

Mittels der Monte-Carlo-Simulation ist es des Weiteren möglich, Abhängigkeiten bzw. Korrelationen zwischen den Eingabevariablen abzubilden. Variablen können unabhängig oder abhängig sein. Es handelt sich um eine unabhängige Variable, wenn die Variable von keiner anderen Variablen im Modell beeinflusst wird. Es handelt sich dagegen um eine abhängige Variable, wenn die Variable vollständig, oder auch nur teilweise von einer oder mehreren anderen Variablen des Modells abhängt.

---

<sup>86</sup> Gleißner, Werner; Meier, Günther: Risikoaggregation mittels Monte-Carlo-Simulation, in: Versicherungswirtschaft Heft 13/1999, S. 927

Im Rahmen der empirischen Erhebung war es den Befragten nicht möglich, eine Aussage zu möglichen Abhängigkeiten zwischen Risiken zu machen. Es wurde lediglich von ihnen darauf hingewiesen, dass zwischen vereinzelt Risiken ein Zusammenhang bestehen könnte. Dieser Zusammenhang konnte von keinem Befragten quantifiziert werden. Es wurden keine Angaben zu Art, Richtung oder Höhe von Korrelationen (stark-schwach) gemacht.

Aufgrund des nicht ausreichenden empirischen Datenmaterials wird hier die Annahme der stochastischen Unabhängigkeit für alle betrachteten 18 Risiken bzw. Schadenshöhen und Eintrittswahrscheinlichkeiten getroffen.<sup>87</sup> Unter Berücksichtigung der Bewusstseins- und Erfahrungssituation der befragten Experten kann implizit unterstellt werden, dass die Wahrscheinlichkeitsangaben die Interdependenzen zwischen den Risiken berücksichtigen. Im Sinne der Theorie können die quantitativen Wahrscheinlichkeitswerte als bedingte Wahrscheinlichkeiten interpretiert werden.

Die Annahme der stochastischen Unabhängigkeit findet sich regelmäßig in der Fachliteratur. Adam erklärt in diesem Zusammenhang: die analytische Ableitung der gemeinsamen Häufigkeitsverteilung der Outputgrößen bereitet zudem fast unlösbare Probleme, wenn die Verteilungen der einzelnen Inputgrößen statistisch abhängig voneinander sind.<sup>88</sup> Des Weiteren führt er aus, dass, sofern Abhängigkeiten zwischen den Inputgrößen existieren, keine beliebigen Realisationen der Inputgrößen in Kombination auftreten können.<sup>89</sup>

Er stellt in diesem Zusammenhang folgendes fest: „Existieren zwischen den Ausprägungen verschiedener Inputgrößen stochastische Abhängigkeiten, müssen diese bei der Erzeugung alternativer Kombinationen von Inputgrößen berücksichtigt werden. Voraussetzung dafür ist die Kenntnis bedingter Eintrittswahrscheinlichkeiten. Entscheidungsträger sind unter Umständen überfordert, diese Verteilungen zu bestimmen.“<sup>90</sup>

Die Betrachtung von Abhängigkeiten, insbesondere im Zusammenhang mit der Aggregation von Risiken wird bisher noch unzureichend in der Literatur behandelt. Gesagt wird hierbei beispielsweise, dass „wechselseitige Abhängigkeiten zwi-

---

<sup>87</sup> Vgl. ausführliche Beschreibung der empirischen Erhebung in Kapitel 6.

<sup>88</sup> Vgl. Adam, Dietrich, *Planung und Entscheidung*, 4. Aufl. Wiesbaden 1996, S. 267

<sup>89</sup> Vgl. Adam, Dietrich, a.a.O., S. 269

<sup>90</sup> Adam Dietrich, a.a.O., S. 276

schen den Eintrittsursachen jeweiliger Risikoarten selbst“<sup>91</sup> z.B. bei Capital-at-Risk-Modellen, nicht berücksichtigt werden.

Als Argument wird folgendes angegeben, „(...) die in den Capital-at-Risk-Modellen bis dato konstatierende Vernachlässigung dieser formaler Risikoeffekte ist insbesondere darauf zurückzuführen, das eingehende empirische Untersuchungen hierzu erst in jüngerer Zeit durchgeführt wurden und auf die Zusammenhänge in der Vergangenheit nur rudimentär und in qualitativer Form hingewiesen wurde. Aber auch die neuen empirischen Untersuchungen beruhen gewöhnlich auf falschen und zu Fehlinterpretationen führenden Grundannahmen.“<sup>92</sup> Auch für den Bereich der Projektrisiken konnten keine ausreichenden umfassenden empirischen Erhebungen zur Verwendung in der vorliegenden Arbeit gefunden werden.<sup>93</sup>

Die Annahme der stochastischen Unabhängigkeit bringt einige Probleme mit sich, welche im Folgenden dargestellt werden:

Die Annahme der Unabhängigkeit der Risiken trifft nicht immer die Gegebenheiten der Realität. Oftmals können Abhängigkeiten bestehen, welche aber nicht ausreichend berücksichtigt werden.

Durch die Ignoranz von Abhängigkeiten können Risiken bzw. Schäden, welche erst eintreten, wenn ein anderer Schaden bereits eingetreten ist (bedingte Risiken) nicht abgebildet werden. Aber insbesondere Aussagen zu bedingten Abhängigkeiten bei Risiken können von vielen Verantwortlichen auf Grund fehlender Erfahrungen bei der Bewertung von Risiken nicht gemacht werden.

Mögliche bedingte abhängige Schäden können nicht vorausgesehen bzw. geschätzt und nicht mit möglichen realistischen Schadenshöhen belegt werden.

Nach der Stellungnahme des IDW<sup>94</sup> zum KonTraG (Gesetz zur Kontrolle und Transparenz im Unternehmen von 1998) - IDW PS 340 von 1999- wird gesagt:

„Die Risikoanalyse beinhaltet eine Beurteilung der Tragweite der erkannten Risiken in Bezug auf Eintrittswahrscheinlichkeit und quantitative Auswirkungen.“<sup>95</sup>

---

<sup>91</sup> Döhring, Jens: "Das Gesamtrisiko einer Bank unter besonderer Berücksichtigung formaler Risiko-verbundeffekte.", in Mitteilungen und Berichte des Instituts für Bankwirtschaft und Bankrecht an der Universität zu Köln, Abteilung Bankwirtschaft, 26. Jg. 1995, Heft 74, S. 49ff

<sup>92</sup> Döhring, Jens, a.a.O., S. 49ff

<sup>93</sup> Auf die Probleme bei der Durchführung der in Kapitel 6 beschriebenen empirischen Erhebung wurde ausführlich hingewiesen. Vgl. ausführliche Beschreibung der empirischen Erhebung in Kapitel 6. Das IDW ist das deutsche Institut der Wirtschaftsprüfer.

<sup>95</sup> Gleißner, Werner; Meier Günther: a.a.O., S. 926; desweiteren sei an dieser Stelle auf folgenden weiterführende Artikel verwiesen: Gleißner Werner: Die Aggregation von Risiken im Kontext der Unternehmensplanung, in: Zeitschrift für Controlling und Management, 48. JG, 2004, Heft 5; Gleiß-

Betrachtet man diese Vorgabe vom IDW, so muss gesagt werden, dass einem Teil dieser Vorgabe Rechnung getragen wird, indem in den weiteren Ausführungen eine Risikoaggregation durch den Einsatz der Methodik einer Monte-Carlo-Simulation durchgeführt wird. Allerdings kann auf der anderen Seite gesagt werden, dass es durchaus möglich ist, dass Effekte, welche erst durch bedingte Wahrscheinlichkeiten zum Tragen kommen, keine Berücksichtigung finden.

Alle genannten Effekte erfahren bei der in der vorliegenden Arbeit gemachten Annahme der stochastischen Unabhängigkeit keine Berücksichtigung. Allerdings ist es besser, die Korrelationen bei unsicherer diesbezüglicher Datenlage nicht zu berücksichtigen, als auf Basis von „schlecht“ geschätzten bzw. bewerteten Korrelationen gänzlich falsche Aussagen zu treffen.

Bei der Durchführung der Risikoanalyse mittels der Monte-Carlo-Simulation in @Risk können Korrelationsbeziehungen grundsätzlich berücksichtigt werden. Es werden jederzeit alle identifizierten Interdependenzbeziehungen abgebildet.

@Risk bietet die Möglichkeit Korrelationen zwischen Eingabeverteilungen in einer Matrix einzugeben. Die Korrelationskoeffizienten in @Risk können Werte zwischen -1 und 1 annehmen. Der Wert 0 kennzeichnet, dass die beiden Variablen nicht in Korrelation stehen bzw. unabhängig voneinander sind. Der Wert +1 zeigt die vollständig positive Korrelation zwischen zwei Variablen, d.h. sofern der für die eine Eingabe erhobene Wert „hoch“ ist, muss der Wert für die andere Eingabe ebenfalls „hoch“ sein. Der Wert -1 zeigt eine völlig entgegengesetzte Korrelation zwischen den beiden Variablen an, d.h. sofern der eine für die Eingabe erhobene Wert „hoch“ ist, muss der Wert für die andere Eingabe „niedrig“ sein.

Bei der Modellierung mit @Risk können Korrelationen für gemeinsam abhängige Verteilungen angegeben werden. Es kann des Weiteren abgebildet werden, dass eine Verteilung mit vielen anderen Verteilungen in Korrelation steht.

Die Korrelation von Eingabeverteilungen basiert in @Risk auf Rangkorrelationen, genauer, dem von C. Spearman entwickelten Rangkorrelations-Koeffizienten, bei welchem der Koeffizient unter Verwendung der Werte-Rangordnung und nicht der Werte selbst berechnet wird. Hierbei wird der Rang eines Wertes durch seine Position innerhalb des Min-Max-Bereiches der möglichen Variablenwerte bestimmt.

---

ner Werner: Investitionsrechnung und Performance-Management – Risiken gezielt erfassen, in CF – Controlling und Finance Newsletter, Heft 10/2004, S. 2-4

Wie bereits beschrieben, sind aufgrund der empirischen Erhebung die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Einzelrisiken nicht quantifizierbar. Es ist anzunehmen, dass die Experten die Abhängigkeiten unbewusst aufgrund kognitiver Zusammenhänge implizieren, mögliche Korrelationen werden somit explizit vorweggenommen.

Obwohl, wie aufgezeigt, im Rahmen der Monte-Carlo-Simulation die Bestimmung bzw. Hinterlegung von Korrelationskoeffizienten möglich ist, werden für den konkret vorliegenden Fall dieser Arbeit aufgrund der Ergebnisse der empirischen Erhebung keine Korrelationen angegeben.<sup>96</sup>

Aufgrund der dargestellten Argumentation soll an der Annahme der Unabhängigkeit aller 18 Risiken festgehalten werden.

Zur Generierung des Gesamtrisikos auf Grundlage der Ergebnisse der empirischen Erhebung wird die folgende Vorgehensweise angewandt:

Nachdem die unterschiedlichen Werte der Einzelrisiken aus den Fragebögen übernommen und in statistische Verteilungen übertragen wurden, erfolgt im nächsten Schritt die Aggregation des Gesamtrisikos. Hierfür bilden die Erwartungswerte der Einzelrisiken die Ausgangsbasis. Diese Erwartungswerte werden in eine @Risk-Summationsfunktion übertragen und anschließend wird eine Simulation für die Ermittlung des Gesamtrisikos durchgeführt. Der Simulation liegt die Methode der Monte-Carlo-Simulation zugrunde.

Auf diese Weise ist es möglich, mit Hilfe der Monte-Carlo-Simulation ein Gesamtrisiko zu formulieren. Diese Methode wurde bereits ausführlich in dem Abschnitt 3.4 dargestellt. Sie wird bei der folgenden Modellierung verwendet, um das Gesamtrisiko auf Grundlage der Einzelrisiken unter wahrscheinlichkeitstheoretischen Gesichtspunkten zu modellieren. Somit kann der wahrscheinlichkeitstheoretisch geprägten Modellierung eines Gesamtrisikos Rechnung getragen werden.

Die mathematische Vorschrift für die Ermittlung des Gesamtrisikos wird über die Erwartungswerte bzw. Mittelwerte der einzelnen mit @Risk dargestellten Verteilungen definiert. Als Output wird das Gesamtrisiko ohne Maßnahmen festgelegt.

Das Ergebnis der Aggregation der Einzelrisiken zu einem Gesamtrisiko durch Anwendung einer Monte-Carlo-Simulation stellt das Histogramm bzw. die Summen-

---

<sup>96</sup> Vgl. ausführliche Beschreibung dieser Problematik in Kapitel 6

häufigkeitskurve des Gesamtrisikos dar. Als Ausgabevariable wird der Erwartungs- bzw. Mittelwert berechnet.<sup>97</sup>

#### 7.2.4 Ergebnisauswertung

Nachdem die Monte Carlo Simulation mit @Risk durchgeführt wurde, werden in diesem Kapitel die Ergebnisse der Simulation dargestellt und ausgewertet. Für die Auswertung der Ergebnisse mit @Risk stehen verschiedene Ergebnistypen zur Verfügung.

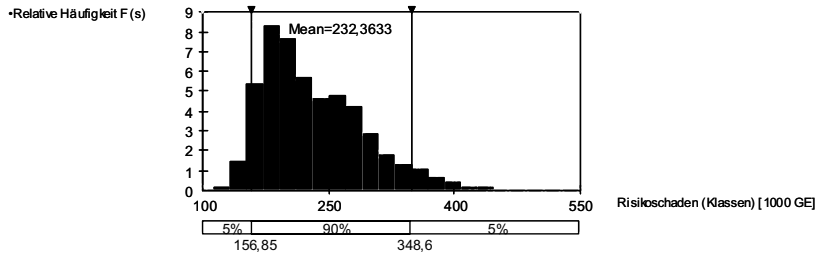
Die Grundlage hierfür bildet ein in @Risk generierter Kurzbericht, welcher wesentliche Darstellungen der Ergebnisse und statistische Übersichten in Form von Tabellen enthält. Die @Risk-Simulationsergebnisse können durch Häufigkeitsverteilungen der möglichen Ausgabevariablenwerte, Summenwahrscheinlichkeitskurven und Übersichtsdiagramme als graphische Auswertungsmöglichkeiten dargestellt werden.

Die ermittelten Simulationsergebnisse schließen Statistiken und Datenberichte für die Eingabe- und Ausgabevariablen ein.

Des Weiteren beinhaltet die Ergebnisdarstellung den kalkulierten Minimal- und Maximalwert, den Erwartungswert bzw. Mittelwert, die Standardabweichung und die Perzentilen. Zusätzlich ist ebenfalls eine Anzeige der durchgeführten Iterationen möglich, bei welcher alle erhobenen Eingabewerte und berechneten Ausgabewerte dargestellt werden.

---

<sup>97</sup> Eine detaillierte Erläuterung der Ergebnisauswertung und -darstellung erfolgt im nächsten Abschnitt. Um die Simulation mit der Methode der Monte-Carlo-Simulation durchzuführen, wurde in den "Simulation Settings" im Bereich "Sampling" bei der Eigenschaft „Sampling Type“ und bei den „Standard Recalc“ die Option „Monte Carlo“ ausgewählt. Bei allen anderen Simulation Settings wurden die Standardwerte beibehalten.



**Abbildung 24:** Histogramm Gesamtrisiko ohne Maßnahmen

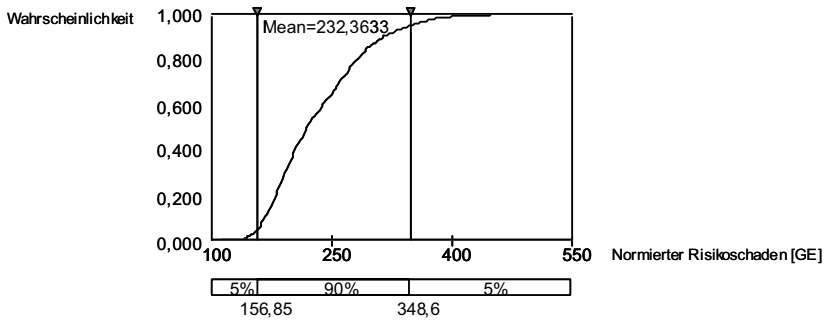
Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Die obige Abbildung stellt das Histogramm der Risikoschäden des Gesamtrisikos als Ergebnis der Monte-Carlo-Simulation dar. Unter Verwendung der Methode der Monte-Carlo-Simulation wurde das Gesamtrisiko auf Basis der im Rahmen der empirischen Erhebung ermittelten Daten der Einzelrisiken aggregiert. Das Histogramm veranschaulicht die Häufigkeitsverteilung, welche die einzelnen Ausprägungen eines qualitativen Merkmals und die zugehörigen Häufigkeiten darstellt. Auf der Abszisse sind die Risikoschäden abgetragen, welche von @Risk automatisch in geeignete Klassen eingeteilt wurden. Auf der Ordinate finden sich die Häufigkeiten der Schadensklassen in Prozent.

Es wurde eine Monte-Carlo-Simulation (Sampling Type) mit 10000 Iterationen durchgeführt. Die Laufzeit der Simulation betrug 24 Sekunden. Der gesamte Risikoschaden umfasst Schadenshöhen von 113,00 [GE] (Minimum) bis 546,90 [GE] (Maximum), welche unterschiedlich verteilt sind. Der Mittelwert liegt bei 232,36 [GE].

In der Auswertung liegt eine Standardabweichung von 59,93 [GE] vor. Dies bedeutet, dass die Einzelwerte durchschnittlich um 59,93 [GE] vom Mittelwert entfernt liegen. Im vorliegenden Fall liegt das 90%-Konfidenzintervall zwischen 156,85 [GE] und 348,6 [GE]. Der Mittelwert der Grundgesamtheit ist mit einer hohen Sicherheit innerhalb des genannten Bereichs zu erwarten.





**Abbildung 25:** Summenhäufigkeitskurve Gesamtrisiko ohne Maßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Die obige Abbildung 25 stellt die ermittelte Summenhäufigkeitskurve der Risikoschäden des Gesamtrisikos dar.

Bei Summenhäufigkeitskurven werden die Daten in Form von (S,w)-Paaren angegeben, wobei jedes Paar einen S-Wert und die Summenwahrscheinlichkeit w besitzt, um die Höhe (Verteilung) der Summenwahrscheinlichkeitskurve an der Position des S-Wertes anzugeben. Durch w wird die Auftretenswahrscheinlichkeit eines Wertes dargestellt, der kleiner als oder gleich dem entsprechenden Wert S ist.

Anhand der Abbildung bekommt man bspw. Informationen darüber, wie viel Prozent der Projekte einen Risikoschaden von maximal 250 [GE] haben. Für diese Information werden alle Häufigkeiten für alle Klassen bis zu 250 [GE] aufsummiert, so dass sich die Summenhäufigkeit ergibt. Es kann dann festgestellt werden, dass in 60% aller Fälle eine Schadenshöhe von höchstens 250 [GE] eintritt. Ein Risikoschaden von 0 [GE] ist bei der aktuellen Risikosituation nicht möglich.

## **8 Entwicklung und Umsetzung eines Optimierungsmodells zur Risikoprävention**

### **8.1 Begriff des Modells**

In den folgenden Abschnitten wird ein mathematisches Modell zur Bestimmung der kostenoptimalen Maßnahmenkombination für die Risikoprävention entwickelt.

Dabei wird davon ausgegangen, dass sich die Wirkung der Maßnahmen durch eine Reduzierung der monetären Schadenshöhe in den einzelnen Risikoklassen messen und quantifizieren lässt. Die in Geldeinheiten bestimmte Schadenswirkung wird entsprechend des versicherungstechnischen Ansatzes aus der maximalen Schadenssumme und der mit dem Risiko verbundenen Eintrittswahrscheinlichkeit berechnet. Anhand der ausgeführten Rechenbeispiele lässt sich die Praktikabilität des Ansatzes aufzeigen.

Generell wird die Modellbildung in zahlreichen Wissenschaften verwendet. Modelle werden zur Problemlösung benutzt, sofern Durchführungen am Original nicht möglich oder zu aufwändig sind. Im vorliegenden Fall wird ein (Diagnose-) Modell zur Auswahl der Risikopräventionsmaßnahmen hergeleitet.

### **8.2 Entwicklung des mathematischen Modells**

Das mathematische Modell wird auf der Grundlage der gemischt-ganzzahligen linearen Optimierung entwickelt, wobei binär ganzzahlige Variablen zur Steuerung der Maßnahmen für die Risikoprävention erforderlich sind.

Sowohl die Zielfunktion als auch die Nebenbedingungen des Modells zeichnen sich durch lineare Funktionen aus, so dass das Verfahren der linearen Optimierung in besonderem Maße geeignet ist, die sachlich-logischen Zusammenhänge der Risikoprävention unter der Zielsetzung der Kostenminimierung mathematisch abzubilden.

#### *8.2.1 Indexmengen des Modells*

Die Indexmengen definieren die strukturellen Merkmale des Modells, indem sie als Schlüsselattribute die relevanten Tatbestände der realen Planungssituation bezeichnen.

Zunächst sind die Maßnahmen zur Risikoprävention zu betrachten; sie können einzeln oder in Kombination die Schadenshöhe eines Projektrisikos reduzieren. Die Wirkung einer Maßnahme wird als Einzelnutzen oder als Kombinationsnutzen quantifiziert je nach dem, ob eine Maßnahme einzeln oder in Kombination mit anderen Maßnahmen Wirkung entfaltet. Schließlich ist auch noch der Fall zu betrachten, dass eine Maßnahme zugleich auf mehrere Risiken und deren Schadenshöhen gleichzeitig einwirkt; in diesem Fall wird von einem Mehrfachnutzen der Maßnahme gesprochen.

Aufgrund der logischen Zusammenhänge zwischen Maßnahmen einerseits und Einzelnutzen bzw. Kombinationsnutzen oder Mehrfachnutzen andererseits existieren relationale Beziehungen zwischen der Indexmenge der Maßnahmen und den Indexmengen der verschiedenen Nutzenwirkungen. Anhand der Tabelle 27 in Abschnitt 6.4.3 wird exemplarisch der Zusammenhang zwischen den Indexmengen aufgezeigt. Die Tabellenzeilen bezeichnen die betrachteten 56 Maßnahmen, während die Spaltenanordnung zum einen die im Rahmen der Arbeit untersuchten 18 Risiken enthält und zum anderen die jeweils unterstellten Koinzidenzen zur Menge der Einzelnutzen, Kombinationsnutzen bzw. Mehrfachnutzen.

Für die Modellformulierung gelten die folgenden Indexmengen:

$i \in \{1, \dots, i, \dots, i_{\max}\}$	Maßnahmen zur Risikoprävention
$r \in \{1, \dots, r, \dots, r_{\max}\}$	Einzelrisiken eines Projektes
$z \in \{1, \dots, z, \dots, z_{\max}\}$	Einzelnutzen
$q \in \{1, \dots, q, \dots, q_{\max}\}$	Kombinationsnutzen
$h \in \{1, \dots, h, \dots, h_{\max}\}$	Mehrfachnutzen

Im Hinblick auf die relationalen Beziehungen gilt für die Indexmengen und die Mengen aus Indexkombinationen:

$$\{rz\} \subset \{r\} \times \{z\}$$

$$\{rq\} \subset \{r\} \times \{q\}$$

$$\{rh\} \subset \{r\} \times \{h\}$$

Dabei ist zu berücksichtigen, dass Maßnahmen sich in ihrer Wirkung derart überlagern können, dass die Schadenshöhe eines Einzelrisikos durch einfache und kombinierte Maßnahmenwirkungen zugleich reduziert werden kann.

Die sachlogische Beziehung zwischen Maßnahmen der Risikoprävention und ihren Nutzenwirkungen wird durch die entsprechende Kombination der Indexmengen  $\{i\}$  und der Indexmengen  $\{rz\}$ ,  $\{rq\}$  bzw.  $\{rh\}$  bestimmt. In diesem Zusammenhang entstehen Indexkombinationen mit den Indexmengen  $\{irz\}$ ,  $\{irq\}$  bzw.  $\{irh\}$ . Die jeweils für die genannten Mengen relevanten Zuordnungen der Maßnahmen  $i$  und den Nutzenwirkungen werden durch die Elementeigenschaften

$$\langle irz \rangle \neq 0,$$

$$\langle irq \rangle \neq 0, \text{ bzw. } \langle irh \rangle \neq 0$$

definitionsgemäß bezeichnet.<sup>98</sup>

### 8.2.2 Variable und Parameter des Modells

Zentrale Entscheidungsvariable des Modells ist die Binärvariable  $u_i$ ; sie gibt an ob eine Maßnahme realisiert werden soll oder nicht.

Die Nutzenwirkungen, die von einer Maßnahme ausgehen können, werden mithilfe der binären Indikatorvariablen  $v_{rz}$ ,  $w_{rq}$  und  $y_{rh}$  formuliert. Die Kopplung dieser Indikatorvariablen mit den binären Entscheidungsvariablen  $u_i$  erfolgt anhand von Definitionsbedingungen, die im System der Nebenbedingungen des Modells enthalten sind.

Wegen der Bindung der Indikatorvariablen an die Optimierungsrichtung in der Zielfunktion des Modells können diese Variablen als kontinuierliche Variable im Intervall zwischen 0 und 1.0 definiert werden.

Im Einzelnen gelten folgende Definitionen:

$$u_i = \begin{cases} 1, & \text{falls Maßnahme } i \text{ realisiert wird} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$$

<sup>98</sup> Vgl. dazu Tabelle in Abschnitt 6.4.3

$$v_{rz} = \begin{cases} 1, & \text{falls für das Einzelrisiko } r \text{ ein Einzelnutzen } z \text{ entsteht} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$$

$$w_{rq} = \begin{cases} 1, & \text{falls für das Einzelrisiko } r \text{ ein Kombinationsnutzen } q \text{ entsteht} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$$

$$y_{rh} = \begin{cases} 1, & \text{falls für das Einzelrisiko } r \text{ ein Mehrfachnutzen } h \text{ entsteht} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$$

Die Parameter des Modells umfassen zunächst die Kosten  $C_i$  für die Realisierung der Maßnahmen zur Risikoprävention; sodann sind die Nutzenwirkungen mithilfe der Koeffizienten  $N_{rz}$ ,  $K_{rq}$  und  $M_{rh}$  zu formulieren.

Schließlich ist mithilfe der Budgetgrenze  $B$  festzulegen, welches Kostenvolumen für ein Maßnahmenbündel vorgesehen werden soll.

Im Einzelnen gilt:

$C_i [GE]$	Kosten der Maßnahme $i$
$N_{rz} [GE]$	Einzelnutzen $z$ für das Risiko $r$
$K_{rq} [GE]$	Kombinationsnutzen $q$ für das Risiko $r$
$M_{rh} [GE]$	Mehrfachnutzen $h$ für das Risiko $r$
$B [GE]$	Kostenvolumen für das Maßnahmenbündel

### 8.2.3 Zielfunktion und Nebenbedingungen

Die Zielfunktion maximiert die Differenz zwischen der Summe der Nutzenwirkungen und dem Kostenvolumen der Nutzen stiftenden Maßnahmen. Dementsprechend gilt:

Zielfunktion:

$$\sum_{rz} v_{rz} N_{rz} + \sum_{rq} w_{rq} K_{rq} + \sum_{rh} y_{rh} M_{rh} - \sum_i u_i C_i \rightarrow \text{Maximum}$$

Die Nebenbedingungen umfassen die Budgetrestriktion und eine Bedingung zur Steuerung des Niveaus der Nutzenbeiträge gemessen am Kostenvolumen des Maßnahmenbudgets.

Zusätzlich sind Definitionsbedingungen für die Festlegung der verschiedenen Nutzenwirkungen von einzelnen Maßnahmen erforderlich.

Zunächst gilt für das Maßnahmenbudget folgende Beschränkung;  
Budgetgrenze:

$$\sum_i u_i C_i \leq B$$

Zur Steuerung des Nutzenniveaus kann eine Untergrenze vorgegeben werden;  
Nutzenniveau:

$$\sum_r \left( \sum_z v_{rz} N_{rz} + \sum_q w_{rq} K_{rq} + \sum_h y_{rh} M_{rh} \right) \geq \alpha B$$

wobei für  $\alpha$  das Intervall  $0 \leq \alpha \leq 1.0$  zu beachten ist. Dabei wird unterstellt, dass die Nutzenwirkung einer Maßnahme i.d.R. größer ist als deren Kosten.

Die Indikatorvariablen werden mithilfe der Definitionsbedingungen derart mit der Entscheidungsvariable  $u_i$  verknüpft, dass eine Nutzenwirkung nur dann eintreten kann, wenn die korrespondierende Maßnahmenvariable den Wert 1 annimmt. Dementsprechend gilt:

Definition des Einzelnutzens

$$v_{rz} \leq u_i; \quad \forall rz \mid \langle irz \rangle \neq 0$$

Definition des Kombinationsnutzens:

$$w_{rq} \leq u_i; \quad \forall rq \mid \langle irq \rangle \neq 0$$

$$w_{rq} \leq u_{j \neq i}; \quad \forall rq \mid \langle jrq \rangle \neq 0, j \in \{i\}$$

....

....

$$w_{rq} \leq u_{l \neq i}; \quad \forall rq \mid \langle lrq \rangle \neq 0, l \in \{i\}$$

Dabei symbolisieren die Indizes i, j bzw. l jene Maßnahmen, die gleichzeitig in Kombination realisiert werden müssen, um den Nutzen  $K_{rq}$  zu erzeugen.

Definition des Mehrfachnutzens:

$$y_{rh} \leq u_i; \quad \forall rh | : \langle irh \rangle \neq 0$$

...

...

$$y_{k \neq r, rh} \leq u_i; \quad \forall kh | : \langle irk \rangle \neq 0, k \in \{r\}$$

Dabei symbolisieren die Indizes r bzw. k jene mehrfachen Nutzenwirkungen, die durch eine Maßnahme i hervorgerufen werden.

Für die Variablen gilt ergänzend:

$u_i$  = Binärvariable

$0 \leq v_{rz} \leq 1.0$  kontinuierliche Variable (Indikatorvariable)

$0 \leq w_{rq} \leq 1.0$  kontinuierliche Variable (Indikatorvariable)

$0 \leq y_{rh} \leq 1.0$  kontinuierliche Variable (Indikatorvariable)

Damit wird deutlich, dass die kombinatorische Wirkung auf die rechentechnische Lösbarkeit des Modells durch die vergleichsweise kleine Anzahl der Präventivmaßnahmen begrenzt wird. Eine Prognose hinsichtlich der numerischen Beherrschbarkeit des Modells im praktischen Einsatz ist deshalb als günstig zu bezeichnen.

#### 8.2.4 Implementierung des Modells

Zur Durchführung von exemplarischen Rechenbeispielen wird das computergestützte Optimierungssystem LINGO eingesetzt. Dieses Softwaresystem umfasst einen Modellgenerator, dem mithilfe einer Beschreibungssprache die Spezifikation des mathematischen Modells mitgeteilt wird. Sobald das numerische Modell erzeugt ist, kann der Solver eingesetzt werden, der unter Verwendung der bekannten Methoden der linearen Optimierung das vorgegebene Planungsproblem lösen kann.

### 8.3 Umsetzung des Modells in der Software LINGO

Nachdem im vorangegangenen Abschnitt die Bedeutung des LP-Modells für das Präventivverfahren formal beschrieben wurde, enthält dieser Abschnitt nun eine Erläuterung der software-technischen Umsetzung (Programmierung) der mathematischen Modellierung. Zunächst wird eine kurze Einführung zu der Software Lingo gegeben, um daran anschließend die Umsetzung des Modells in Lingo zu beschreiben.

Abschließend wird die durch den Einsatz von Lingo generierte optimale Lösung des Modells dargestellt.

#### 8.3.1 Computergestützte Optimierung mit Hilfe von LINGO

Lingo, ein Produkt der Firma Lindo, ist eine mathematische Modellierungssprache, welche eine Umgebung bereitstellt, in welcher große mathematische Modelle formuliert, gelöst und analysiert werden können. Die Software ist in zahlreichen Bereichen der Betriebswirtschaft einsetzbar, wie z.B. Produktion, Vertrieb, Marketing oder Finanzen.

Lingo wird hauptsächlich für Aufgaben der Optimierung verwendet. Optimierungen helfen bei einer Vielzahl von Problemen die passende Antwort zu finden, wie z.B. das optimale Ergebnis, den höchsten Gewinn oder Output oder die geringsten Kosten. Oftmals beinhalten diese Probleme die Frage nach dem effizientesten Einsatz zur Verfügung stehender Ressourcen wie z.B. Budget, Zeit Maschinen, Personal oder Vorräte. Optimierungsprobleme werden häufig als linear oder nicht linear klassifiziert, abhängig davon, ob die Verbindungen innerhalb des Problems linear in Bezug auf die Variablen sind.

Lingo ist eine nicht-prozedurale Software, was bedeutet, dass in Lingo ein Modell programmiert und das Optimierungsergebnis lediglich dargestellt wird. Der Lösungsweg, das „wie“, wird durch die Software Lingo selber gefunden und nicht explizit ausgewiesen.

Lingo enthält vier Solver (direkter Solver, linearer Solver, nicht-linearer Solver und Branch-and-Bound Manager), um unterschiedliche Modelltypen effizient zu bearbeiten.



Die Beziehungen in einem Modell beeinflussen die Berechnungszeit, die von Lingo benutzte Lösungsmethode und die Antwortart, welche zurückgegeben wird.<sup>99</sup>

Im vorliegenden Fall liegt ein gemischt-binär-ganzzahliges Modell vor, das einen verhältnismäßig hohen Anteil an Binärvariablen enthält.

### *8.3.2 Darstellung und Erläuterung des Ausgangsmodells*

Nachdem in den bisherigen Abschnitten des Kapitels 8 das analytische Modell ausführlich beschrieben wurde, wird nun die programmtechnische Umsetzung in Lingo dargestellt. Hierbei ist die Modellierungssprache von Lingo zu berücksichtigen, welche bei der Modellierung angewandt werden muss. Bei dem folgenden Modell handelt es sich um eine lineare Optimierung.

Neben den bereits bei der Darstellung des analytischen Modells beschriebenen Annahmen (vorangehender Abschnitt), werden der Modellierung des Weiteren die folgenden Annahmen und Voraussetzungen zugrunde gelegt:

- Es werden nur positive Kombinationsnutzen betrachtet. Im Rahmen der empirischen Erhebung wurden, wie bereits in Kapitel 6 erläutert, einige Kombinationsnutzen identifiziert. Bei diesen Kombinationsnutzen handelt es sich allerdings lediglich um positive Nutzen. Über negative Nutzen (eine Kombination von einzelnen Maßnahmen hat auf ein Risiko eine positive Wirkung, auf der anderen Seite allerdings eine negative Wirkung auf ein anderes Risiko) liegen keine Aussagen vor, so dass dieser Zusammenhang in der Modellierung nicht betrachtet wird.
- Unterstellung des in Kapitel 6 dargestellten Normprojekts mit normierten Größen.
- Sofern von einer Risikominderung gesprochen wird, handelt es sich immer um eine Minderung der Schadenshöhe. Minderungen der Eintrittswahrscheinlichkeiten werden nicht betrachtet. Es wird hierbei auf den versicherungsmathematischen Ansatz der Risikobetrachtung zurückgegriffen. Es stehen die Veränderungen der Schadenshöhen im Mittelpunkt der Betrachtungen. Die zentrale Frage ist an dieser Stelle: Wie wird durch eine ausgewählte Maßnahme eine mögliche oder tatsächliche Schadenshöhe in [GE] gemindert?

Zusätzlich müssen die folgenden Voraussetzungen für die Modellierung in Lingo erfüllt sein:

---

<sup>99</sup> In der vorliegenden Arbeit soll keine weitergehende Erläuterung der Funktionalitäten von Lingo dargestellt werden; hierzu sei auf die einschlägige Literatur verwiesen: LINDO Systems: Lingo user's guide, Chicago 1998

- Um eine optimale Auswahl geeigneter, risikominimierender Maßnahmen treffen zu können, müssen mögliche Gegenmaßnahmen bekannt, die Wirkungen der Maßnahmen erprobt sein und für den konkreten Fall angegeben werden können. Generell ist dies eine schwierige Voraussetzung im Zusammenhang mit Projekten. Projekte sind durch ihre Einmaligkeit gekennzeichnet, was bedeutet, dass die gestellte Aufgabe in der vorliegenden Form noch nie in dem betroffenen Unternehmen durchgeführt wurde. Hierdurch sind die ausgewählten Maßnahmen oft nicht vollständig in ihrer Wirkung für den konkreten Fall verprobt. Es ist allerdings möglich die Wirkung von gewählten Maßnahmen, welche ggf. bereits für andere, ähnlich geartete Aufgaben durchgeführt wurden, zu adaptieren. Des Weiteren haben zahlreiche Projektmitarbeiter häufig langjährige Erfahrungen in den Themengebieten der Projekte und können aufgrund ihres Erfahrungshorizonts sehr hilfreiche Einschätzungen geben bzw. mögliche Konsequenzen bereits im Vorwege abschätzen. Zudem ist es möglich, Erfahrungswerte anderer Projekte mit demselben thematischen Inhalt, ggf. in der gleichen Branche, zu nutzen oder ausgewiesene Projektextperten zu nutzen.

Unter Rückgriff auf diese Hilfsmittel ist es möglich, die Maßnahmen bzgl. ihrer Wirkung für den konkreten Fall ausreichend einzuschätzen.

- Eine weitere wesentliche Voraussetzung besteht darin, dass die gewählten Maßnahmen mit dem geplanten Maßnahmenbudget realisierbar sein müssen. Werden für die lineare Optimierung Maßnahmen ausgewählt, welche mit dem verfügbaren Maßnahmenbudget *nicht* durchführbar sind, hilft auch die gewählte Methodik bei der Auswahl geeigneter Maßnahmen nicht. Im Rahmen der linearen Optimierung müssen deshalb Maßnahmen ausgewählt werden, welche mit dem geplanten Maßnahmenbudget realisierbar sind. Bei der empirischen Untersuchung überstieg keine der Einzelmaßnahmen das verfügbare Maßnahmenbudget, so dass diese Problematik in den folgenden Ausführungen keine weitere Relevanz hat.
- Abschließend wird vorausgesetzt, dass alle Maßnahmen die angegeben Wirkung bzw. den angegebenen Nutzen erzielen. Diese Voraussetzung ist in der Realität nicht immer haltbar, da aufgrund sich verändernden Bedingungen am Markt, oder Änderungen bei den Rahmenbedingungen, durchaus Veränderungen bei den Wirkungen der Maßnahmen ergeben können.

Die in Kapitel 6 dargestellten Ergebnisse der empirischen Erhebung bilden die Grundlage für die folgende Modellierung in Lingo.<sup>100</sup> Nachfolgend wird die Programmierung in Lingo dargestellt und erläutert:

Sets:

Massnahmen/1..56/:i,p;

Risiko/1..18/:r,d;

Einzelnutzen/1..51/:z;

Kombinutzen/1..7/:q;

Mehrfachnutzen/1..5/:h;

Einzelnutzeneffekt(Risiko,Einzelnutzen):v,N,A;

Kombinutzeneffekt(Risiko,Kombinutzen):w,K;

Mehrfachnutzeneffekt(Risiko,Mehrfachnutzen):y,M;

MehrfachNVorgabe(Massnahmen,Risiko):G;

KombiVorgabe(Risiko,Massnahmen): F,J;

Massnahmenkosten(Massnahmen):u,C;

## ENDSETS

Da im Rahmen der Modellierung nicht nur skalare Größen verwendet werden, sind zunächst (Index-) Mengen zu definieren. Hierdurch wird sichergestellt, dass im Modell nicht nur einzelne Variablen, sondern auch Gruppen von Variablen angesprochen werden können. Lingo verwendet diese Mengen intern, um Speicherplätze für Variablen vorzusehen. Dadurch erklärt sich der Aufbau der „Sets-Section“, in welcher zunächst den jeweils unabhängigen Indexmengen ein Name gegeben und anschließend der Definitionsbereich der Mengen näher beschrieben wird. Daran anschließend werden Attribute für die Mengen definiert, sofern diese vorhanden sind. Unter Attributen versteht man diejenigen Daten- und Variablennamen, die über dieser Menge definiert sind.<sup>101</sup>

Die generelle Syntax lautet:

SETS:

name/definitionsbereich/[attribut1,...];

---

<sup>100</sup> Siehe auch ausführliche Darstellung der Lingo-Modelle und Lösungen im Anhang unter 4-9

<sup>101</sup> Vgl. Dethloff, Jan: Lingo Kurzreferenz, Arbeitspapier Nr. 30, 13.05.1992, S. 6

## ENDSETS

Für das vorliegende Modell wurden die Mengen Massnahmen (i, p), Risiko (r,d), Einzelnutzen (z), Kombi­nutzen (q) und Mehrfachnutzen (h) definiert. Der Definitions­bereich bei den Maßnahmen beinhaltet alle 56 möglichen, im Modell vorkommenden und in der empirischen Erhebung zu bewertenden Maßnahmen.

Die Menge „Risiko“ beinhaltet im Definitionsbereich alle 18 Risiken, die bei der Modellierungen, und ebenfalls im Rahmen der empirischen Erhebung verwendet wurden.

Die Definitions­menge der Einzelnutzen beinhaltet alle möglichen Einzel­nutzen­effekte (51) für welche gilt, dass eine Maßnahme auf ein Risiko risikominimierend wirkt und welche im Rahmen der empirischen Erhebung von den Befragten bewertet wurden.

Die Definitions­menge Kombi­nutzen beinhaltet alle 7 möglichen Kombi­nutzen welche durch die Ergebnisse der empirischen Erhebung erhoben und bewertet wurden.

Ein Kombinationsnutzen zeichnet sich durch eine Kombination von mehreren Maßnahmen aus. Durch den gemeinsamen Einsatz aller Maßnahmen entsteht ein zusätzlicher, über die Einzelnutzen bzw. Mehrfachnutzen hinausgehender Nutzen, welchem keine weiteren Kosten gegenüberstehen. Sowohl Einfachnutzen als auch Mehrfachnutzen können Teil des Kombinationsnutzens sein.

Ein Mehrfachnutzen ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Maßnahme auf mehrere Risiken wirken kann.<sup>102</sup> Die Definitions­menge Kombi­nutzen beinhaltet insgesamt 5 Elemente.

In Lingo ist die Definition von abhängigen Mengen möglich. Abhängige Mengen sind solche Mengen, welche sich auf Basis unabhängiger und anderen abhängiger Mengen definieren lassen. Der Definitionsbereich wird durch unabhängige Mengen ausgedrückt. Zusätzlich können Bedingungen für die Auswahl der Elemente aus den verwendeten unabhängigen Mengen oder explizit Elemente in einer Liste vorgegeben werden. Dadurch werden nicht existierende Indexkombinationen ausgeschlossen, was eine Einsparung von Speicherplatz bedeutet. Des Weiteren sind bei späteren Summationen keine zusätzlichen Bedingungen einzuführen.

---

<sup>102</sup> Zur detaillierten Beschreibung der einzelnen Nutzeneffekte (Einzel-, Kombi- und Mehrfachnutzen) sei auf Kapitel 6 verwiesen.

Die allgemeine Syntax für abgeleitete Mengen lässt sich wie folgt darstellen:

Name(menge1 [,menge2,...]) [\bedingung oder /liste/] :[attribut1,...];<sup>103</sup>

Für die konkrete Umsetzung im Modell ergibt sich:

Einzelnutzeneffekt(Risiko,Einzelnutzen):v,N,A;

Kombinutzeneffekt(Risiko,Kombinutzen):w,K;

Mehrfachnutzeneffekt(Risiko,Mehrfachnutzen):y,M;

MehrfachNVorgabe(Massnahmen,Risiko):G;

KombiVorgabe(Risiko,Massnahmen): F,J;

Massnahmenkosten(Massnahmen):u,C;

Im vorliegenden Modell werden die abgeleiteten Mengen Einzelnutzeneffekt, Kombi-nutzeneffekt, Mehrfachnutzeneffekt, MehrfachNVorgabe, KombiVorgabe und Mass-nahmenkosten verwendet.

Der Einzelnutzeneffekt hängt von den Risiken und den Einzelnutzen ab und es liegen vorgegebene Nutzenwerte vor; diese Daten werden mit N bzw. A bezeichnet. Für die abgeleitete Menge wird zusätzlich die Variable v eingeführt.

Ähnlich ist der Aufbau der abgeleiteten Menge Kombinutzeneffekt. Dieser hängt ebenfalls von den Risiken und den Kombinutzen ab und stellt vorgegebene Kombinutzenwerte dar; diese Daten werden mit K bezeichnet. Es wird zusätzlich die Variable w eingeführt.

Bei der nächsten abgeleiteten Menge handelt es sich um den Mehrfachnutzen-effekt. Der Mehrfachnutzeneffekt ist abhängig von den einzelnen Risiken und den definierten Mehrfachnutzen und wird mit M bezeichnet. Für die abgeleitete Menge M wird des Weiteren die Variable y eingeführt.

Ergänzend werden noch die abgeleiteten Mengen MehrfachNVorgabe (G) und KombiVorgabe (F,J) eingeführt, welche Hilfsmatrizen für die mathematische Optimierung in LINGO darstellen und jeweils Maßnahmen–Risiko-Mengen beschreiben.

Abschließend wird in der Sets Section noch die abgeleitete Menge der Maß-nahmenkosten definiert. Diese Menge ist nur von den einzelnen Maßnahmen abhän-gig und wird mit C bezeichnet. Für die abgeleitete Menge C wird zusätzlich die Vari-able u eingeführt.

Abgeschlossen wird der Bereich der Definition durch den Befehl ENDSETS.

---

<sup>103</sup> Vgl. Dethloff, Jan, a.a.O., S. 7

Auf eine „Set-Section“ folgt i.d.R. eine „Data-Section“, in welcher den verschiedenen definierten Attributen der Mengen Werte zugeordnet werden. Die Attribute werden somit als Daten erkannt.

Die Syntax für eine „Data-Section“ lässt sich wie folgt darstellen:

DATA:

Attribut = datenliste;

ENDDATA

Die „Data-Section“ im vorliegenden Modell enthält Werte (in Form von Matrizen) für die Attribute N bzw. A = Einzelnutzeneffekt, K = Kombinitzeneffekt, M = Mehrfachnutzeneffekt, G = MehrfachNVorgabe, F bzw. J = Kombivorgabe, und C = Maßnahmenkosten. Diese Werte wurden auf Basis der bereits ausführlich beschriebenen empirischen Erhebung ermittelt und aggregiert.<sup>104</sup>

Zudem enthält die Data-Section einen Wert B, der das zur Verfügung stehende Maßnahmenbudget wiedergibt. Dieser stellt einen festen Wert dar, welcher auf Basis der empirischen Erhebung ermittelt wurde und direkt in das Modell übernommen wird, aber keiner Definition der Set-Section unterliegt.

Die DATA-Section befindet sich vollständig im Anhang unter Punkt 4.

### **Zielfunktion:**

$$\begin{aligned} \text{MAX} = & (@\text{SUM}(\text{Einzelnutzeneffekt}(r,z):N(r,z)*v(r,z)) + \\ & @\text{SUM}(\text{Kombinitzeneffekt}(r,q):K(r,q)*w(r,q)) + \\ & @\text{SUM}(\text{Mehrfachnutzeneffekt}(r,h):M(r,h)*y(r,h)) - \\ & @\text{SUM}(\text{Massnahmenkosten}(i):C(i)*u(i))); \end{aligned}$$

Bei der Erläuterung der Gleichungen und Ungleichungen, welche das vorliegende Problem beschreiben, wird im Folgenden nur auf die im Modell relevanten lingospezifischen Funktionen und Ausdrücke eingegangen. Eine Erläuterung nicht verwendeter möglicher Lingo-Funktionen und Operatoren würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen.

Generell werden Gleichungen und Ungleichungen, die das zu modellierende Problem beschreiben, als Lingo-Funktionen aufgestellt. Alle Lingo-Funktionen beginnen mit einem @-Zeichen.

---

<sup>104</sup> Vgl. Kapitel 6

Die Zielfunktion beginnt mit Max = ausdruck, und veranlasst Lingo, den Ausdruck als zu maximierende Funktion aufzufassen. Der Ausdruck selber ist zusammengesetzt aus vier Mengen-Funktionen der Art: @SUM(name[bedingung]: ausdruck). Alle Mengen-Funktionen mit Ausnahme von @FOR berechnen genau einen Wert. Diese Mengen-Funktion liefert den Wert der Summe des Ausdrucks über der spezifizierten Menge.

Im konkreten Fall bedeutet das für die erste Mengen-Funktion den Wert der Summe über den Einzelnutzeneffekt multipliziert mit der Variablen v in Abhängigkeit von den Risiken r und den Einzelnutzen z. Für den zweiten konkreten Fall gilt der Wert der Summe über dem Kombinationsnutzeneffekt multipliziert mit der Variablen w in Abhängigkeit von den Risiken r und Kombi-nutzen q. Im dritten konkreten Fall betrifft dies die Summe über dem Mehrfachnutzeneffekt M multipliziert mit der Variablen y in Abhängigkeit von den Risiken r und dem Mehrfachnutzen h. Für den vierten Fall bedeutet dies schließlich den Wert der Summe über den Maßnahmenkosten C multipliziert mit der Variablen u in Abhängigkeit von den Maßnahmen i. Zu maximieren ist die Summe der drei zuvor genannten Mengen-Funktionen subtrahiert mit der vierten Mengen-Funktion.

### ***Nebenbedingungen:***

```
@FOR(Massnahmenkosten:@BIN(u));  
@FOR(Einzelnutzeneffekt:@BND(0,v,1));  
@FOR(Kombi-nutzeneffekt:@BND(0,w,1));  
@FOR(Mehrfachnutzeneffekt:@BND(0,y,1));
```

Die ersten vier Nebenbedingungen werden als Mengen-Funktion der Art @FOR(name[bedingung]:nebenbedingung) dargestellt. Eine @FOR-Mengen-Funktion generiert für jedes Element der Menge „Name“, das die optionale Bedingung erfüllt, eine Nebenbedingung. In den drei oben dargestellten Nebenbedingungen werden zudem Restriktions-Funktionen verwendet. Restriktions-Funktionen können in eine @FOR-Anweisung eingebunden und somit auf ganze Mengen angewendet werden. Im konkreten Fall wurde zum einen eine @BIN(X)-Restriktions-Funktion verwendet, welche u zur Binärvariablen deklariert. Zum anderen wurden drei @BND-Restriktions-Funktionen verwendet, welche die Variablen v, w und y jeweils als begrenzte Variablen mit den Grenzen 0 und 1 deklarieren.

$$@SUM(Massnahmenkosten(i):C(i)*u(i))<B;$$

Diese Nebenbedingung schränkt die oben bereits erläuterte Mengen-Funktion aus der Zielfunktion in der Form ein, dass der gesamte Ausdruck kleiner oder gleich dem gesamten zur Verfügung stehenden Budget (B) für die Durchführung von Maßnahmen zur Risikominderung sein soll.

$$@FOR(Einzelnutzeneffekt(r,z)| A(r,z)\#NE\#0:$$

$$v(r,z)<u(A(r,z)));$$

Die genannte Nebenbedingung besteht aus einer @FOR-Mengen-Funktion. Zudem werden weitere Bedingungen formuliert, denen die Nebenbedingung unterliegen muss. Bei der Modellierung mit Lingo werden für die Formulierung von Bedingungen Vergleichsoperatoren benutzt. Der hier eingesetzte Vergleichsoperator #NE# bedeutet "ungleich". Im konkreten Fall bedeutet die Nebenbedingung, dass für alle Elemente der Matrize A, abhängig von r und z ungleich 0, der Wert der Variable v (und damit der Wert des Einzelnutzens), abhängig von r und z, kleiner oder gleich dem Wert der Variablen u (abhängig von A(r,z)) sein soll.

Die inhaltliche Aussage dieser Nebenbedingung besteht darin, dass eine für die Minimierung eines Risikos eingesetzte Maßnahme für das Risiko einen Einzelnutzeneffekt hat.

$$@FOR(MehrfachNVorgabe(i,r)| G(i,r)\#NE\#0:$$

$$y(r,G(i,r))<u(i));$$

Die genannte Nebenbedingung besteht ebenfalls aus einer @FOR-Mengen-Funktion. Auch für diese Nebenbedingung werden weitere Bedingungen formuliert, denen sie unterliegen muss. Es findet ebenfalls eine Verwendung des Vergleichsoperators #NE# ("ungleich") statt.

Diese Nebenbedingung soll, ähnlich wie die vorherige Nebenbedingung auch, für alle G (abhängig von i und r) ungleich 0 Gültigkeit haben.



Die Aussage der Nebenbedingung ist, dass der Wert für alle  $y$  in Abhängigkeit von  $r$  und  $G(i,r)$  (und damit der Wert des Mehrfachnutzens) kleiner oder gleich dem Wert der Binärvariablen  $u$  sein soll.

Die inhaltliche Bedeutung dieser Aussage besagt, dass eine, für die Minimierung eines Risikos eingesetzte Maßnahme sowohl für das entsprechende Risiko einen Nutzeneffekt hat, als auch für andere Risiken. Die Maßnahmen haben somit alle einen Mehrfachnutzen.

@FOR(KombiVorgabe( $r,i$ )|  $F(r,i)$  #NE#0:

$$w(r,F(r,i)) < u(i);$$

Die allgemeine Form dieser Gruppe von Nebenbedingungen besteht ebenfalls aus einer @FOR-Mengen-Funktion. Auch hier werden weitere Bedingungen zugrunde gelegt, denen die Nebenbedingung unterliegen muss. Der Vergleichsoperator #NE# ("ungleich") findet auch in dieser Nebenbedingung Verwendung.

Der Wert für alle  $w$  in Abhängigkeit von  $r$  und  $F(r,i)$  (und damit der Wert des jeweiligen Kombinitzens) soll kleiner oder gleich dem Wert der Binärvariablen  $u$  sein.

Konkret wird durch die Nebenbedingung ausgedrückt, dass mehrere Maßnahmen gemeinsam einen Kombinationsnutzen haben können. Ein Kombinationsnutzen setzt voraus, dass die zugehörigen Einzelnutzen realisiert wurden. Ist diese Voraussetzung erfüllt, so kann ebenfalls der Kombinationsnutzen realisiert werden, welcher den vollständigen Einzelnutzen der einzelnen Maßnahmen sowie einen Zusatznutzen durch genau die Kombination der Maßnahmen ohne weitere Kosten hervorbringt.

END

Dieser Ausdruck stellt das Ende der Modellierung dar.

Die vollständige Darstellung des Ausgangsmodells findet sich im Anhang unter Punkt 4.

Neben dem Ausgangsmodell werden 2 weitere Modellvarianten behandelt, in welchen vor allem Änderungen, z.B. bzgl. der Höhe des verfügbaren Maßnahmenbudgets, vorgenommen werden.

Hintergrund für die Darstellung der Modellvarianten ist die Frage, wie sich das optimale Maßnahmebündel verändert, sobald eine Veränderung des verfügbaren

Maßnahmenbudgets vorgenommen wird. Der Zusammenhang zwischen sich änderndem Maßnahmenbudget und optimalem Maßnahmenbündel steht im Mittelpunkt der Betrachtung.

### *8.3.3 Erläuterung der Modellvariante 1*

Bei der Modellvariante 1 findet die im Ausgangsmodell beschriebene Budgetrestriktion keine Anwendung. Konkret bedeutet der Wegfall dieser Nebenbedingung, dass es für die Realisierung der Maßnahmen keine finanzielle Beschränkung gibt. Es können beliebig viele Maßnahmen zu Risikominimierung im Projektverlauf realisiert werden. Diese Annahme ist in der Realität wenig haltbar, da Projekte grundsätzlich durch eine festgelegte Budgetierung begrenzt sind. Dennoch wird diese Modellvariante im Rahmen der vorliegenden Arbeit berücksichtigt, um die Entwicklung von sich änderndem Maßnahmenbudget und optimalem Maßnahmenbündel umfassend zu untersuchen.

Die vollständige Darstellung der Modellvariante 1 findet sich im Anhang unter Punkt 5.

### *8.3.4 Erläuterung der Modellvariante 2*

Die Modellvariante 2 ist dadurch gekennzeichnet, dass anstelle des identifizierten Maßnahmenbudgets von 29,72 [GE], welches auf Basis der empirischen Erhebung identifiziert wurde, ein Maßnahmenbudget von 59 [GE] (doppelter Wert für Maßnahmenbudget) zugrunde gelegt wird. In der Modellvariante zwei wird untersucht, wie sich die Höhe des Budgets hinsichtlich der Auswahl der Präventivmaßnahmen auswirkt; deshalb wurde das Ausgangsbudget beispielhaft verdoppelt.

Nebenbedingung in Lingo:

$B=59$ ;

Dieser Wert wurde beispielhaft ausgewählt und stellt eine Verdopplung des ursprünglich ermittelten Maßnahmenbudgets dar.

Die vollständige Darstellung der Modellvariante 2 findet sich im Anhang unter Punkt 6.

## 8.4 Lösung des Ausgangsmodells und der Modellvarianten

### 8.4.1 Ausgangsmodell

Die folgende Tabelle zeigt das im Rahmen der linearen Optimierung ausgewählte optimale Maßnahmenbündel für das Ausgangsmodell. Die Zeilen der Tabelle stellen die Maßnahmen dar, die Spalten hingegen die Risiken. Sofern eine einzelne Maßnahme Teil des optimalen Maßnahmenbündels ist, wird sie mit einem Kreuz gekennzeichnet. Durch die Kreuze wird direkt in den Spalten deutlich, auf welches Risiko die Maßnahme eine risikominimierende Wirkung hat.

Das globale Optimum der Modellierung wurde bei Iteration 4455 gefunden; die Rechenzeit beträgt weniger als 60 Sekunden für eine PC-Leistung von 1,0 Ghz.

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18
M1																		
M2																		
M3	X											X						
M4																		
M5	X																	
M6																		
M7																		
M8																		
M9			X															
M10																		
M11																		
M12				X														
M13				X														
M14				X														
M15																		
M16																		
M17																		
M18																		
M19																		
M20																		
M21																		
M22																		
M23																		
M24																		
M25																		
M26																		
M27																		
M28																		
M29									X									
M30									X									
M31									X									

M32										X		X							
M33																			
M34																			
M35										X				X	X				
M36																			
M37											X								
M38																			
M39																			
M40																			
M41																			
M42																			
M43																			
M44																			
M45																			
M46																			
M47																			
M48																			
M49																			
M50																			
M51																			
M52																			
M53																			
M54																			X
M55																			X
M56																			

**Tabelle 29:** Optimales Maßnahmenportfolio

Quelle: Eigene Darstellung

Die Lösung der Modellrechnung zeigt, welche Maßnahmen innerhalb des vorhandenen Maßnahmenbudgets zu realisieren sind, um das Gesamtrisiko des Projektes optimal zu minimieren. Es handelt sich hierbei um die Maßnahmen M3, M5, M9, M12, M13, M14, M29, M30, M31, M32, M35, M37, M54 und M55.

Es werden Einzelnutzen durch die Maßnahmen M5, M9, M12, M13, M14, M29, M30, M43; M50, M51, M52 und M54 erzeugt. Mehrfachnutzen werden durch die Maßnahmen M3, M32 und M35 generiert. Zudem ergeben sich durch die Maßnahmenkombinationen M3/M5, M12/M14 und M54/M55 jeweils Kombinationsnutzen.

#### 8.4.2 Modellvariante 1

Die nachfolgende Übersicht stellt für die Modellvariante 1 (es existiert keine Budgetbeschränkung für das Maßnahmenbudget) die Risiken und zugehörigen Maßnahmen der Modellierung dar, welche als optimal identifiziert wurden und Bestandteil des op-

timalen Maßnahmenbündels unter den gegebenen Rahmenbedingungen sind. Der Aufbau der Tabelle wurde bereits im vorangegangenen Abschnitt beschrieben.<sup>105</sup>

Die global optimale Lösung wurde bei Iteration 0 gefunden. Dies ist nicht verwunderlich, da bei dieser Modellvariante aufgrund der fehlenden Budgetbeschränkung alle vorhandenen Maßnahmen realisiert werden könnten. Die Lösung dieser Modellierung ist unbounded und enthält somit kein globales oder lokales Optimum.

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18
M1	X																	
M2	X																	
M3	X											X						
M4	X																	
M5	X																	
M6		X																
M7		X																
M8		X																
M9			X															
M10			X															
M11			X															
M12				X														
M13				X														
M14				X														
M15				X														
M16					X													
M17					X													
M18					X													
M19						X												
M20						X												
M21						X												
M22						X												
M23							X											
M24							X											
M25							X											
M26								X				X						
M27								X										
M28								X										
M29									X									
M30									X									
M31									X									
M32									X		X							
M33										X								
M34										X								

<sup>105</sup> Die ausgewählten Maßnahmen des optimalen Maßnahmenbündels sind durch Kreuze gekennzeichnet.

M35										X				X				
M36											X							
M37											X							
M38												X						
M39												X						
M40													X					
M41													X					
M42													X					
M43													X					
M44														X				
M45														X				
M46													X	X			X	
M47														X				
M48															X			
M49															X			
M50															X			
M51															X			
M52																	X	
M53																	X	
M54																		X
M55																		X
M56																		X

**Tabelle 30:** Optimales Maßnahmenportfolio Modellvariante 1

Quelle: Eigene Darstellung

Die Lösung der Modellrechnung der Variante 1 ergibt, dass bei fehlender Budgetbeschränkung vorhandene Maßnahmen als optimales Maßnahmenbündel zu realisieren sind, um das Gesamtrisiko des Projektes zu minimieren.

Es wurden somit alle möglichen Einzelnutzen, Mehrfachnutzen und Kombinationsnutzen realisiert.

### 8.4.3 Modellvariante 2

Modellvariante 2 enthält ein gegenüber dem empirisch ermittelten Budget ein verdoppeltes Maßnahmenbudget (entspricht 59 [GE]). Das optimale Maßnahmenbündel für diese Variante ist in der folgenden Tabelle 8 dargestellt.<sup>106</sup>

Die global optimale Lösung wurde bei Iteration 2949 gefunden.

<sup>106</sup> Auch in dieser Darstellung sind die durch die lineare Optimierung ermittelten Maßnahmen durch Kreuze gekennzeichnet.

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18
M1	X											X						
M2	X																	
M3	X																	
M4	X																	
M5	X																	
M6																		
M7																		
M8																		
M9			X															
M10			X															
M11			X															
M12				X														
M13				X														
M14				X														
M15				X														
M16																		
M17																		
M18																		
M19						X												
M20						X												
M21						X												
M22						X												
M23																		
M24																		
M25																		
M26							X					X						
M27																		
M28																		
M29								X										
M30								X										
M31								X										
M32								X		X								
M33																		
M34																		
M35									X					X	X			
M36																		
M37										X								
M38																		
M39																		
M40																		
M41																		
M42																		
M43																		
M44																		
M45														X			X	
M46															X			
M47																		
M48																		

M49																	
M50																	
M51																	
M52																	
M53																	
M54																	X
M55																	X
M56																	X

**Tabelle 31:** Optimales Maßnahmenportfolio Modellvariante 2

Quelle: Eigene Darstellung

Für Modellvariante 2 mit doppeltem Maßnahmenbudget sind die Maßnahmen M1, M2, M3, M4, M5, M9, M10, M11, M12, M13, M14, M15, M19, M20, M21, M22, M26, M29, M30, M31, M32, M35, M37, M45, M46, M54, M55 und M56 zu realisieren, um das Gesamtrisiko zu minimieren.

Es werden Einzelnutzen durch die Maßnahmen M1, M2, M4, M5, M9, M10, M11, M12, M13, M14, M15, M19, M20, M21, M22, M29, M30, M31, M35, M37, M46, M54, M55 und M56 erzeugt.

Mehrfachnutzen ergeben sich durch die Maßnahmen M3, M26, M32, M35 und M45.

Des Weiteren kann durch die Maßnahmenkombinationen M3/M5, M12/M14, M19/M20, M21/M22, M19/M20/M21 und M54/M55 jeweils ein Kombinationsnutzen realisiert werden.



## 9 Erweiterte Risikoanalyse unter Verwendung der Monte-Carlo-Simulation nach Realisierung der optimalen Risikoprävention

### 9.1 Erweiterte Risikoanalyse mit der Software @Risk auf Basis der durchgeführten empirischen Erhebung

Nachdem in Kapitel 7 zunächst die Einzelrisikoschäden und die Gesamtrisikosituation auf Basis der empirischen Erhebung ohne Einsatz risikominimierender Maßnahmen betrachtet wurde, wird im Anschluss untersucht, wie sich die Einzel- und Gesamtrisikoschäden durch die Realisierung des im Rahmen des Präventivverfahrens ermittelten optimalen Maßnahmenbündels zur Risikominimierung verändern.

Um diesen Vergleich durchführen zu können, werden zunächst die Einzelrisikoschäden der bereits ausführlich in Kapitel 6 beschriebenen ausgewählten Projektrisiken der Einführung von ERP-Projekten und die aggregierten Gesamtrisikoschäden nach Realisierung der ausgewählten Maßnahmen unter Einsatz der Software @Risk als Häufigkeitsverteilungen modelliert. Anschließend wird eine Vorher-Nachher-Betrachtung der Risikosituationen durchgeführt. Es werden sowohl die Verteilungen der Einzelrisikoschäden, als auch die möglichen Gesamtrisikoschäden miteinander verglichen, um herauszufinden, ob sich durch den Einsatz des Präventivverfahrens eine Verbesserung, eine Verschlechterung oder keine Veränderung der Risikoausgangssituation ergeben hat.

Für die in Kapitel 8 ausführlich beschriebenen Modellvarianten 1 und 2 werden lediglich die Gesamtrisikoschäden vergleichend dargestellt, die Darstellung der Einzelrisikoschäden würde den Umfang der Arbeit sprengen.

#### 9.1.1 Eintrittswahrscheinlichkeiten nach Risikoprävention

Die grundlegenden Variablen für die folgende Modellierung und Simulation sind wie bei der Modellierung des @Risk-Modells in Kapitel 7 ebenfalls die für die empirische Erhebung<sup>107</sup> ausgewählten typischen Risiken der IT-Projekte, welche sich aus dem Produkt aus Schadenshöhe  $S_r$  des Risikos  $r$  und Eintrittswahrscheinlichkeit  $w_r$  zusammensetzen. Für die Kosten werden die gleichen Annahmen getroffen wie in Ka-

---

<sup>107</sup> Vgl. Kapitel 6

pitel 7 bereits ausführlich beschrieben.<sup>108</sup> Die Risikoschäden werden in der folgenden Modellierung um die zu einem Risiko gehörenden Nutzen durch durchgeführte Maßnahmen verringert, welche in Kapitel 8 bei der Lösung des Präventivverfahrens ermittelt wurden. Konkret bedeutet dies, dass auf Basis der einzelnen Fragebögen für jeden Befragten die Schadenshöhe des Einzelrisiko nach Realisierung der ausgewählten Maßnahmen neu berechnet wird, indem die Schadenshöhe in Geldeinheiten [GE], sofern eine risikominimierende Maßnahme ausgewählt wurde, um den risikominimierenden Betrag (= Nutzen der Maßnahme in [GE]) verringert wird. Veränderungen der Eintrittswahrscheinlichkeiten werden nicht vorgenommen.<sup>109</sup>

Datengrundlage für die nachfolgenden Modellierungen bildet die Ergebnisübersicht aus dem Anhang unter Punkt 2: „Darstellung der Ergebnisse der empirischen Erhebung“, welche die Werte der Minderungen der Schadenshöhen und die neuen Schadenshöhen auf Basis der empirischen Erhebung enthält.

#### *9.1.2 Bestimmung der Verteilungen*

Aufbauend auf der Ergebnis-Tabelle für die @Risk-Modellierung der Einzelrisiken und des Gesamtrisikos ohne risikominimierende Maßnahmen wurden die neuen Schadenshöhen, welche sich durch Einsatz des optimalen Maßnahmenbündels ergeben, in der Tabelle ergänzt. Anschließend wurden die Verteilungstypen für die veränderten Einzelrisiken ausgewählt.

Da für die Einzelrisiken bereits bei der ersten @Risk-Modellierung der Verteilungstyp RiskDiscrete ausgewählt wurde, soll auch für die folgende Modellierung aufgrund der besseren Vergleichbarkeit diese Darstellungsform fortgeführt werden. Die neuen Schadenshöhen wurden mit den zugehörigen Eintrittswahrscheinlichkeiten in @Risk für die Ermittlung der neuen Häufigkeitsverteilungen eingegeben.

Wie bereits erläutert, kann eine Maßnahme einen höheren Nutzen haben, als den Risikoschaden des Risikos. Aufgrund der Tatsache, dass das Optimierungsmodell im Rahmen der Optimierung versucht, einen größtmöglichen Nutzen zu erzielen, können negative Schadenshöhen entstehen.<sup>110</sup> Es wird in der vorliegenden Arbeit

---

<sup>108</sup> Vgl. ausführliche Darstellung der Annahmen in Kapitel 7.

<sup>109</sup> Vgl. Annahmen in Kapitel 6

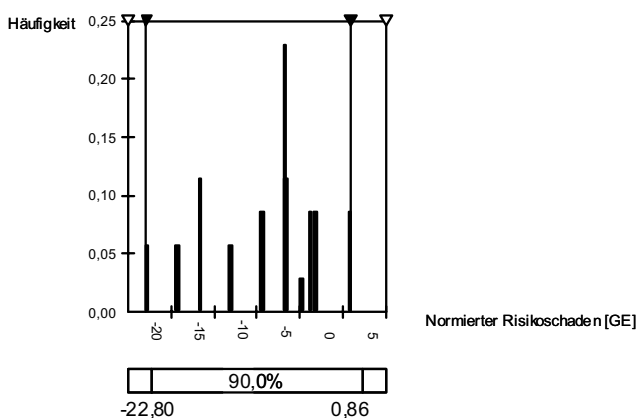
<sup>110</sup> Zur Vereinfachung hätten Schadenshöhen, sofern sie sich im negativen Bereich befinden, gleich Null gesetzt werden können. Hierdurch könnten große negative Schadenshöhen vermieden werden, da die Darstellung einer Schadenshöhe größer Null keinen zusätzlichen Mehrwert bringt. Allerdings wäre die Übersichtlichkeit der Schaubilder verloren gegangen, da es sich bei vielen Darstellungen nur noch um eine Senkrechte über 0 gehandelt hätte. Aus diesem Grund wurde entschieden, die Schaubilder inklusive des negativen Bereiches darzustellen.

davon ausgegangen, dass ein Risiko bei einer Reduzierung der Schadenshöhe auf 0 GE nicht mehr existent ist.

Da von der Realisierung des optimalen Maßnahmenbündels nicht alle Risiken betroffen sind, werden nachfolgend nur die Risiken dargestellt, deren Risikoschäden sich durch die ausgewählten Maßnahmen verändert haben. Eine Nennung der jeweils ausgewählten Maßnahmen für ein Risiko findet bei der vergleichenden Darstellung der Einzelrisiken statt.<sup>111</sup>

Die einzelnen durch @Risk generierten Häufigkeitsverteilungen für die Einzelrisikoschäden nach Realisierung des optimalen Maßnahmenbündels lassen sich auf Basis der Tabelle in Abschnitt 6.4.2 und im Anhang unter 2 wie nachfolgend gezeigt darstellen.

Einzelrisiko 1: „Die Anwender akzeptieren das neue System nicht.“



**Abbildung 26:** Häufigkeitsverteilung für Risikoschaden Nr. 1 nach Risikominimierung

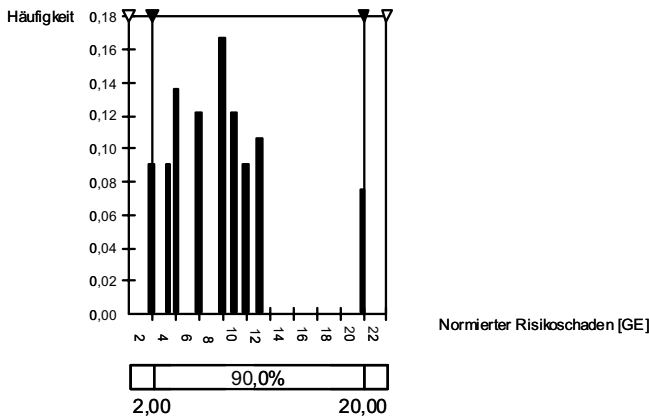
Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Abbildung 26 zeigt das Risiko 1 nach Realisierung des optimalen Maßnahmenbündels. Der Bereich der neuen Schadenshöhen liegt zwischen -22,8 [GE] und 0,86 [GE], der Median liegt bei -6,8 [GE]. Bei der Häufigkeitsverteilung des Risikos 1 liegt

<sup>111</sup> Nicht dargestellt werden in diesem Abschnitt die Risiken 2, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 16 und 17, da bei für diese Risiken keine risikominimierenden Maßnahmen ausgewählt wurden und sich die Risikosituation im Vergleich zur Darstellung der Einzelrisiken ohne risikominimierende Maßnahmen nicht verändert hat.

eine Standardabweichung von 6,3 [GE] vor. Dies bedeutet, dass die Einzelwerte durchschnittlich um 6,3 [GE] vom Erwartungswert bzw. Mittelwert entfernt liegen.

Einzelrisiko 3: „Überschreitung des Projektbudgets aufgrund von falscher Kostenschätzungen“

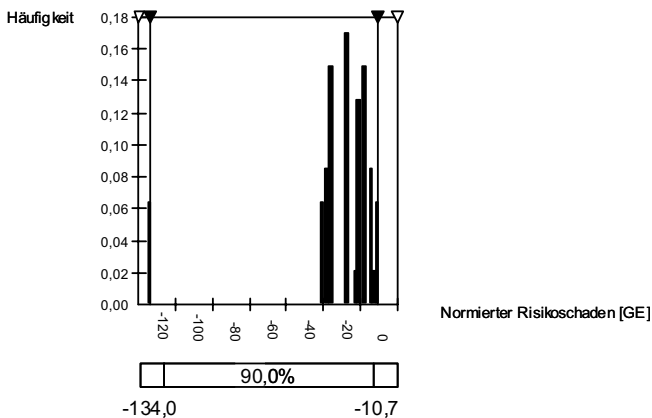


**Abbildung 27:** Häufigkeitsverteilung für Risikoschaden Nr. 3 nach Risikominimierung

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Risiko 3 ist durch Risikoschäden zwischen 2 [GE] und 20 [GE] gekennzeichnet, der Median liegt bei 8 [GE]. Die Einzelwerte liegen durchschnittlich um 4,5 [GE] vom Erwartungswert bzw. Mittelwert entfernt (Standardabweichung von 4,5 [GE]).

Einzelrisiko 4: „Die Qualität des Projektes ist nicht akzeptabel“.



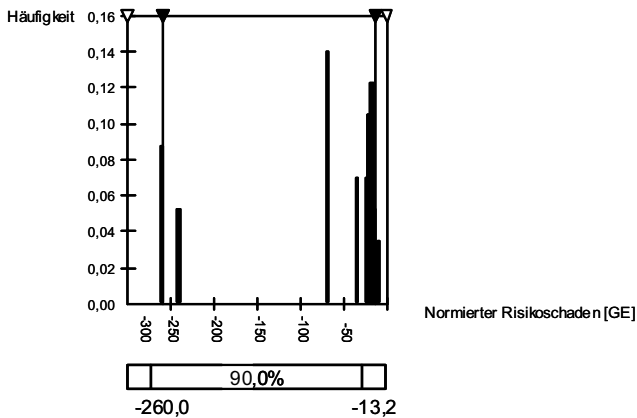
**Abbildung 28:** Häufigkeitsverteilung für Risikoschaden Nr. 4 nach Risikominimierung

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Der Bereich der neuen Schadenshöhen des Risikos 4 liegt zwischen -134 [GE] und -10,7 [GE], der Median liegt bei -27,2 [GE].

Bei der Häufigkeitsverteilung des Risikos 4 liegt eine Standardabweichung von 28,2 [GE] vor. Dies bedeutet, dass die Einzelwerte eine durchschnittliche Streuung von 28,2 [GE] um den Erwartungswert bzw. Mittelwert haben.

## Einzelrisiko 9: „Es existiert kein Migrationskonzept“

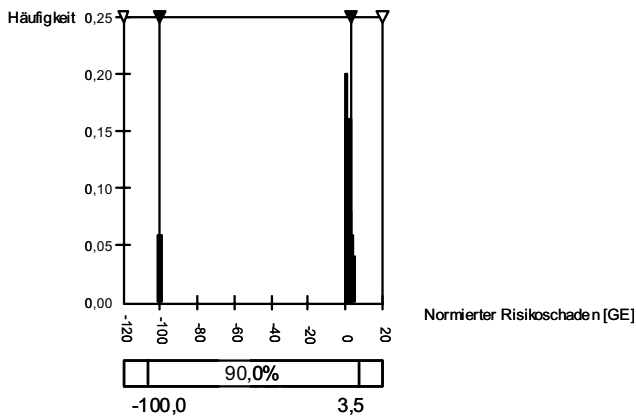


**Abbildung 29:** Häufigkeitsverteilung für Risikoschaden Nr. 9 nach Risikominimierung

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Nach Realisierung der risikominimierenden Maßnahmen ergeben sich für Risiko 9 Risikoschäden zwischen -260 [GE] und -8 [GE], der Median liegt bei -19,5 [GE]. Die Standardabweichung beträgt 80,3 [GE]. Die Einzelwerte liegen durchschnittlich um 80,3 [GE] vom Erwartungswert bzw. Mittelwert entfernt.

Einzelrisiko 10: „Das Changemanagement wurde unzureichend durchgeführt (fehlende Dokumentation des Change-Prozesses)“



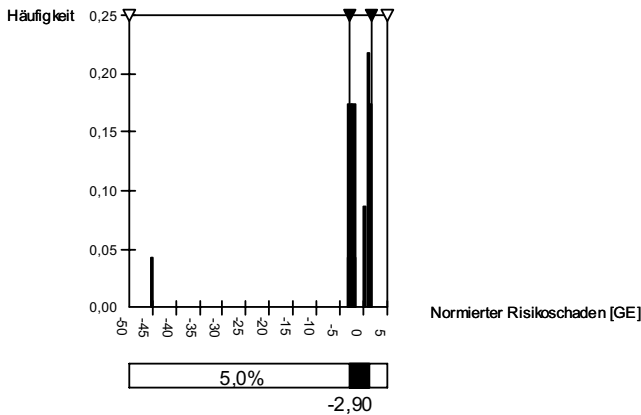
**Abbildung 30:** Häufigkeitsverteilung für Risikoschaden Nr. 10 nach Risikominimierung

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Abbildung 30 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Risikoschäden des Risikos 10 nach Realisierung des optimalen Maßnahmenbündels mit den neuen Schadenshöhen zwischen -100 [GE] und 4,8 [GE]. Der Median liegt bei 1,8 [GE].

Für Risiko 10 wurde eine neue Standardabweichung von 24,3 [GE] ermittelt. Die Einzelwerte streuen durchschnittlich 24,3 [GE] um den Erwartungswert bzw. Mittelwert.

Einzelrisiko 11: „Es bestehen Probleme bei der Ablösung vom Altsystem/Schnittstellenproblematik“



**Abbildung 31:** Häufigkeitsverteilung für Risikoschaden Nr. 11 nach Risikominimierung

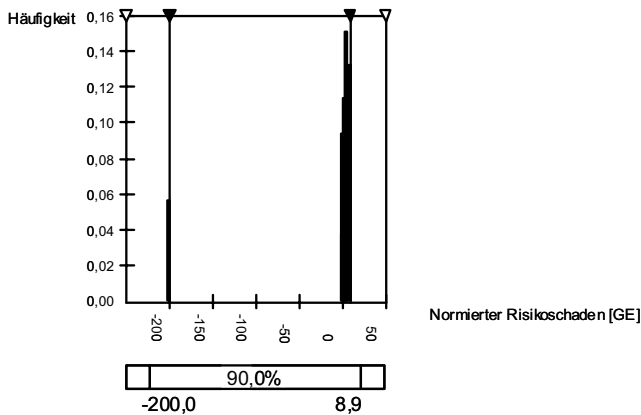
Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Die Risikoschäden für Risiko 11 liegen nach Maßnahmeneinsatz zwischen -45 [GE] und 1,5 [GE], der Median beträgt 1,2 [GE].

Bei der Häufigkeitsverteilung des Risikos 11 liegt eine Standardabweichung von 9,2 [GE] vor. Dies bedeutet, dass die Einzelwerte durchschnittlich um 9,2 [GE] vom Erwartungswert bzw. Mittelwert entfernt liegen.



## Einzelrisiko 14: „Der zeitliche Projektplan kann nicht eingehalten werden“



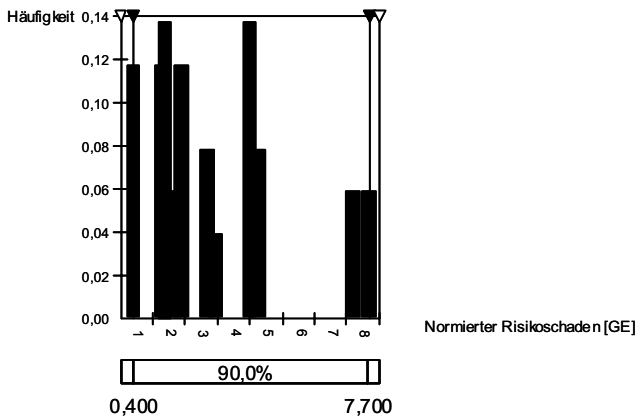
**Abbildung 32:** Häufigkeitsverteilung für Risikoschaden Nr. 14 nach Risikominimierung

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Bei der Durchführung des Präventivverfahrens wurden risikominimierende Maßnahmen für Risiko 14 ausgewählt. Die neuen Schadenshöhen befinden sich zwischen -200 [GE] und 8,9 [GE], der Median bei 4,3 [GE].

Bei der Häufigkeitsverteilung des Risikos 14 liegt eine Standardabweichung von 47,3 [GE] vor. Dies bedeutet, dass die Einzelwerte durchschnittlich eine Abweichung von 47,3 [GE] vom Erwartungswert bzw. Mittelwert haben.

Einzelrisiko 15: „Die notwendigen Deliverables werden nicht geliefert.“



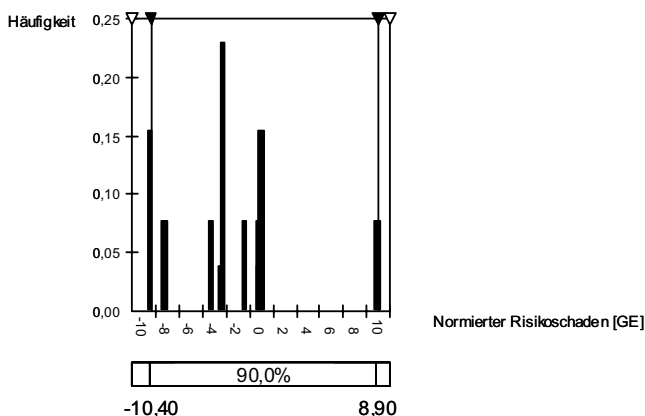
**Abbildung 33:** Häufigkeitsverteilung für Risikoschaden Nr. 15 nach Risikominimierung

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Die neuen Schadenshöhen für Risiko 15 nach Maßnahmenrealisierung liegen zwischen 0,4 [GE] und 7,7 [GE] (Median = 1,9 [GE]).

Die Standardabweichung beträgt 2,1 [GE] und bedeutet eine Streuung der Einzelwerte um den Erwartungswert bzw. Mittelwert von durchschnittlich 2,1 [GE].

## Einzelrisiko 18: „Das Sicherheitsmodell ist nicht adäquat.“



**Abbildung 34:** Häufigkeitsverteilung für Risikoschaden Nr. 18 nach Risikominimierung

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Bei der Häufigkeitsverteilung des Risikos 18 liegt der Bereich der neuen Risikoschäden zwischen  $-10,4$  [GE] und  $8,9$  [GE], der Median liegt bei  $-4,3$  [GE].

Es ist eine Standardabweichung von  $4,9$  [GE] zu verzeichnen. Im Durchschnitt haben die Einzelwerte eine Streuung von  $4,9$  [GE] um den Erwartungswert bzw. Mittelwert.

### 9.1.3 Aggregation durch Simulation des Gesamtrisikos

Die im vorigen Abschnitt definierten Verteilungen der einzelnen reduzierten Risiken bilden wiederum die Grundlage für die folgende Bestimmung des geminderten Gesamtrisikos. Das Gesamtrisiko setzt sich aus den reduzierten Einzelrisiken zusammen. Um ein realistisches reduziertes Gesamtrisiko zu generieren, wird die gleiche Vorgehensweise wie in Kapitel 7, bei der ursprünglichen Generierung des Ausgangsrisikos, angewendet. Nur so ist eine Vergleichbarkeit möglich. Die Methoden der Modellierung unterscheiden sich nicht, lediglich die Ausgangswerte sind unterschiedlich.

Auf Basis der Verteilungen der durch das Präventivverfahren ermittelten reduzierten Risiken wird das reduzierte Gesamtrisiko aggregiert. Hierfür bilden die reduzierten Erwartungswerte bzw. Mittelwerte der Einzelrisiken die Ausgangsbasis. Diese Erwartungswerte bzw. Mittelwerte werden in eine @Risk-Sumimationsfunktion über-

tragen und anschließend wird erneut eine Monte-Carlo-Simulation für die Ermittlung des reduzierten Gesamtrisikowertes durchgeführt.<sup>112</sup>

Auf diese Weise ist es möglich, unter Verwendung der Methode der Monte-Carlo-Simulation die Gesamtrisikosituation unter wahrscheinlichkeitstheoretischen Gesichtspunkten neu zu modellieren und neu zu formulieren.

Für die Ermittlung des reduzierten Gesamtrisikos wird die Ausgabevariable als Summation der Erwartungswerte berechnet. Als Output wird das Gesamtrisiko mit Maßnahmen definiert. Die Summe wird über die Erwartungswerte bzw. Mittelwerte der einzelnen mit @Risk dargestellten Verteilungen, entsprechend Vorgehen in Kapitel 7 definiert.

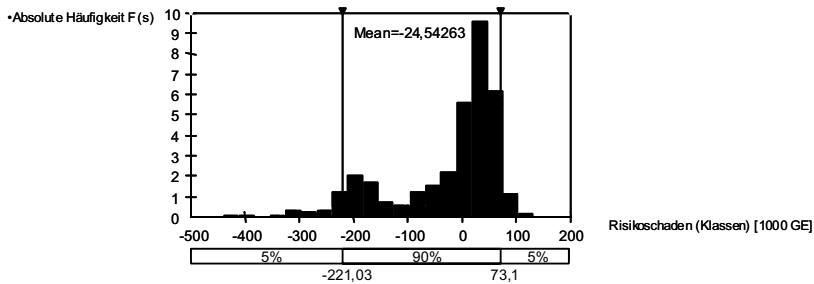
Bei dieser Modellierung bzw. Simulation wurde in den „Simulation Settings“ im Bereich „Sampling“ bei der Eigenschaft „Sampling Type“ und bei den „Standard Recalc“ ebenfalls die Option „Monte Carlo“ ausgewählt, um die Simulation als Monte-Carlo-Simulation durchzuführen. Für alle anderen Simulationseinstellungen wurden die Standardwerte beibehalten, so dass identische Rahmenbedingungen wie bei der Simulation ohne Maßnahmen vorliegen.

#### *9.1.4 Darstellung der Ergebnisse*

Nachdem die Monte Carlo Simulation mit @Risk für das neue Gesamtrisiko durchgeführt wurde, werden in diesem Abschnitt die Ergebnisse der Simulation dargestellt und ausgewertet. Grundlage hierfür bildet erneut der in @Risk generierte Kurzbericht, welcher die wesentlichen Darstellungen und statistischen Übersichten der Ergebnisse der Simulation enthält.

---

<sup>112</sup> Vgl. Darstellung in Abschnitt 7.2.3



**Abbildung 35:** Histogramm Gesamtrisiko mit Maßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Die obige Abbildung stellt das Histogramm des Gesamtrisikos nach Realisierung des optimalen Maßnahmenbündels als Ergebnis der Monte-Carlo-Simulation dar. Mittels der Methode der Monte-Carlo-Simulation wurde das neue Gesamtrisiko auf Basis der ermittelten neuen Risikoschäden der Einzelrisiken simuliert.<sup>113</sup> Das Histogramm veranschaulicht die Häufigkeitsverteilung und stellt die einzelnen Ausprägungen eines qualitativen Merkmals mit den zugehörigen Häufigkeiten dar. Auf der Abszisse sind die minimierten normierten Risikoschäden abgetragen, welche von @Risk in geeignete Klassen eingeteilt wurden. Auf der Ordinate finden sich die Häufigkeiten in Prozent.

Es wurde eine Monte-Carlo-Simulation mit 10000 Iterationen durchgeführt; die Simulation hat insgesamt 24 Sekunden gedauert. Das neue Gesamtrisiko nach Realisierung des durch das Präventivverfahren ermittelten optimalen Maßnahmenbündels, welches ein Maßnahmenbudget von 29,72 [GE] nicht überschreiten durfte, umfasst Risikoschäden von -496 [GE] (Minimum) bis 134,03 [GE] (Maximum), welche unterschiedlich verteilt sind. Der Mittelwert liegt bei -24,54 [GE].

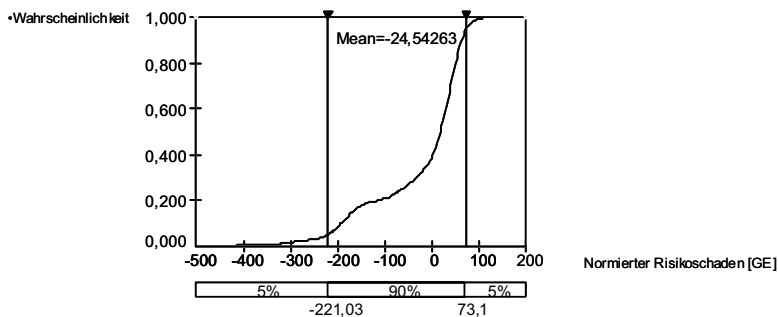
Die Varianz in der vorliegenden Auswertung beträgt 10430,01 [GE]. Die bereits in Kapitel 7 ausführlich erläuterte Begründung für die Verwendung der Standardabweichung anstelle der Varianz bleibt gültig, insofern ist die Standardabweichung auch bei dieser Auswertung der Varianz als Messzahl für die durchschnittliche Streuung der Einzelwerte vom Erwartungswert vorzuziehen.

<sup>113</sup> Vgl. zum Vorgehen Kapitel 7

In dieser Auswertung liegt eine Standardabweichung von 102,13 [GE] vor. Die Einzelwerte liegen durchschnittlich um 102,13 [GE] vom Erwartungswert bzw. Mittelwert entfernt.

Das 90%-Konfidenzintervall liegt im vorliegenden Fall zwischen -221,03 [GE] und 73,1 [GE]. Das bedeutet, dass der Erwartungswert bzw. Mittelwert der Grundgesamtheit mit einer hohen Sicherheit in diesem Bereich zu erwarten ist.

Die negativen Zahlen deuten daraufhin, dass in einer Vielzahl der Fälle überhaupt kein Risiko mehr nach Realisierung der Maßnahmen besteht, da die negativen Risikoschäden bedeuten, dass kein Schaden mehr entstehen kann.



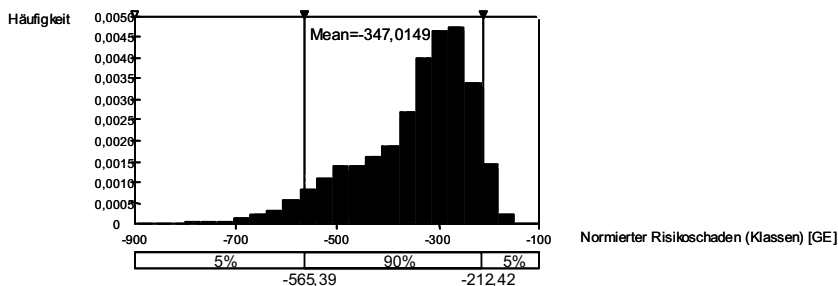
**Abbildung 36:** Summenhäufigkeitskurve Gesamtrisiko mit Maßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Betrachtet man an dieser Stelle ergänzend zum in Abbildung 35 dargestellten Histogramm die in dieser Abbildung gezeigte Summenhäufigkeitskurve, so können weitere differenzierte Aussagen getroffen werden. Ist es beispielsweise relevant zu wissen, wieviel Prozent der Projekte einen bestimmten festgelegten Risikoschaden aufweisen, so können hierfür alle Häufigkeiten für alle betroffenen Klassen aufsummiert werden, so dass sich die Summenhäufigkeit ergibt. Für den konkreten Fall kann dann gesagt werden, dass bspw. 20% aller Fälle einen maximalen Risikoschaden von 0 [GE] aufweisen. Ein Risikoschaden von höchstens 75 [GE] haben 90% aller Fälle.

## 9.2 Vergleichende Analyse der Ausgangsmodellierung und der Modellvarianten

Nachdem im vorangehenden Abschnitt das durch Simulation aggregierte Gesamtrisiko nach Realisierung des optimalen Maßnahmenbündels ausführlich dargestellt wurde, werden in diesem Abschnitt die Ergebnisse der Modellvarianten nach Aggregation durch Simulation dargestellt. Anschließend folgt die vergleichende Analyse der Ergebnisse der Ausgangsmodellierung und der Modellvarianten nach Realisierung der durch die lineare Optimierung ausgewählten risikominimierenden Maßnahmen.



**Abbildung 37:** Histogramm Modellvariante 1 nach Simulation

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Abbildung 37 zeigt das Ergebnis der Modellvariante 1 als Histogramm nach Einsatz der Monte-Carlo-Simulation auf das Gesamtrisiko nach Maßnahmenrealisierung. Bei der Modellvariante 1 wurde keine Budgetbeschränkung im Rahmen der linearen Optimierung eingefügt, insofern existiert im Vergleich zum ursprünglichen Modell keine Beschränkung des Maßnahmenbudgets.

Nach Identifikation und Anwendung des optimalen Maßnahmenbündels liegt der Bereich der möglichen Risikoschäden für das Gesamtrisiko zwischen -913,68 [GE] (Minimum) und -144,23 [GE] (Maximum).

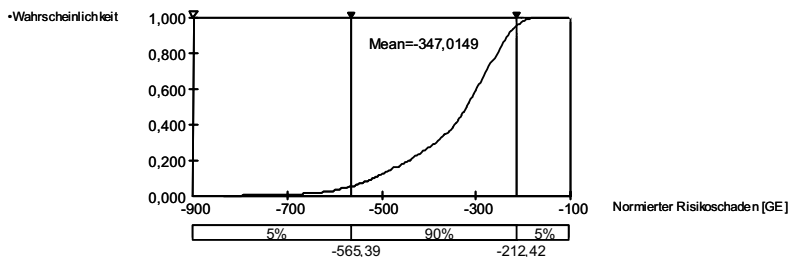
Der Erwartungswert bzw. Mittelwert liegt bei - 348,39 [GE]. Die Standardabweichung ist von 59,93 [GE] auf 110,28 [GE] gestiegen. Die Werte nach Einsatz der risikominimierenden Maßnahmen streuen somit durchschnittlich mehr um den Erwartungswert bzw. Mittelwert, als vor Maßnahmenrealisierung.

Die negativen Zahlen zeigen, dass für dieses Risiko keine Risikoschäden mehr nach Realisierung der Maßnahmen besteht.

Aufgrund des unbegrenzten Maßnahmebudgets konnten alle verfügbaren Maßnahmen realisiert werden, so dass der gesamte ursprüngliche Risikoschaden gemindert werden konnte.

Bei diesem Ergebnis ist zu berücksichtigen, dass ein Risiko nur zu 100% gemindert werden kann. Jeder weitere Nutzen stellt somit einen Zusatz-Nutzen dar, welcher keine weitere risikominimierende Wirkung auf das Gesamtrisiko hat. Es wurden ggf. Maßnahmen realisiert, welche keinen Nutzen für die Risikoschadensminderung mehr haben, da der zugehörige Risikoschaden bereits durch eine andere Maßnahme gemindert werden konnte.

Ein unbegrenztes Maßnahmebudget stellt eine in der Praxis unrealistische Rahmenbedingung dar; dieser Fall spielt für die Verdeutlichung der Beziehung zwischen Maßnahmebudget und Risikoschaden dennoch eine bedeutende Rolle und wurde deshalb in Form einer Modellvariante simuliert und dargestellt.

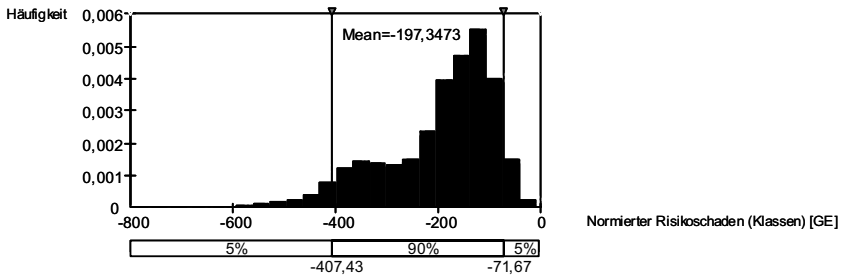


**Abbildung 38:** Summenhäufigkeitskurve Modellvariante 1 nach Simulation

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Die Summenkurve des Gesamtrisikos auf Basis der Modellvariante 1 zeigt deutlich, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von 100% ein Risikoschaden von maximal -100 [GE] besteht und somit kein Restrisikoschaden mehr vorhanden ist. Durch den Einsatz aller risikominimierenden Maßnahmen konnte das Gesamtrisiko eliminiert werden.





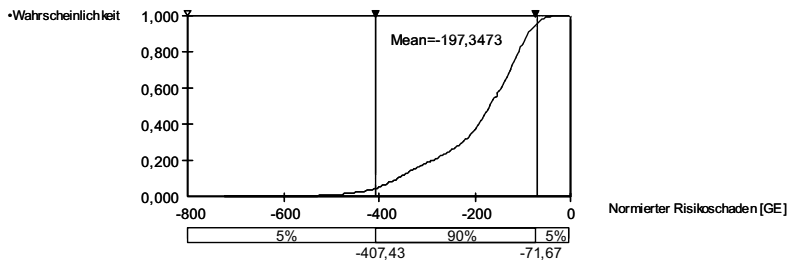
**Abbildung 39:** Histogramm Modellvariante 2 nach Simulation

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

In Abbildung 39 wird das Histogramm der Modellvariante 2 (doppeltes Maßnahmenbudget im Vergleich zum Ausgangsmodell) dargestellt.

Der Bereich der neuen Risikoschäden liegt zwischen -722,02 [GE] (Minimum) und -8,96 [GE] (Maximum). Der Erwartungswert bzw. Mittelwert liegt bei -197,35 [GE]. Die Einzelwerte streuen durchschnittlich um 107,26 [GE] um den Erwartungswert bzw. Mittelwert (Standardabweichung 107,26 [GE]). Die Einzelwerte streuen im Vergleich zur Risikosituation ohne Maßnahmen stärker um den Erwartungswert bzw. Mittelwert.

Auch bei dieser Modellvariante zeigen die negativen Zahlen, dass kein Restrisiko mehr nach Realisierung der Maßnahmen besteht. Durch die ausgewählten Maßnahmen konnten die möglichen Risikoschäden vollständig minimiert werden. Das doppelte Maßnahmenbudget von dem im Rahmen der empirischen Erhebung ermittelten Budget war ausreichend, um den möglichen Risikoschaden zu verhindern.



**Abbildung 40:** Summenhäufigkeitskurve Modellvariante 2 nach Simulation

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Auch hier zeigt die Summenkurve des Gesamtrisikos auf Basis der Modellvariante 2, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von 100% einen Risikoschaden von maximal 0 und somit kein Restrisiko mehr vorhanden ist. Durch den Einsatz der geeigneten Maßnahmen konnten die Risikoschäden des Gesamtrisikos eliminiert werden.

Betrachtet man vergleichend die Ergebnisse der einzelnen Modellvarianten und der Ausgangsmodellierung nach Durchführung der Risikoanalyse, so zeigen sich sehr differenzierte Ergebnisse. Ist man bereit viele Geldeinheiten für das Maßnahmenbudget im Verhältnis zum Projektvolumen für die Realisierung risikominimierender Maßnahmen im Projekt zur Verfügung zu stellen, so verbleibt mit sehr großer Wahrscheinlichkeit kein Restrisiko mehr, wie es Modellvariante 1 und 2 zeigen. Allerdings besteht hier das bereits mehrfach beschriebene Problem, dass ein theoretischer Zusatznutzen entsteht, der keinen tatsächlichen Gewinn für das Gesamtprojekt darstellt. Ist ein Risiko zu 100% gemindert, besteht kein weiterer Risikoschaden mehr und jede weitere umgesetzte Maßnahme kann ihren Nutzenwert nicht mehr realisieren. Es wurden zusätzliche Kosten generiert, welchen kein Nutzen gegenüber steht. Die gesamten Projektkosten erhöhen sich, während der Risikoschaden des Projektrisikos konstant (bei 0) bleibt.

Betrachtet man erneut das Ausgangsmodell und die Modellvarianten 1 und 2, so wird deutlich, dass es ein bestimmtes Maßnahmenbudget gibt, welches notwendig ist, das Gesamtrisiko so weit zu vermindern, dass gar kein oder nur noch ein sehr geringes Restrisiko, welches ein Projektleiter akzeptieren möchte, je nach Höhe des verfügbaren Maßnahmenbudgets, besteht. Ein Maßnahmenbudget welches darüber hinausgeht, stiftet in Bezug auf die Minimierung des Gesamtrisikos keinen weiteren Nutzen (Grenznutzen = 0). Es können sich selbstverständlich andere Synergieeffekte

für das Gesamtprojekt ergeben, wie z.B. die Möglichkeit der Implementierung weiterer Funktionalitäten aufgrund höherer Personalressourcen oder ggf. die frühzeitige Beendigung des Projektes. Darüber hinaus könnte eine verbesserte Qualität des Projektergebnisses erreicht werden, da ggf. mehr Budget und Zeit für Qualitätssicherung zur Verfügung steht.

Neben dem Vergleich der einzelnen Gesamtrisiken ist es wichtig, einen Gesamtkostenvergleich durchzuführen, um ein realistisches Bild der Kosten- und Risikosituation zu erhalten. Auf dieser Basis können Einschätzungen abgeleitet werden, wie hoch ein optimales Budget zur Durchführung risikominimierender Maßnahmen sein sollte.

Ergänzt man den Vergleich der Gesamtrisiken durch einen Gesamtkostenvergleich auf Basis verschiedener Maßnahmenbudgets, so lassen sich die folgenden Berechnungen anstellen:

#### **Ausgangsmodell:**

Projektvolumen	100 [GE]
Maßnahmenbudget	29,72 [GE]
Maximaler Risikoschaden vor Einsatz risikominimierender Maßnahmen	232,36 [GE]
Maximaler Risikoschaden nach Maßnahmeneinsatz	134,03 [GE]

**Tabelle 32:** Übersichtsrechnung Ausgangsmodell

Quelle: Eigene Darstellung

Für das Ausgangsmodell können die maximalen Kosten des Projektes mit 263,75 [GE] beziffert werden. Dieser Betrag setzt sich zusammen aus dem Projektvolumen in Höhe von 100 [GE] und dem Maßnahmenbudget in Höhe von 29,72 [GE], welche in jedem Fall als Kosten auftreten. Zudem können weitere Kosten in Höhe von maximal 134,03 [GE] bei Eintritt des maximalen Restrisikoschadens entstehen.

**Modellvariante 1:**

Projektvolumen	100 [GE]
Maßnahmenbudget (entspricht max. Maßnahmenkosten)	196,81 [GE]
Maximaler Risikoschaden vor Einsatz risikominimierender Maßnahmen	232,36 [GE]
Maximaler Risikoschaden nach Maßnahmenereinsatz	-144,23 [GE]

**Tabelle 33:** Übersichtsrechnung Modellvariante 1

Quelle: Eigene Darstellung

Für Modellvariante 1 berechnen sich maximale Kosten von 296,81 [GE]. In dieser Summe sind enthalten das Projektvolumen in Höhe von 100 [GE] und die Kosten für die Realisierung aller Maßnahmen in Höhe von 196,81 [GE].

**Modellvariante 2:**

Projektvolumen	100 [GE]
Maßnahmenbudget	59 [GE]
Maximaler Risikoschaden vor Einsatz risikominimierender Maßnahmen	232,36 [GE]
Maximaler Risikoschaden nach Maßnahmenereinsatz	-8,96 [GE]

**Tabelle 34:** Übersichtsrechnung Modellvariante 2

Quelle: Eigene Darstellung

Bei Einsatz von 59 [GE] als Maßnahmenbudget können die maximal entstehenden Kosten auf 159 [GE] begrenzt werden. Dieser Betrag setzt sich zusammen aus dem Projektvolumen in Höhe von 100 [GE] und dem Maßnahmenbudget in Höhe von 59 [GE].

Vergleicht man die Kostensituationen der drei Modellierungen miteinander, so ergibt sich folgende Übersicht:

Nr.	Projekt-volumen	Maßnahmen-budget	Zwischen-summe: fixe Kosten	Mögliche wei-tere Kosten: maximaler Ri-sikoschaden	Maximale Gesamt-kosten
A	100 [GE]	29,72 [GE]	129,72 [GE]	134,03 [GE]	263,75 [GE]
M1	100 [GE]	196,81 [GE]	296,81 [GE]	-	296,81 [GE]
M2	100 [GE]	59 [GE]	159 [GE]	-	159 [GE]

**Tabelle 35:** Gesamtkosten

Quelle: Eigene Darstellung

Bei der Festlegung des geeigneten Maßnahmenbudgets sind also unterschiedliche Aspekte zu berücksichtigen. Die Auswahl hängt von der individuellen Projektsituation und der Risikobereitschaft des Risikomanagers bzw. Projektteams ab. Ein eher risikoscheuer Projektmanager oder Vorstand wird ggf. mehr Geldeinheiten frühzeitig in Form eines hohen Maßnahmenbudgets bereitstellen, um Risiken schnellst möglich zu eliminieren. Hat man hingegen eine hohe Risikobereitschaft, wird man vielmehr ein niedriges Maßnahmenbudget zur Verfügung stellen, in der Hoffnung, dass die möglichen Risiken nicht mit ihrem maximalen Risikoschaden auftreten und somit die Gesamtkosten für das Projekt möglichst gering sind.

Für die weiteren Betrachtungen in dieser Arbeit wurde das Ausgangsmodell ausgewählt. Hier wird mit einem relativ geringen Maßnahmenbudget ein tragbarer möglicher Restrisikoschaden erzeugt. Des Weiteren sollen in der Arbeit die Ergebnisse der empirischen Erhebung weitestgehend in den Mittelpunkt gestellt werden, um eine Verbindung zwischen Theorie und Praxis zu realisieren. Die Grundlage für die Ausgangsmodellierung und somit insbesondere für das ermittelte Maßnahmenbudget bildet die Datenmenge aus der empirischen Erhebung.

### 9.3 Vergleich und Auswertung der Ergebnisse der Risikoanalyse und der erweiterten Risikoanalyse

Nachdem die Risikoanalyse durch Einsatz von @Risk zum einen für die Risikosituation ohne Einsatz risikominimierender Maßnahmen und zum anderen für das Gesamtrisiko nach Realisierung des optimalen Maßnahmenbündels durch das Präventivverfahren stattgefunden hat, sollen die beiden Lösungen im folgenden Abschnitt für die Einzelrisiken und das Gesamtrisiko verglichen und ausgewertet werden. Es

werden nur die Einzelrisiken dargestellt, für welche eine risikominimierende Maßnahme durch das Präventivverfahren ausgewählt wurde.

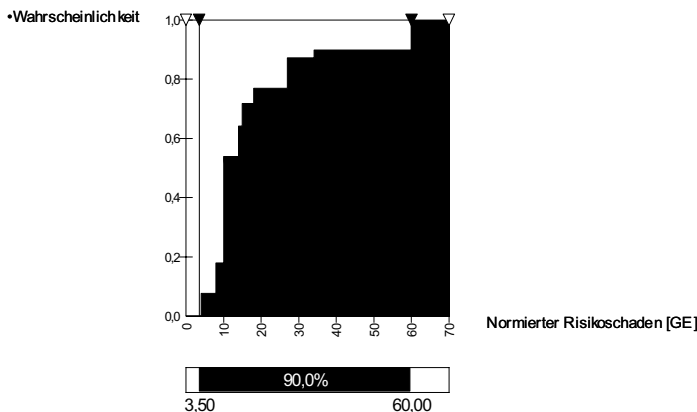
### 9.3.1 Grafische Darstellung, Vergleich und Auswertung der Projektrisiken

#### 9.3.1.1 Einzelrisiken

Nach der Gegenüberstellung der Summenhäufigkeitskurven der Einzelrisiken findet die ausführliche Analyse, Interpretation und ein Vergleich der Gesamtrisiken vor und nach Optimierung bzw. nach Einsatz der optimalen risikominimierenden Maßnahmen statt.

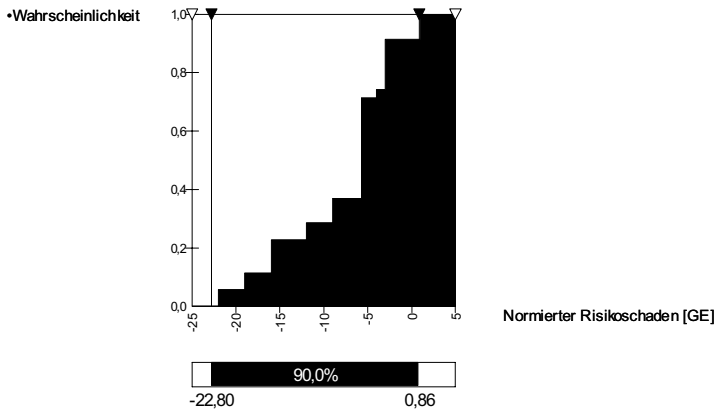
Bei allen folgenden Darstellungen der Einzelrisiken befinden sich auf der Abszisse die Darstellungen der möglichen Risikoschäden in [GE]; auf der Ordinate ist die relative Summenhäufigkeit abgebildet.

Einzelrisiko 1: „Die Anwender akzeptieren das neue System nicht.“



**Abbildung 41:** Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 1 ohne risikominimierende Maßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk



**Abbildung 42:** Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 1 nach Risikominimierung

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Für das Risiko 1 wurden die risikominimierenden Maßnahmen M3<sup>114</sup> und M5<sup>115</sup> im Rahmen der linearen Optimierung ausgewählt. Neben dem jeweiligen Einzelnutzen der Maßnahmen für das Risiko wird zusätzlich der Kombinationsnutzen wirksam, welcher durch die Auswahl beider Maßnahmen gemeinsam generiert wird. Das bedeutet, dass ein zusätzlicher Nutzen durch die Realisierung beider Maßnahmen besteht, da sich der Einsatz beider Maßnahmen gemeinsam positiv bzw. zusätzlich risikominimierend auswirkt. Die Maßnahme M3 wirkt zusätzlich auf Risiko 12 (Mehrfachnutzen der Maßnahme).

Der Bereich der möglichen Risikoschäden ist bei Risiko 1 von 3,5 [GE] (Min) bis 60 [GE] (Max) auf –9,3 [GE] (Min) bis 0,86 [GE] (Max) gesunken. Die möglichen Risikoschäden haben sich durch den Einsatz der risikominimierenden Maßnahmen um ein Vielfaches verringert. Vor Maßnahmeneinsatz ist in keinem Fall ein maximaler Risikoschaden von  $\leq 0$  GE entstanden. Nach dem Einsatz der risikominimierenden Maßnahmen tritt in 90% der Fälle ein möglicher Risikoschaden von höchstens 0 GE ein, was bedeutet, dass in 90 % aller Fälle überhaupt keine Risikoschäden auftreten. Die ausgewählten risikominimierenden Maßnahmen haben somit sehr stark zur Verringerung des Risikos beigetragen.

Der Median ist von 10 [GE] auf –6,8 [GE] gesunken, es bestehen im Mittel geringere Risikoschäden. Die Standardabweichung ist von 15,74 [GE] auf 6,32 [GE]

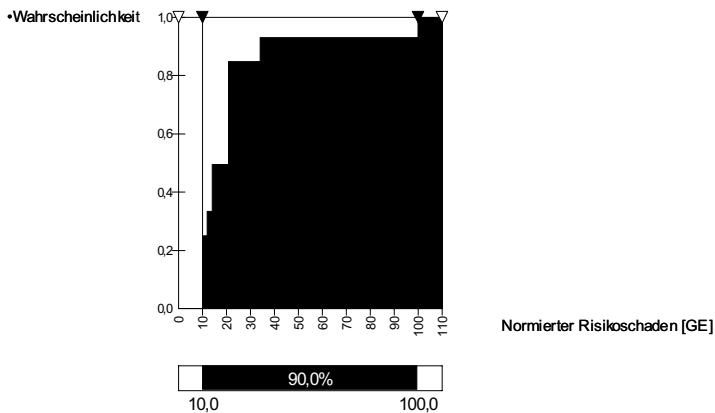
<sup>114</sup> M3: „Umfassende Schulung der Anwender“

<sup>115</sup> M5: „Darstellung und Erklärung der Geschäftsprozesse für die User“

gesunken. Die Werte nach Einsatz der risikominimierenden Maßnahmen streuen somit durchschnittlich weniger um den Erwartungswert bzw. Mittelwert als vor der Maßnahmenrealisierung. Dies bedeutet, dass das Projektrisiko besser einschätzbar und kontrollierbarer ist.

Die negativen Zahlen deuten daraufhin, dass in einer Vielzahl der Fälle überhaupt kein Risiko mehr nach Realisierung der Maßnahmen besteht. Insgesamt kann durch die Minderung der möglichen Risikoschäden und durch den verringerten Median eine deutliche Minderung des Einzelrisikos nachgewiesen werden.

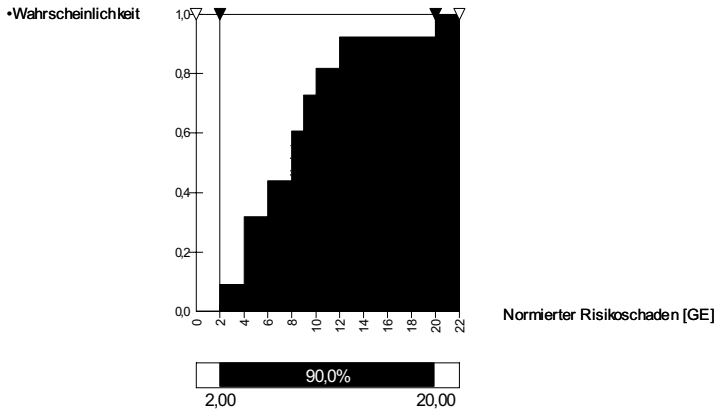
### Einzelrisiko 3: „Überschreitung des Projektbudgets aufgrund von falschen Kostenschätzungen“



**Abbildung 43:** Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 3 ohne risikominimierende Maßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk





**Abbildung 44:** Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 3 nach Risikominimierung

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Im Rahmen der linearen Optimierung wurde für das Risiko 3 die risikominimierende Maßnahme M9<sup>116</sup> ausgewählt, welche mit ihrem Einzelnutzen risikominimierend wirksam geworden ist.

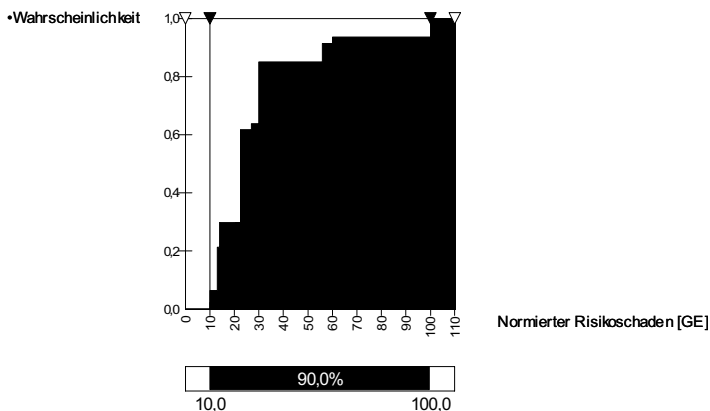
Die möglichen Risikoschäden sind auf 2 [GE] (Minimum) bis 20 [GE] (Maximum) gesunken. Der Bereich der möglichen Risikoschäden wurde durch Maßnahme 9 stark reduziert. Vor dem Einsatz der risikominimierenden Maßnahmen wurde ein Risikoschaden von  $\leq 0$  [GE] in keinem Fall erreicht. Nach dem Einsatz der risikominimierenden Maßnahmen tritt in 10% der Fälle ein möglicher Risikoschaden von höchstens 0 [GE] ein. Zusätzlich ist der maximale Risikoschaden von 100 [GE] auf 20 [GE] gesunken und somit nur noch 1/5 so hoch wie ohne den Einsatz risikominimierender Maßnahmen. Es ist festzustellen, dass eine starke Verringerung der möglichen Risikoschäden des Risikos durch die ausgewählte Maßnahme erzielt werden konnte.

Der Median ist von 14 [GE] auf 8 [GE] gesunken. Die Einzelwerte nach Einsatz der risikominimierenden Maßnahmen streuen durchschnittlich weniger um den Erwartungswert bzw. Mittelwert als vor Maßnahmenrealisierung; die Standardabweichung ist von 22,17 [GE] auf 4,51 [GE] verringert worden. Das bedeutet, dass die

<sup>116</sup> M9: „Erstellung eines Projektgesamtkostenplans“

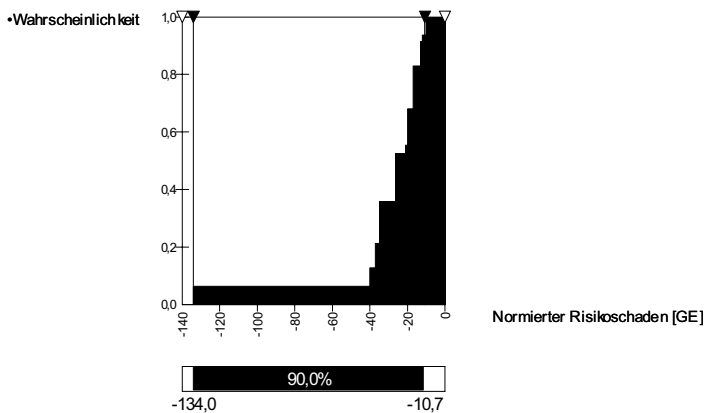
einzelnen Einschätzungen der Befragten hinsichtlich der Wirksamkeit der Maßnahme in Bezug auf die Risikominimierung sehr homogen sind.

Einzelrisiko 4: „Die Qualität des Projektes ist nicht akzeptabel“.



**Abbildung 45:** Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 4 ohne risikominimierende Maßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk



**Abbildung 46:** Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 4 nach Risikominimierung

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Die risikominimierenden Maßnahmen M12<sup>117</sup>, M13<sup>118</sup> und M14<sup>119</sup> wurden im Rahmen der linearen Optimierung für Risiko 4 ausgewählt. Entsprechend Risiko 1 wird neben dem jeweiligen Einzelnutzen der Maßnahmen zusätzlich ein Kombinationsnutzen durch die Maßnahmen M12 und M14 wirksam, welcher durch die Auswahl beider Maßnahmen gemeinsam generiert wird.

Die neuen Risikoschäden liegen zwischen -134 [GE] (Minimum) und -10,7 [GE] (Maximum). Die Höhe möglicher Risikoschäden hat sich deutlich verringert.

Vor dem Einsatz ist in 100% aller Fälle ein Risikoschaden entstanden. Nach dem Einsatz der risikominimierenden Maßnahmen tritt in 100% der Fälle kein Risikoschaden mehr auf. Die ausgewählten risikominimierenden Maßnahmen haben die möglichen Risikoschäden somit vollständig gemindert.

Es wurde eine Verringerung des Medians von 20 [GE] auf -27,2 [GE] erzielt. Die durchschnittliche Streuung um den Erwartungswert bzw. Mittelwert ist von 22,34 [GE] auf 28,21 [GE] gestiegen; d.h. die Einzelwerte streuen nach Risikominimierung mehr um den Erwartungswert bzw. Mittelwert.<sup>120</sup>

Die negativen Werte für die Risikoschäden belegen auch für dieses Risiko, dass kein Risikoschaden mehr nach Realisierung der risikominimierenden Maßnahmen besteht. Insgesamt kann durch die Verlagerung der möglichen Risikoschäden in den negativen Bereich und durch den verringerten Median eine vollständige Minderung der Risikoschäden nachgewiesen werden.

---

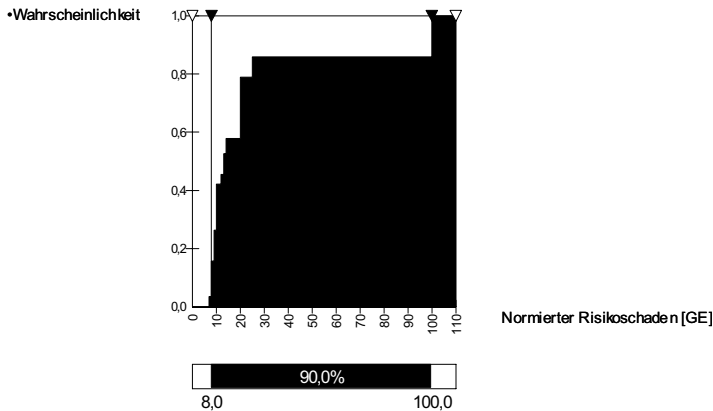
<sup>117</sup> M12: „Festsetzung eines umfangreichen Qualitätssicherungsprozesses“

<sup>118</sup> M13: „Festsetzung von sinnvollen Qualitätsmaßstäben“

<sup>119</sup> M14: „Identifikation von bereits vorhandenen Qualitätsmängeln und anschließende Behebung dieser Mängel“

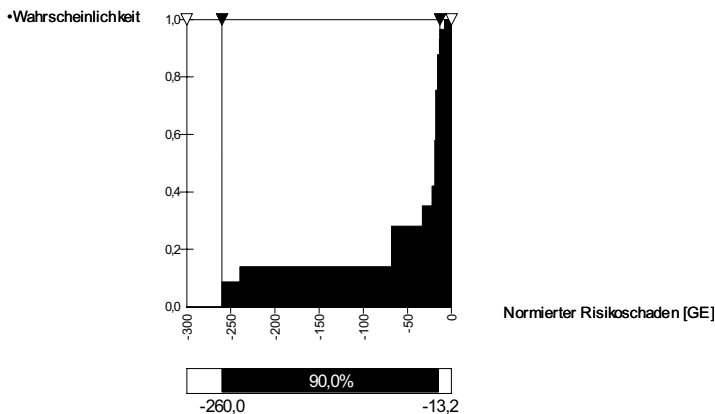
<sup>120</sup> Zur Bedeutung der Streuung vgl. Kapitel 7

## Einzelrisiko 9: „Es existiert kein Migrationskonzept“



**Abbildung 47:** Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 9 ohne risikominimierende Maßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk



**Abbildung 48:** Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 9 nach Risikominimierung

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Durch die lineare Optimierung wurden für Risiko 9 die risikominimierenden Maßnahmen M29<sup>121</sup>, M30<sup>122</sup>, M31<sup>123</sup> und M32<sup>124</sup> ermittelt. Der Bereich der möglichen Risiko-

<sup>121</sup> M29: „Definition der zu übernehmenden Daten“

<sup>122</sup> M30: „Entwicklung eines Migrationsplans“

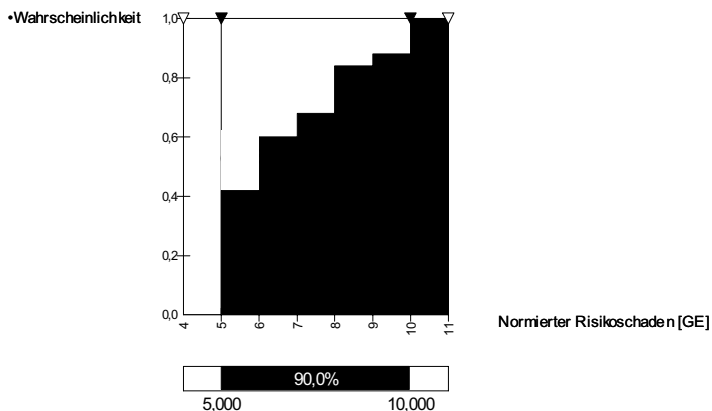
<sup>123</sup> M31: „Abstimmung zwischen Alt- und Neusystem“

<sup>124</sup> M32: „Prüfung bzw. Definition der Schnittstellen“

schäden hat sich bei Risiko 9 durch den Einsatz risikominimierender Maßnahmen auf -260 [GE] (Minimum) bis -8 [GE] (Maximum) in den negativen Bereich verlagert. Die Maßnahmen haben somit eine Verringerung der Risikoschäden erzielt. Auch für Risiko 9 tritt nach Realisierung des optimalen Maßnahmenbündels kein Risikoschaden mehr auf.

Der Median ist von 12,5 [GE] auf -19,5 [GE] gesunken, die Standardabweichung ist von 30,45 [GE] auf 80,3 [GE] gestiegen. Die Werte nach Einsatz der risikominimierenden Maßnahmen streuen somit durchschnittlich mehr um den Erwartungswert bzw. Mittelwert.<sup>125</sup> Die Ursache liegt darin begründet, dass die Befragten im Rahmen der empirischen Erhebung sehr unterschiedliche Angaben über die Wirkung der entsprechenden Maßnahmen für dieses Risiko gemacht haben. Die Standardabweichung stellt somit die Bandbreite der Einschätzungen dar. Allerdings spielt dies bei dem vorliegenden Risiko keine wesentliche Rolle, da alle Risikoschäden im negativen Bereich liegen. Insgesamt kann durch die Verlagerung des Bereichs der möglichen Risikoschäden auf negative Werte eine vollständige Minderung des Einzelrisikos nachgewiesen werden.

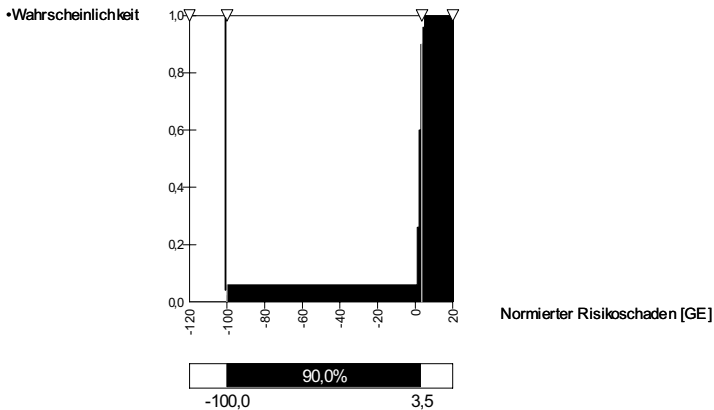
Einzelrisiko 10: „Das Changemanagement wurde unzureichend durchgeführt (fehlende Dokumentation des Change-Prozesses)“



**Abbildung 49:** Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 10 ohne risikominimierende Maßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

<sup>125</sup> Zur Bedeutung der Streuung vgl. Kapitel 7



**Abbildung 50:** Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 10 nach Risikominimierung

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Für Risiko 10 wurde die risikominimierende Maßnahme M35<sup>126</sup> durch das präventive Verfahren ausgewählt, welche durch ihren Mehrfachnutzen risikominimierend auf Risiko 10, Risiko 14 und Risiko 15 wirkt.

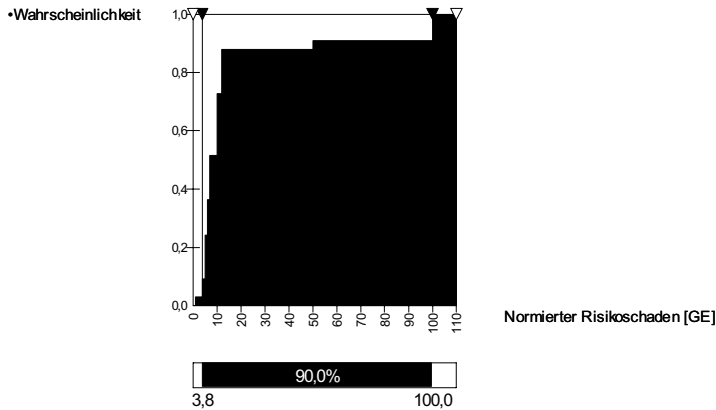
Die neuen möglichen Risikoschäden liegen zwischen -100 [GE] (Minimum) und 4,8 [GE] (Maximum). Vor dem Einsatz der risikominimierenden Maßnahmen ist in 100% der Fälle ein Risikoschaden aufgetreten. Nach Realisierung risikominimierender Maßnahmen tritt in 25% der Fälle überhaupt kein Risikoschaden auf (Risikoschaden  $\leq 0$ ).

Der Median liegt bei 1,8 [GE]. Die durchschnittliche Streuung um den Erwartungswert bzw. Mittelwert ist von 1,74 [GE] auf 588,06 [GE] gestiegen. Die Einzelwerte streuen sehr viel stärker um den Erwartungswert bzw. Mittelwert als vor Maßnahmenrealisierung. Aufgrund der starken Erhöhung der Streuung kann davon ausgegangen werden, dass die Einschätzungen der Wirkungen der Maßnahmen durch die Befragten starke voneinander abweichen. Dies ist auf die unterschiedlichen Erfahrungen mit dem Einsatz dieser oder ähnlich wirkender Maßnahmen zurückzuführen. Diese Erfahrungen sind in die Bewertung eingeflossen, und führen zu den ermittelten gestiegenen Schwankungen. Die Standardabweichung stellt insofern die Bandbreite der Einschätzungen durch die Befragten dar.

<sup>126</sup> M35: „Permanentes Monitoring durch den Projektleiter“

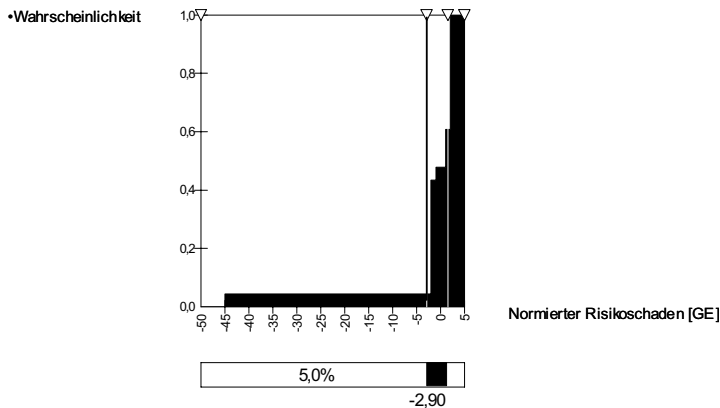
Insgesamt kann auch für dieses Risiko eine deutliche Minderung der möglichen Risikoschäden durch die im Rahmen der linearen Optimierung identifizierte Maßnahme festgestellt werden.

Einzelrisiko 11: „Es bestehen Probleme bei der Ablösung vom Altsystem/Schnittstellenproblematik“



**Abbildung 51:** Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 11 ohne risikominimierende Maßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk



**Abbildung 52:** Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 11 nach Risikominimierung

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

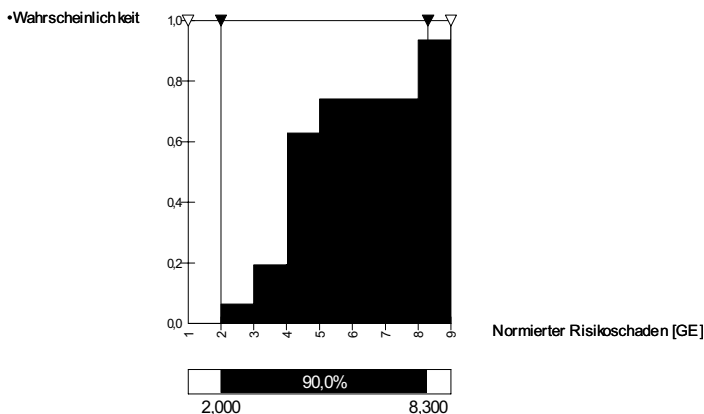
Maßnahme M32<sup>127</sup> ist als Mehrfachnutzen und M37<sup>128</sup> als Einzelnutzen risikominimierend für das Risiko 11 wirksam geworden. Die Risikoschäden liegen nach Maßnahmenrealisierung zwischen -45 [GE] (Minimum) und 1,5 [GE] (Maximum).

Nach dem Einsatz der risikominimierenden Maßnahmen tritt in 42% der Fälle kein Risikoschaden mehr auf. Vor Realisierung der Maßnahmen war in 100% aller Fälle ein Risikoschaden zu verzeichnen.

Der Median ist von 6,7 [GE] auf 0,35 [GE] gesunken. Es besteht somit im Mittel ein wesentlich geringerer möglicher Risikoschaden. Die Einzelwerte streuen nach Einsatz der risikominimierenden Maßnahmen durchschnittlich weniger um den Erwartungswert bzw. Mittelwert (Standardabweichung von 27,32 [GE] auf 9,24 [GE] gesunken). Die Einschätzungen der Wirksamkeit der Maßnahmen auf das Risiko 11 wurden von den Befragten im Verhältnis zum Risiko relativ homogen vorgenommen, was sich in der geringen Standardabweichung ausdrückt.

Die Anzahl und Höhe der Risikoschäden konnten auch für dieses Risiko durch das optimale Maßnahmenbündel stark vermindert werden.

Risiko 12: „Die notwendige (Anwender-)Dokumentation fehlt.“



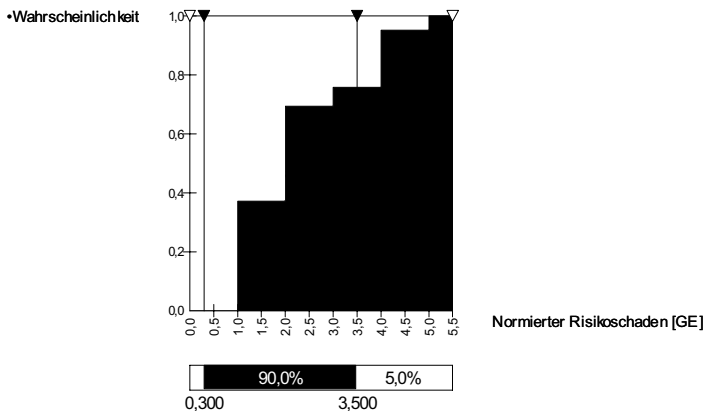
**Abbildung 53:** Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 12 ohne risikominimierende Maßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

<sup>127</sup> M32: „Prüfung bzw. Definition der Schnittstellen“

<sup>128</sup> M37: „Auswahl eines zur Ablösung des Altsystems passenden Neusystems im Rahmen einer umfassenden Softwareauswahl“





**Abbildung 54:** Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 12 nach Risikominimierung

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Die risikominimierende Maßnahme M3<sup>129</sup> wurde im Rahmen der linearen Optimierung als Teil des optimalen Maßnahmenbündels für Risiko 12 ausgewählt und ist mit ihrem Mehrfachnutzen risikominimierend (für Risiko 1 und Risiko 12) wirksam geworden.

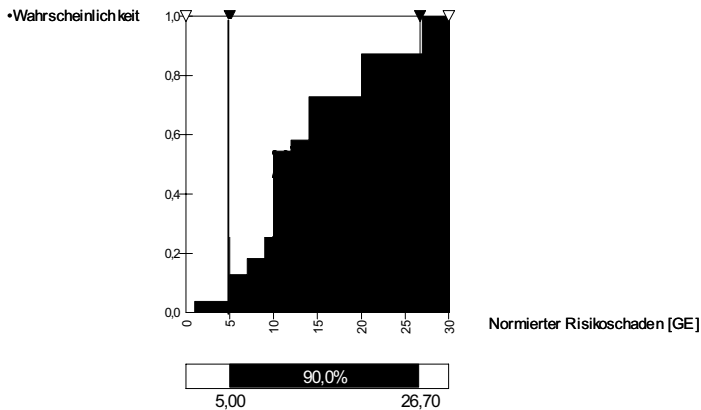
Durch die Risikominimierung hat sich ein neuer Risikoschadensbereich zwischen 0,3 [GE] (Minimum) und 5 [GE] (Maximum) ergeben (vorher 2 [GE] (Minimum) bis 8,3 [GE] (Maximum)).

Der Median ist von 4 [GE] auf 1,1 [GE] gesunken. Die Standardabweichung ist von 1,95 [GE] auf 1,34 [GE] gesunken, die Einzelwerte streuen nach Einsatz der risikominimierenden Maßnahmen durchschnittlich ähnlich gering um den Erwartungswert bzw. Mittelwert wie vorher.

Es hat sich auch für Risiko 12 durch den Einsatz der ausgewählten Maßnahme M3 eine deutliche Reduzierung der ursprünglichen Risikoschäden ergeben.

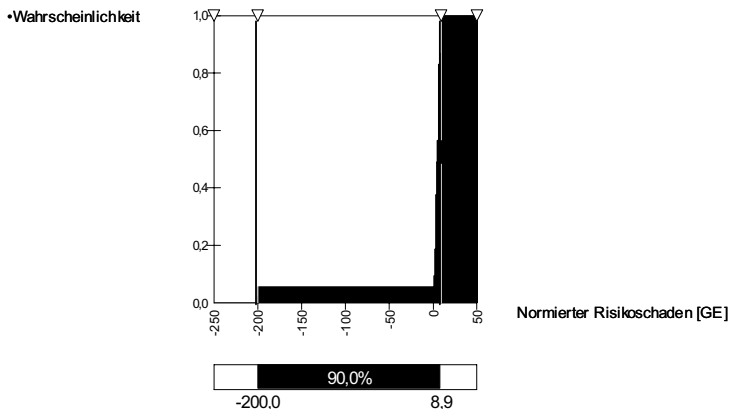
<sup>129</sup> M3: „Umfassende Schulung der Anwender“

## Einzelrisiko 14: „Der zeitliche Projektplan kann nicht eingehalten werden“



**Abbildung 55:** Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 14 ohne risikominimierende Maßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk



**Abbildung 56:** Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 14 nach Risikominimierung

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Im Rahmen der linearen Optimierung wurde für das Risiko 14 die risikominimierende Maßnahme M35<sup>130</sup> ausgewählt, welche mit ihrem Mehrfachnutzen auch eine risikominimierende Wirkung auf die Risiken 10, 14 und 15 hat.

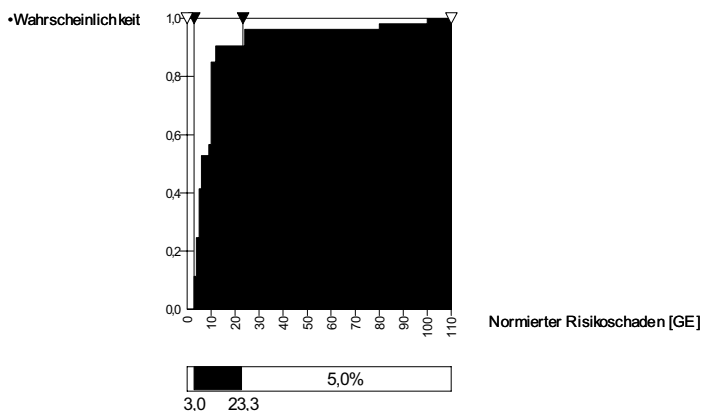
<sup>130</sup> M35: „Permanentes Monitoring durch den Projektleiter“

Der Bereich der Risikoschäden ist von 1 [GE] (Minimum) bis 26,7 [GE] (Maximum) auf -200 [GE] (Minimum) bis 8,9 [GE] (Maximum) gesunken. Nach dem Einsatz der risikominimierenden Maßnahmen tritt in 10% der Fällen ein möglicher Risikoschaden von höchstens 0 [GE] ein.

Der Median liegt bei 4,3 [GE] (vorher 10 [GE]). Die Standardabweichung ist von 6,94 [GE] auf 47,34 [GE] gestiegen, wodurch eine höhere Streuung als vor Maßnahmeneinsatz zu verzeichnen ist. Erklären lässt sich diese Erhöhung entsprechend der Erläuterung bei Risiko 10 (vgl. Risikoerläuterung Risiko 10) aufgrund der unterschiedlichen Einschätzungen der Maßnahmewirksamkeit durch die Befragten.

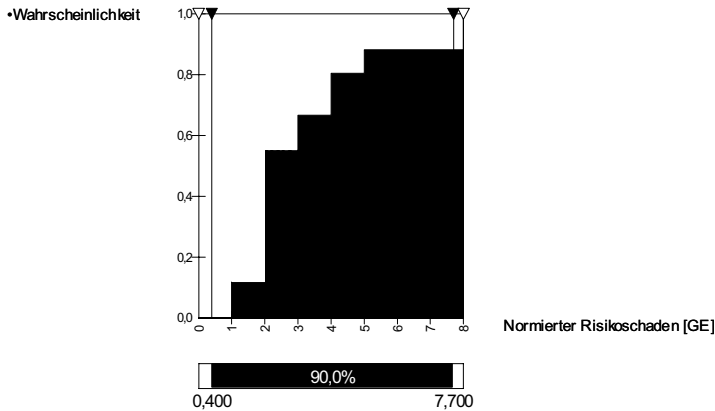
Insgesamt kann auch für dieses Risiko eine deutliche Minderung der möglichen Risikoschäden durch die im Rahmen der linearen Optimierung identifizierte Maßnahme festgestellt werden.

Einzelrisiko 15: „Die notwendigen Deliverables werden nicht geliefert.“



**Abbildung 57:** Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 15 ohne risikominimierende Maßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk



**Abbildung 58:** Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 15 nach Risikominimierung

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

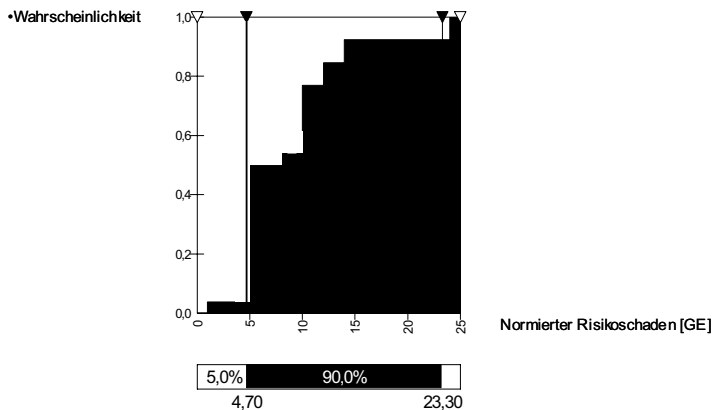
Für das Risiko 15 wurde ebenfalls die Maßnahme M35 durch das Präventivverfahren ausgewählt.

Die Risikoschäden liegen nach Realisierung der Maßnahme zwischen 0,4 [GE] (Minimum) und 7,7 [GE] (Maximum) (vorher 3 [GE] (Minimum) bis 100 [GE] (Maximum), was eine deutliche Verringerung potenzieller Schäden bedeutet.

Der Median ist von 5,3 [GE] auf 1,9 [GE] gesunken, die durchschnittliche Streuung um den Erwartungswert bzw. Mittelwert von 16,529 [GE] auf 2,08 [GE].

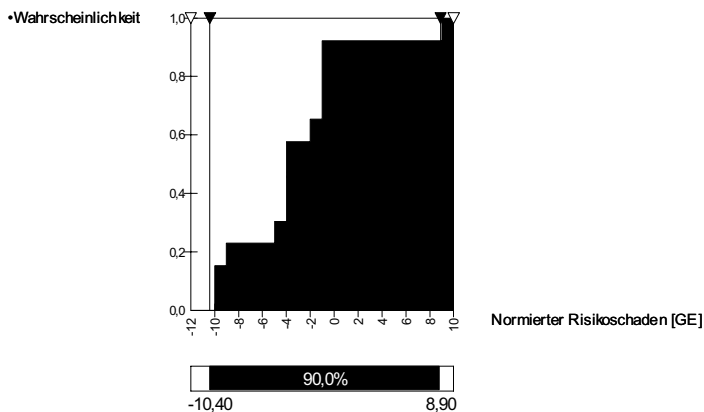
Für Risiko 15 kann aufgrund der beschriebenen Verlagerung des Bereichs der Risikoschäden und der Veränderung des Mittelwerts ebenfalls eine deutliche Minderung des Risikos durch den Einsatz des optimalen Maßnahmenbündels festgestellt werden.

## Einzelrisiko 18: „Das Sicherheitsmodell ist nicht adäquat.“



**Abbildung 59:** Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 18 ohne risikominimierende Maßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk



**Abbildung 60:** Summenhäufigkeitskurve Risikoschaden Nr. 18 nach Risikominimierung

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Für Risiko 18 wurden die risikominimierenden Maßnahmen M54<sup>131</sup> und M55<sup>132</sup> im Rahmen der linearen Optimierung ausgewählt. Neben dem jeweiligen Einzelnutzen

<sup>131</sup> M54: „Definition grundlegender Sicherheitsrichtlinien.“

<sup>132</sup> M55: „Definition eines neuen Sicherheitskonzeptes.“

der Maßnahmen für das Risiko wird zusätzlich der Kombinationsnutzen wirksam, welcher durch die Auswahl beider Maßnahmen gemeinsam generiert wird.

Der Bereich der möglichen Risikoschäden ist bei Risiko 18 von Min 1 [GE] bis Max 23,3 [GE] auf Min -10,4 [GE] bis Max 8,9 [GE] gesunken. Die möglichen Risikoschäden haben sich durch den Einsatz der risikominimierenden Maßnahmen um ein Vielfaches verringert. Vor dem Einsatz der risikominimierenden Maßnahmen ist in 100% aller Fälle ein Risikoschaden entstanden. Nach dem Einsatz der risikominimierenden Maßnahmen tritt in 92% der Fälle kein möglicher Restrisikoschaden mehr ein. Die ausgewählten risikominimierenden Maßnahmen haben somit sehr stark zur Verringerung des Risikos beigetragen.

Der Median ist von 5 [GE] auf -4,3 [GE] gesunken. Die Standardabweichung ist von 5,33 [GE] auf 4,87 [GE] gesunken. Die Einzelwerte nach Einsatz der risikominimierenden Maßnahmen streuen somit durchschnittlich etwas weniger um den Erwartungswert bzw. Mittelwert.

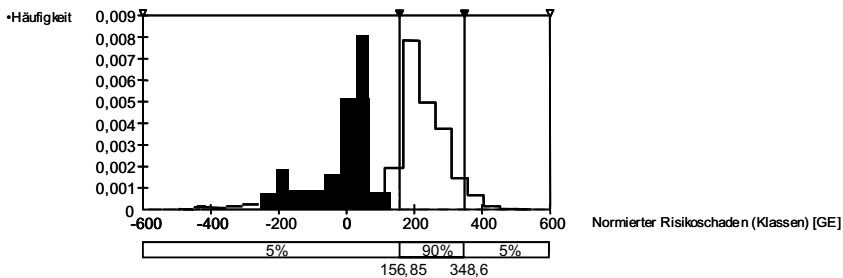
Die Minderung der möglichen Risikoschäden zeigt deutlich, dass durch den Einsatz der durch das Präventivverfahren ermittelten Maßnahmen eine starke Verringerung des Risikos 18 stattgefunden hat.

#### *9.3.1.2 Gesamtrisiken*

Nachdem eine kurze vergleichende Analyse der Ergebnisse der Einzelrisiken vor und nach Maßnahmeneinsatz stattgefunden hat, bei welcher festgestellt wurde, dass alle Risikoschäden der Einzelrisiken, für welche eine risikominimierende Maßnahme ermittelt wurde, durch den Einsatz des Präventivverfahrens verringert wurden, sollen nun die durch Simulation ermittelten Gesamtrisiken vor und nach Maßnahmeneinsatz verglichen werden.<sup>133</sup>

---

<sup>133</sup> Eine ausführliche Darstellung der Häufigkeitsverteilung und Summenhäufigkeit der einzelnen Risiken wurde bereits in Kapitel 7 für das Gesamtrisiko ohne Maßnahmen und in Kapitel 9 für das Gesamtrisiko nach Maßnahmenrealisierung durchgeführt, und soll an dieser Stelle nicht wiederholt werden.



**Abbildung 61:** Vergleichende Darstellung Histogramm des Gesamtrisikos mit und ohne Maßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung mit der Software @Risk

Abbildung 61 vergleicht die beiden Histogramme des Gesamtrisikos zum einen ohne den Einfluss risikominimierender Maßnahmen und zum anderen nach Realisierung des optimalen Maßnahmenbündels. Bei dem rechts dargestellten Histogramm handelt es sich um das Gesamtrisiko ohne Einfluss risikominimierender Maßnahmen. Bei dem schwarz (links) dargestellten Histogramm handelt es sich um das Gesamtrisiko nach Identifikation und Umsetzung der im Rahmen des Präventivverfahrens als optimal ermittelten Maßnahmen.

Entsprechend der Achsenbeschriftung der Einzeldarstellungen sind auch hier auf der Abszisse die Risikoschäden abgetragen. Auf der Ordinate finden sich die Häufigkeiten in Prozent.

Bei dieser vergleichenden Darstellung wird die Veränderung des Bereichs der möglichen Risikoschäden des Gesamtrisikos vor und nach Maßnahmenrealisierung sehr deutlich. Die Risikoschäden des Gesamtrisikos vor Realisierung der optimalen Maßnahmen bewegen sich zwischen 113 [GE] (Minimum) und 546,9 [GE] (Maximum), die Risikoschäden des Gesamtrisikos nach Realisierung der optimalen Maßnahmen hingegen zwischen -496 [GE] (Minimum) und 134,03 [GE] (Maximum). Der Erwartungswert bzw. Mittelwert liegt bei der Gesamtrisikobetrachtung vor Einsatz des Präventivverfahrens bei 232,36 [GE], bei der Betrachtung nach Durchführung der durch die lineare Optimierung ermittelten Maßnahmen bei 24,54 [GE].

Der Bereich der möglichen Risikoschäden wurde um ein Vielfaches verringert. Es ist deutlich, dass die Durchführung des im Rahmen des Präventivverfahrens ermittelten optimalen Maßnahmenbündels ein sehr geeignetes Mittel zur Risikomini-

mierung darstellt. Es kann eine stark risikominimierende Wirkung der Maßnahmen unter Einhaltung der vorgegebenen Rahmenbedingungen (in Form von Nebenbedingungen) nachgewiesen werden.

Des Weiteren ist deutlich erkennbar, dass die Verteilung der Gesamtrisikosituation vor Maßnahmenrealisierung im Vergleich zur Situation nach Maßnahmenrealisierung eine geringere Streuung hat. Bei der Gesamtrisikosituation ohne Maßnahmen liegen die Einzelwerte durchschnittlich 60,28 [GE] vom Mittelwert entfernt, bei der Situation mit Maßnahmen durchschnittlich um 101,66 [GE].

Die Streuung der Risikoschäden vor Maßnahmenrealisierung ist kleiner als die Streuung nach Maßnahmenrealisierung. Für das Gesamtrisiko bedeutet dies, dass die Einschätzungen bzgl. der Wirkungen der Maßnahmen im Rahmen der empirischen Erhebung größeren Schwankungen unterliegen; die Einschätzungen sind nicht so homogen, wie die Risikoeinschätzungen ohne Maßnahmeneinfluss.

Aufgrund der zahlreichen Erfahrungen der Befragten in ihren individuellen Projekten sind unterschiedliche Einschätzungen in die Bewertung der Maßnahmen eingeflossen. Die Bewertung für die Risiken als solche kann als recht homogen bezeichnet werden. Die Maßnahmen hingegen unterliegen gerade aufgrund der zahlreichen positiven und negativen Einflüsse im Projekt- und Unternehmensumfeld größeren Schwankungen im Hinblick auf die Einschätzung ihres Wirkungsgrads.

Dies ist ein deutliches Indiz dafür, dass Projektsituationen und das Projektumfeld eine sehr bedeutende Rolle spielen, und vor allen zu treffenden Entscheidungen im Zusammenhang mit der Behebung von Projektrisiken, umfangreich analysiert und berücksichtigt werden sollten.

Anhand dieser vergleichenden Darstellung sind zwei Aspekte deutlich:

1. Die eingesetzte Methode der linearen Optimierung stellt eine geeignete Methode zur Ermittlung eines Maßnahmenbündels dar, welches aus einer Vielzahl von möglichen Maßnahmen diejenigen auswählt, die für die konkrete Risikosituation den optimalen Nutzen bzw. die optimale Wirkung zur Risikominimierung liefern.

2. Des Weiteren wird deutlich, dass das eingesetzte Verfahren zur Ermittlung des Gesamtrisikos durch Risikoanalyse mittels Simulation ein geeignetes Instrumentarium darstellt, um Risikosituationen im Projektgeschäft in ihrer Gesamtheit darzustellen, zu analysieren und vergleichende Betrachtungen anzustellen. Durch vergleichende graphische Darstellungen können den Projektbeteiligten die Ergebnisse anschaulich vermittelt werden.



Betrachtet man diese beiden Methoden in ihrem Zusammenspiel als Werkzeug der Risikoanalyse durch Simulation für Projektrisiken in IT-Projekten zur Unterstützung der Aufgabe des Risikomanagements, lässt sich schlussfolgern, dass sich beide Verfahren ergänzen und gemeinsam die Problematik und Anforderungen einer vergleichende Risikoanalyse und optimalen Risikoprävention erfüllen.

Es wurde somit ein präventives Verfahren entwickelt, welches dem Risikomanagement in der Praxis Hilfestellung leistet und Informationen bereitstellt, durch die eine optimale Projektrealisierung unterstützt werden kann.

### 9.3.2 Vergleichende Darstellung der Projektkosten

Wie bereits in Abschnitt 9.2 soll auch an dieser Stelle abschließend ein Vergleich der Gesamtkostensituationen durchgeführt werden, um eine Übertragung der Ergebnisse auf die Projektsituation in der Praxis, zu gewährleisten:

Für die Ausgangsmodellierung lässt sich folgende Rechnung darstellen:<sup>134</sup>

Projektvolumen	100 [GE]
Maßnahmenbudget	29,72 [GE]
Maximaler Risikoschaden vor Einsatz risikominimierender Maßnahmen	232,8165 [GE]
Max. Restrisikoschäden nach Maßnahmenereinsatz	134,03 [GE]

**Tabelle 36:** Übersichtsrechnung Ausgangsmodellierung

Quelle: Eigene Darstellung

Bei Anwendung der dargestellten Modellierungen können die maximalen Kosten des Projektes bei Einsatz von 29,72% des Projektvolumens als Maßnahmenbudget auf 263,75 [GE] begrenzt werden. Dieser Betrag setzt sich zusammen aus dem Projektvolumen von 100 [GE], dem Maßnahmenbudget von 29,72 [GE], sowie maximal weiteren Kosten in Höhe von durchschnittlich 134,03 [GE] im Falle des Eintretens des gesamten Restrisikos.

Vergleichend hierzu wird nun die Projektsituation ohne den Einsatz des Verfahrens zur Risikominimierung dargestellt:

<sup>134</sup> Vgl. auch Kapitel 7

Projektvolumen	100 [GE]
Maßnahmenbudget	0 [GE]
Maximaler Risikoschaden vor Einsatz risikominimierender Maßnahmen	232,36 [GE]
Maximaler Risikoschaden nach Maßnahmeneneinsatz	232,36 [GE]

**Tabelle 37:** Übersichtsrechnung ohne Risikoprävention

Quelle: Eigene Darstellung

Werden keine Maßnahmen realisiert, bestehen mögliche maximale Kosten in Höhe von 332,36 [GE] (Summe aus Projektvolumen und maximalem Risikoschaden).

Vergleicht man abschließend diese beiden Projektsituationen, so ergibt sich folgende Übersicht:

N r.	Projektvolumen	Maßnahmenbudget	Zwischensumme feste Kosten	Mögliche weitere Kosten: maximaler Risikoschaden	Maximale Gesamtkosten
A	100 [GE]	27,92 [GE]	129,72 [GE]	134,03 [GE]	263,75 [GE]
B	100 [GE]	0 [GE]	100 [GE]	232,36 [GE]	332,36 [GE]

**Tabelle 38:** Vergleichende Gesamtübersicht

Quelle: Eigene Darstellung

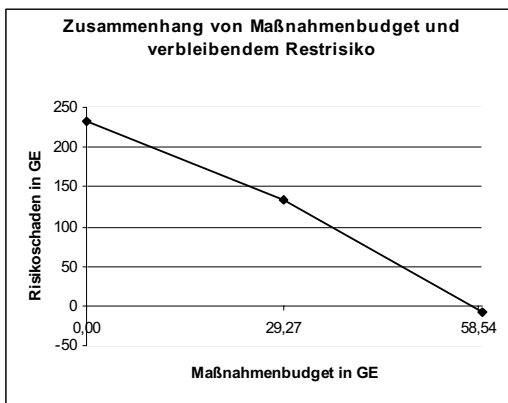
Insgesamt konnten die maximal möglichen Gesamtkosten durch den Einsatz der ausgewählten risikominimierenden Maßnahmen um fast 60% gemindert werden. Dieses Ergebnis macht deutlich, dass es notwendig und hilfreich ist, vor Beginn eines Projektes nicht nur die Projektkosten selbst, sondern auch mögliche Risiko-Folgekosten (Risikoschäden) zu berücksichtigen, um geeignete Maßnahmenbudgets für die Minderung auftretender Risiken zu kalkulieren und bei der Projekt-Gesamtkosten-Planung zu berücksichtigen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Risikoschaden durch die frühe Einbeziehung eines umfassenden Risikomanagements mit geeigneten Risikomanagementtools um ein Vielfaches (ggf. präventiv) reduziert werden kann und die maximalen Projektkosten kalkulierbar sind. Dem Risiko eines stark überhöhten Pro-

jektbudgets, was in zahlreichen Fällen einen Projektstopp zur Folge haben kann und ein klassisches Projektrisiko darstellt (die wenigsten Projekte können mit dem ursprünglich geplanten Budget realisiert werden), kann damit vorgebeugt werden.

### 9.3.3 Risikomanagement im Kontext von Maßnahmenbudget und Restrisiko

Nachdem ausführlich zahlreiche Modellierungen und Optimierungen auf Basis der Daten der empirischen Erhebung durchgeführt wurden, lässt sich abschließend der Zusammenhang von Maßnahmenbudget und Restrisikoschäden im Kontext von Risikomanagement auf Basis der diskutierten Ergebnisse wie folgt zusammenfassen und verallgemeinern:



**Abbildung 62:** Kontext von Maßnahmenbudget und Restrisiko

Quelle: Eigene Darstellung

Die diskutierten Berechnungen, Simulationen und Optimierungen haben deutlich den Zusammenhang zwischen alternativen Maßnahmen, verfügbarem Maßnahmenbudget und der Auswahl in Form eines optimalen Maßnahmenbündels als Aufgabe eines präventiven Risikomanagements gezeigt.

Abbildung 62 stellt verschiedene Kombinationen von Maßnahmenbudgets im Verhältnis zum verbleibenden Restrisiko dar, welches nach Realisierung des optimalen Maßnahmenbündels zu dem Budget zurückbleibt.

Anhand der Abbildung ist deutlich erkennbar, dass ein hohes Maßnahmenbudget aufgrund der Möglichkeit der Realisierung einer Vielzahl von Maßnahmen

stark risikominimierend wirken kann. Die verbleibenden Risikoschäden sinken mit steigendem Maßnahmenbudget. Je mehr risikominimierende Maßnahmen in einem Projekt durchgeführt werden können, desto geringer ist die Gefahr eines verbleibenden Restrisikos.

In der Praxis sind die Projektbudgets i.d.R. jedoch begrenzt und es können nicht beliebig viele Maßnahmen durchgeführt werden. Die Notwendigkeit eines Optimierungsverfahrens zur Auswahl der geeigneten Maßnahmen wird damit deutlich.

Für ein Projekt kann es neben einem optimalen Maßnahmenbündel auch ein geeignetes Maßnahmenbudget geben. Das geeignete Maßnahmenbudget ist genau so hoch, dass die notwendigen risikominimierenden Maßnahmen realisiert werden können, auf der anderen Seite aber auch zahlreiche Maßnahmen, welche keinen zusätzlichen Nutzen für das Projekt bzw. die konkrete Risikosituation erzielen, nicht realisiert werden.

Bei der Auswahl geeigneter Maßnahmen ist in allen Fällen zu berücksichtigen, dass die Einschätzung der Wirkung der Maßnahmen und damit der Risikominimierung immer subjektiver Natur ist. Bei der Umsetzung der Maßnahmen besteht deshalb immer die Gefahr, dass Risiken nicht ausreichend bzw. nicht in der geschätzten Form gemindert werden und die Maßnahmen nicht ihre geplante Wirkung erzielen bspw. aufgrund von unbekannten Projektumfeldeinflüssen. Dieser Ungewissheit sollte man sich während des gesamten Projektverlaufs bewusst sein und sie in seiner Risikobetrachtung umfassend berücksichtigen, z.B. durch einen geplanten Puffer im Projekt- bzw. Maßnahmenbudget.

Betrachtet man die Ergebnisse in Abbildung 62 so lassen sich für die Höhe eines optimalen Maßnahmenbudgets folgende Aussagen machen: Auf Basis der Ergebnisse der empirischen Erhebung wurde ein durchschnittliches Maßnahmenbudget von 29,72 [GE] ermittelt. Setzt man dieses in das Verhältnis zum festgelegten Projektvolumen von 100 [GE] so wurde im Rahmen der empirischen Erhebung ein durchschnittliches Maßnahmenbudget in Höhe von 29 % des Projektvolumens ermittelt.

Betrachtet man vergleichend die Ergebnisse der einzelnen Modellvarianten und die Ergebnisse der empirischen Erhebung und führt diese in der obigen Abbildung zusammen, so ergeben sich auf Basis aller Berechnungen weitere Erkenntnisse:

Wird für die Behebung von möglichen Projektrisiken kein Maßnahmenbudget zur Verfügung gestellt, ist der mögliche Risikoschaden des Gesamtrisikos, wie bereits ausführlich bei der Betrachtung der Gesamtrisikosituation ohne den Einsatz risikominimierender Maßnahmen beschrieben, als sehr hoch zu beschreiben (232,36 [GE]), so dass in vielen Fällen von einem Scheitern des Projektes auszugehen ist (vollständiger möglicher Risikoschaden).

Betrachtet man vergleichend dazu den Wert des Restrisikos von 0 [GE] und den des zugehörigen Maßnahmenbudgets von 58,54 [GE], so ist eine vollständige Reduzierung des Risikoschadens des Gesamtrisikos feststellbar.

Dies bedeutet, dass ca. 60% des Projektvolumens auf Basis der im Rahmen der empirischen Erhebung ermittelten Ergebnisse ein optimales Maßnahmenbudget zur Risikominimierung des gesamten ermittelten Projektrisikos darstellt. Aufgrund dieses Maßnahmenbudgets ist es möglich, den möglichen Risikoschaden durch zahlreiche Maßnahmen auf 0 [GE] zu reduzieren. Die abgegebene Prozentzahl stellt einen Richtwert für ein geeignetes Maßnahmebudget dar. Für die Ermittlung eines geeigneten Maßnahmenbudgets für das individuelle Projekt ist es von zentraler Bedeutung, die eigene Projektsituation kritisch zu reflektieren und die Besonderheiten des individuellen Projektumfelds und der Projektsituation bei der Festlegung des Maßnahmenbudgets zu berücksichtigen. Bereits vor Projektbeginn sollte deshalb deutlich werden, welche Risikobereitschaft der Projektleiter bzw. der Projektsponsor hat. Des Weiteren sollte individuell entschieden werden, ob es notwendig ist, alle Risiken präventiv zu vermeiden. Ggf. hat die Vergangenheit gezeigt, dass sich anfangs darstellende Risiken im Projektverlauf nicht oder schwächer als vermutet auftreten. Ebenfalls könnten zu Projektbeginn Risiken unterschätzt oder übersehen worden sein, welche im späteren Projektverlauf einen hohen Risikoschaden verursachen. In diesem Fall muss ggf. überlegt werden, ob das Maßnahmenbudget während des laufenden Projektes erhöht wird.

Ein Projekt- oder Risikomanager muss sich demnach immer überlegen, inwieweit ein Gesamtrisiko begrenzt werden soll. Ggf. ist es sinnvoll einen Risiko- oder Abschlag auf die vorgeschlagene Höhe des Maßnahmenbudgets zu erheben. Dies ist immer abhängig von dem zu erstellenden Produkt, dem Erfahrungshorizont der Mitarbeiter und natürlich dem verfügbaren Projektvolumen.

Zudem ist die Gefahr zu berücksichtigen, dass ausgewählte Gegenmaßnahmen nicht den gewünschten Effekt zeigen und es weiterer Maßnahmen (und Kosten)

bedarf, um das entsprechende Risiko zu minimieren. Ebenfalls kann es in einigen Fällen sinnvoll sein, keine risikominimierenden Maßnahmen zu ergreifen, da sich das identifizierte Risiko im Zeitablauf in der Eintrittswahrscheinlichkeit verändert hat und keine Bedrohung mehr für das Projekt darstellt.

Bei der Bestimmung des Maßnahmenbudgets im konkreten Fall sollte allerdings zwingend berücksichtigt werden, dass an einem bestimmten Punkt das positive Verhältnis bzw. der positive Grenznutzen zwischen Kosten und Nutzen (eine weitere [GE] Maßnahmenbudget führt zu einer weiteren Verringerung des Restrisikos) überschritten ist, und durch eine zusätzliche Geldeinheit [GE] Maßnahmenbudget keine weitere relevante Risikominimierung mehr realisiert werden kann.

Die dargestellten Ausführungen zu der Höhe des geeigneten Maßnahmenbudgets von 60% sollen einen Hinweis bzw. eine Leitlinie auf Basis des Zusammenspiels von theoretischen Methoden und Werkzeugen und Daten aus der Praxis geben, welche ein Projekt- oder Risikomanager bei der Kalkulation seines Maßnahmenbudgets berücksichtigen sollte.

Alle dargestellten Ausführungen und Methoden können Hilfestellungen im Rahmen des Projektmanagementprozesses bieten. Es zeigt sich, dass verschiedene Methoden der BWL, Statistik etc. auch in diesem Zusammenhang geeignete Werkzeuge zur Identifikation und Behandlung von Risiken im Projekt sind und in der alltäglichen Projektarbeit in neuer Kombination bzw. Ausführung unterstützend wirksam sein können.

## 10 Kritische Würdigung und Ausblick

Betrachtet man die Darstellungen der vorliegenden Arbeit, so zeigt sich, welche Bedeutung die frühzeitige Einbindung eines Risikomanagements im Bereich von Projekten hat.

Es wird deutlich, dass sich die möglichen Risikoschäden eines Projektes um ein Vielfaches verringern, sofern der Einsatz geeigneter Maßnahmen zur Risikominimierung geplant und umgesetzt wird.

Im Rahmen dieser Arbeit konnte durch die Verwendung mathematischer und statistischer Methoden und Werkzeuge ein Verfahren entwickelt werden, um Projektrisiken ausgehend von subjektiven Einschätzungen und Erfahrungen zu bewerten, sie in ihrer Gesamtheit durch Simulation (unter Berücksichtigung verschiedener Risikoeinschätzungen) zu betrachten und auf Basis eines ganzheitlichen Ansatzes durch die Auswahl des optimalen Maßnahmenbündels zu minimieren. Durch diese analytische Betrachtung der Gesamtrisikosituation eines Projektes ist es gelungen eine strukturierte Herangehensweise zur Abschätzung von Projektrisiken zu bieten und geeignete Maßnahmen zu ihrer Minimierung zu ermitteln.

Wie bereits bei der Beschreibung der empirischen Erhebung deutlich wurde, können Risikoeinschätzungen von Experten oder Projektbeteiligten sehr unterschiedlich sein. @Risk bietet ein geeignetes Verfahren, um diese Einschätzungen in Häufigkeitsverteilungen zu bündeln, das Einzelrisiko als Häufigkeitsverteilung darzustellen und das Gesamtrisiko mit Hilfe der Monte-Carlo-Simulation auf Basis verschiedener Einzelrisiken zu ermitteln. Einem Projekt- oder Risikomanager kann so anschaulich verdeutlicht werden, wie das Gesamtrisiko im Projekt einzuschätzen ist. Das Präventivverfahren bildet aufbauend auf der Beurteilung des Gesamtrisikos eine hilfreiche Unterstützung, wenn es um die Frage geht, welche Maßnahmen geeignet sind und ausgewählt werden sollten, um das Risiko zu mindern. Durch die mathematische Optimierung der Kosten und Nutzen wird dem Anwender deutlich, welche Maßnahmen in welcher Kombination einzusetzen sind.

Der abschließende Vergleich bzw. die abschließende @Risk-Modellierung nach Realisierung der Maßnahmen zeigt dem Anwender, wie stark sich seine Risikosituation verändert und ob er in die Modellierung mit dem Präventivverfahren eventuell weitere Maßnahmen zur Prüfung integrieren sollte. Die abschließende Modellierung zeigt auch, ob die durchgeführte Optimierung erfolgreich war und welche Schadensminderung im Mittel zu erwarten ist.

Es ist somit festzustellen, dass die durchgeführten Modellierungen hilfreiche Methoden zur Ermittlung eines optimalen Maßnahmenbündels zur Risikominimierung darstellen und die Wirksamkeit dieser Maßnahmen durch den abschließenden Vergleich der Risikosituationen vor und nach Einsatz des Präventivverfahrens verifiziert werden können.

Durch die empirische Erhebung war es möglich bisher unbekannte (nicht veröffentlichte) Daten aus der Praxis in Form von Kosten und Schäden von Risiken einerseits und Wirkungen und Kosten von Maßnahmen andererseits zu ermitteln. Diese Daten stellen die Grundlage für die entwickelten mathematischen Modellierungen dar.

Der Berechnungsaufwand für die Risikosimulation und für das kombinatorische mathematische Optimierungsmodell der linearen Optimierung erweist sich als gut beherrschbar. Dadurch ist die Praktikabilität und Robustheit des vorgeschlagenen Verfahrens nachgewiesen. Ein besonderes Augenmerk ist jedoch auf die empirische Erfassung und Quantifizierung der Risikoschäden und Eintrittswahrscheinlichkeiten zu richten. Hierdurch konnte eine systematische Auswertung von Projekten realisiert werden.

Durch das Zusammenspiel von Theorie und Praxis konnte die Relevanz der theoretischen Modellierungen bewiesen werden.

Die dargestellten Methoden und Werkzeuge sind geeignet, den Projekt- bzw. Risikomanager im Rahmen seiner täglichen Arbeit und bereits vor Projektbeginn zu unterstützen. Es können mögliche projektgefährdende Risiken frühzeitig identifiziert und behoben werden. Aufgrund der Kenntnis von möglichen auftretenden Kosten für Risikoschäden oder geeignete Gegenmaßnahmen ist eine realistische Kostenkalkulation des Projektbudgets sichergestellt. Die Anzahl der gestoppten oder verzögerten Projekte aufgrund von überzogenen Projektbudgets kann verringert werden.

Der Bereich des Projekt-Risikomanagements bedarf auch in der Zukunft einer weiteren umfassenden Betrachtung und wird in seiner Bedeutung noch zunehmen. Insbesondere hinsichtlich der sich kontinuierlich steigenden Wettbewerbsintensität muss das bereitgestellte Budget für ein Projekt optimal eingesetzt werden und kostspielige Zusatzaufwände bzw. Risiken minimiert werden, um die Projektziele in geplanter Qualität zu realisieren.

Die Vielzahl von positiven Effekten der Arbeitsform „Projekt“ kann nur zur vollen Wirkung und Entfaltung gebracht werden, wenn sich systematisches Projekt-



Risikomanagement als integraler und selbstverständlicher Bestandteil der täglichen Projektarbeit etabliert.

## Quellenverzeichnis

- Adam, Dietrich** Planung und Entscheidung, 4. Aufl., Wiesbaden 1996
- Altrogge, Günter** Netzplantechnik, 3. Aufl., München 1996
- Balzer, Helmut** Den Erfolg im Visier, Stuttgart 1998
- Bamberg, Günter;** Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, 10. Aufl.,  
**Coenenberg, Adolf G.** München 2000
- Corsten, Hans;** Projektmanagement: Einführung, 1. Aufl., München  
**Corsten, Hilde** 2000
- Deutsche Gesellschaft für Projektmanage-** Projektmanagement-Fachmann, 6. Aufl., Eschborn  
**ment e.V.** 2001
- Diethelm, Gerd** Projektmanagement, Berlin 2000
- Döhring, Jens** Das Gesamtrisiko einer Bank unter besonderer Berücksichtigung formaler Risikoverbundeffekte.“, in Mitteilungen und Berichte des Instituts für Bankwirtschaft und Bankrecht an der Universität zu Köln, Abteilung Bankwirtschaft, 26. Jg. 1995, Heft 74, S. 49
- Dye, L-D;** Project Portfolio Management, West
- Pennymaker, J.-S.** Chaster
- Frey, Herbert C.;** Monte Carlo Simulation, München 2001
- Nießen, Gero**
- Gnedenko, Boris W.** Lehrbuch der Wahrscheinlichkeitstheorie, 10. Auflage, Frankfurt 1997
- Grochla, Erwin;** Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, 3. Aufl.,  
**Wittmann, Waldemar** Stuttgart 1939
- Hengartner, Walter** Einführung in die Monte-Carlo-Methode, München 1978
- Hipp, Christian** Risikotheorie: Stochastische Modelle und
- Michel, Reinhard** Statistische Methoden, Schriftenreihe angewandte Versicherungsmathematik, Heft 24, Karlsruhe 1990
- Kohlas, Jürg** Monte Carlo Simulation im Operations Research, Heidelberg 1972
- Küpper, Willi;** Netzplantechnik, Würzburg 1975
- Lüder Klaus;**

<b>Streitferdt, Lothar</b>	Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Leipzig 1928
<b>Lehmann, Max-R.</b>	Netzplantechnik im Projektmanagement, in: Litke, Hans-Dieter: Projektmanagement: Handbuch für die Praxis, München 2005, S. 346-370
<b>Litke, Hans-Dieter</b>	
<b>LINDO Systems</b>	LINGO user's guide, Chicago 1998
<b>Löffelholz, Josef</b>	Repetitorium der Betriebswirtschaftslehre, 5. Aufl., Wiesbaden 1995
<b>Mack, Thomas</b>	Schadensversicherungsmathematik, Schriftenreihe angewandte Versicherungsmathematik Heft 28, 2. Auflage, Karlsruhe 2002
<b>Mellerowicz, Konrad</b>	Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 14. Aufl., Berlin 1973
<b>PMI</b>	PMI-Book, Newtown Square 2000 Project Management Institute: A Guide to the Project Management Body of Knowledge, USA 1996, S. 112
<b>Rubinstein, Reuven Y.</b>	Simulation and the Monte Carlo Method, USA, 1981
<b>Saxer, Walter</b>	Versicherungsmathematik, Reprint, Heidelberg 1979
<b>Schnorrenberg, Uwe;</b>	Risikomanagement in Projekten, Wiesbaden 1997
<b>Goebels, Gabriele</b>	
<b>Schwarze, Jochen</b>	Projektmanagement mit Netzplantechnik, 8. Aufl., Herne 2001
<b>Schwarze, Jochen</b>	Wahrscheinlichkeitsrechnung und induktive Statistik, 7. Aufl., Herne 2001
<b>Sobol, M. I.</b>	Die Monte-Carlo-Methode: mit 5 Tabellen, 4. Aufl., Berlin 1991
<b>Steinbuch, Pitter</b>	Projektorganisation und Projektmanagement, Kiel 1998
<b>Vose, David</b>	Risk analysis, Reprint, West Sussex, 2004
<b>Wideman, R. Max</b>	Project and Program Risk Management, USA 1992
<b>Wolfsdorf, Kurt</b>	Versicherungsmathematik, Stuttgart 1988
<b>Wolff, Karl-H.</b>	Versicherungsmathematik, Wien 1970
<b>Handbücher:</b>	
<b>Frese, Erich</b>	Handwörterbuch der Organisation, 3. Aufl., Stuttgart 1992

<b>Institut der Wirtschafts-</b>	Wirtschaftsprüfer-Handbuch: Handbuch für die
<b>Prüfer in Deutschland</b>	Rechnungslegung, Prüfung und Beratung in
<b>e.V.</b>	Deutschland, 12. Aufl., Düsseldorf 2000
<b>Madauss, Bernd</b>	Handbuch Projektmanagement, 6. Aufl., Stuttgart 2000
<b>Palisade Corporation</b>	@Risk, Version 4, Newfield 2001

Zeitschriftenartikel:

<b>Gleißner, Werner</b>	Die Aggregation von Risiken im Kontext der Unternehmensplanung, in: Zeitschrift für Controlling und Management, 48. JG, 2004, Heft 5
<b>Gleißner, Werner</b>	Investitionsrechnung und Performance-Management- Risiken gezielt erfassen, in CF – Controlling und Finance Newsletter, Heft 10/2004, S. 2-4
<b>Gleißner, Werner; Meier, Günter</b>	Risikoaggregation mittels Monte-Carlo-Simulation, in Versicherungswirtschaft, Heft 13/1999

Studienmaterial:

<b>Preßmar, Dieter B.</b>	Begleitmaterial zur Vorlesung Investitionstheorie, 1. Aufl., Hamburg 1999
<b>Preßmar, Dieter B.</b>	Begleitmaterial zur Vorlesung "Planung und Entwurf betrieblicher Informationssysteme", 4. Aufl., Hamburg 1999

Internet:

<b>GDPdU-Portal</b>	Startseite; Informationen zum Thema GDPdU; <a href="http://www.gdpdu-portal.com">www.gdpdu-portal.com</a> , Abruf 11.02.06
<b>Koordinierungs- und Bundesregierung für Informationstechnik in der Bundesverwaltung</b>	V-Modell Entwicklungsstandard für IT-Systeme des Bundes, Online im Internet: <a href="http://www.kbst.bund.de">www.kbst.bund.de</a> , Stand 03.02.2006, Abruf 11.02.06

Lexika:

**Gabler** Gabler-Wirtschafts-Lexikon, 14. Aufl.,  
Wiesbaden 1997

Sonstiges:

**KPMG** What Went Wrong? Studie zum Projektmanagement, Canada 1997

**Ernst & Young** Project Risk Model; Abbildungen zum Projekt-Risiko-  
**Wirtschaftsprüfungs AG** Management

Software:

**Lindo Systems** Lingo, Version 8, 2002

**Palisade Corporation** @Risk 4.5, Professional Version, 2003

## Anhang

Anhang 1: Darstellung des Fragebogens der empirischen Erhebung .....	228
Anhang 2: Übersicht über Mehrfachnutzen .....	236
Anhang 3: Darstellung des vollständigen Optimierungsmodells in LINGO (Ausgangsmodell).....	238
Anhang 4: Darstellung des vollständigen Optimierungsmodells der Modellvariante 1 in LINGO.....	247
Anhang 5: Darstellung des vollständigen Optimierungsmodells der Modellvariante 2 in LINGO.....	256
Anhang 6: Darstellung der Lösung der Maßnahmen u des Ausgangsmodells .....	265
Anhang 7: Darstellung der Lösung der Maßnahmen u der Modellvariante 1 .....	267
Anhang 8: Darstellung der Lösung der Maßnahmen u der Modellvariante 2 .....	269

## Anhang 1: Darstellung des Fragebogens der empirischen Erhebung

*Empirische Erhebung zu typischen-Risiken und möglichen Maßnahmen im Rahmen von ERP-Einführungsprojekten*

*Hinweis:* Natürlich werden alle von Ihnen gemachten Angaben vertraulich behandelt und nur anonymisiert verwendet!

Welche ERP-Software wurde in Ihrem Unternehmen/ haben Sie eingeführt ?

- ☐ SAP ☐ Oracle ☐ People Soft  
☐ J.D. Edwards ☐ BAAN ☐ Geac. Computer  
☐ Sonstige: \_\_\_\_\_

Für welche Unternehmensbereiche wurde die ERP-Software eingeführt?

- ☐ Finanzwesen ☐ Controlling ☐ Vertrieb  
☐ Einkauf ☐ Produktion ☐ Qualitätsmanagement  
☐ Personalwirtschaft ☐ Service-Management ☐ Projekt System  
☐ Treasury ☐ Instandhaltung ☐ \_\_\_\_\_  
☐ \_\_\_\_\_ ☐ \_\_\_\_\_ ☐ \_\_\_\_\_

*Skalen:*

Eintrittswahrscheinlichkeit der Risiken:

0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Ereignis tritt								sicheres Ereignis		
nicht ein										

Wirkung der Maßnahmen und Interdependenzen:

0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Keine Risiko-								Maximale		
minderung								Risikominderung		

Wie bewerten Sie nach oben dargestellten Skalen für ein von Ihnen durchgeführtes/ Ihnen bekanntes Beispielprojekt oder aufgrund von anderen Erfahrungswerten (Schätzwerten) die

- ◆ Eintrittswahrscheinlichkeit (WS) des Risikos
- ◆ Schadenshöhe (S) des Risikos in EUR
- ◆ Wirkung (W) der Maßnahmen
- ◆ Kosten (K) der Maßnahmen

Bitte geben Sie ebenfalls folgende Größen an (nur einmal anzugeben):

- ◆ Gesamtprojektbudget (GB) in EUR
- ◆ das für die Durchführung der Maßnahmen zur Verfügung stehende Gesamtbudget (MB) (in EUR)

Zudem können Sie Interdependenzen zwischen Risiken und Maßnahmen oder Maßnahmen und Maßnahmen kurz darstellen, und diesen eine entsprechende Wirkung nach oben dargestellten Skalen zuordnen.

Unter den jeweiligen Risiken und Maßnahmen ist zudem Platz für weitere, aus Ihrer Sicht relevante Risiken und Maßnahmen.



Nr.	Risiko	Maßnahme	Schadens- höhe d. Ri- sikos/ Kos- ten der Maßn.	Eintrittsw. d. Risikos/ Wirkung d. Maßn.	Gesamt- /Maß- nahmen- budget	Interdepen- denzen
A.	Die Anwender akzeptieren das neue System nicht.					
		1) Identifikation der Bedürfnisse der Anwender				
		2) Pretests mit Anwendern				
		3) Umfassende Schulung der Anwender				
		4) Zur Verfügungstellen von umfangreicher Dokumentation				
		5) Darstellung und Erklärung der Geschäftsprozesse für die Anwender				
B.	Gesetzliche Vorschriften werden nicht eingehalten wodurch das System Mängel im Bereich der Ordnungsmäßigkeit aufweist.					
		6) Definition von gesetzlichen Anforderun- gen/Richtlinien für Mitarbeiter				
		7) Prüfung des Systems auf Ordnungsmäßigkeit				
		8) Hinzuziehen eines rechtlichen Beraters				
C.	Überschreitung des Projektbudgets aufgrund von falscher Kostenschätzungen.					
		9) Erstellung eines Projektgesamtkostenplans				
		10) Erstellung eines Kostenplans für jede einzelne Projektphase				
		11) Kostenvergleich bei externen Leistungen				

<b>Nr.</b>	<b>Risiko</b>	<b>Maßnahme</b>	<b>Schadens- höhe d. Ri- sikos/ Kos- ten der Maßn.</b>	<b>Eintrittsw. d. Risikos/ Wirkung d. Maßn.</b>	<b>Gesamt- /Maß- nahmen- budget</b>	<b>Interdepen- denzen</b>
<b>D.</b>	Die Qualität des Projektes ist nicht akzeptabel.					
		12) Festsetzung eines umfangreichen Qualitätssicherungsprozesses				
		13) Festsetzung von sinnvollen Qualitätsmaßstäben				
		14) Identifikation von bereits vorhandenen Qualitätsmängeln und anschließende Behebung dieser Mängel				
		15) Verpflichtung der Projektmitglieder auf die Adressierung von Ergebnissen der Qualitätssicherung				
<b>E.</b>	Das Schulungskonzept wurde unzureichend geplant, und hat somit negative Auswirkungen auf die Fähigkeiten und Kenntnisse der Anwender.					
		16) Zielgerichtetes Training der einzelnen Anwender				
		17) Umfassende Schulung der Trainer				
		18) Hinzuziehen von externen Trainern				

Nr.	Risiko	Maßnahme	Schadens- höhe d. Ri- sikos/ Kos- ten der Maßn.	Eintrittsw. d. Risikos/ Wirkung d. Maßn.	Gesamt- /Maß- nahmen- budget	Interdepen- denzen
F.	Es existiert ein unzureichendes Test- verfahren aufgrund eines unvollständ- igen oder fehlenden Testkonzeptes, was zu Verzögerungen und Qualitäts- mängeln im Projekt führen kann.					
		19) Definition eines umfassenden Testkonzeptes				
		20) Identifikation und Festlegung von relevanten Test- fällen				
		21) Ausführung regelmäßiger Tests in allen relevan- ten Phasen				
		22) Dokumentation aller durchgeführten Tests				
G.	Die bestehenden Prozesse können nicht ausreichend in der Stan- dardsoftware abgebildet werden.					
		23) Durchführung von Prozessänderungen				
		24) Modifikation der SSW				
		25) Hinzuziehen weiterer SW				
H.	Es existiert eine Abhängigkeit zum um- stellenden Unternehmen.					
		26) Erstellung eigener Dokumentation				
		27) Einbezug unterschiedlicher Unternehmen				
		28) Umfassende Integration unternehmens-eigener Mitarbeiter in das Umstellungsprojekt				

<b>Nr.</b>	<b>Risiko</b>	<b>Maßnahme</b>	<b>Schadens- höhe d. Ri- sikos/ Kos- ten der Maßn.</b>	<b>Eintrittsw. d. Risikos/ Wirkung d. Maßn.</b>	<b>Gesamt- /Maß- nahmen- budget</b>	<b>Interdepen- denzen</b>
I.	Es existiert kein Migrationskonzept.					
		29) Definition der zu übernehmenden Daten				
		30) Entwicklung eines Migrationsplans				
		31) Abstimmung zwischen Alt- und Neusystem				
		32) Prüfung der Schnittstellen				
J.	Das Changemanagement wurde unzu- reichend durchgeführt (fehlende Do- kumentation des Change-Prozesses).					
		33) Definition eines umfassenden Change- Management-Prozesses				
		34) Definition eines Change-Management-Plans				
		35) Monitoring des Change Managements durch den Projektleiter				
K.	Es bestehen Probleme bei der Ablö- sung vom Altsystem/ Schnittstellen- problematik					
		36) Umfassende Definition der Schnittstellen				
		37) Umfassende Kenntnisse beider Systeme				
		38) Auswahl eines zur Ablösung des Altsystems pas- senden Neusystems im Rahmen einer umfassenden Softwareauswahl				

<b>Nr.</b>	<b>Risiko</b>	<b>Maßnahme</b>	<b>Schadens- höhe d. Ri- sikos/ Kos- ten der Maßn.</b>	<b>Eintrittsw. d. Risikos/ Wirkung d. Maßn.</b>	<b>Gesamt- /Maß- nahmen- budget</b>	<b>Interdepen- denzen</b>
<b>L.</b>	Die notwendige (Anwender-) Dokumentation fehlt.					
		39) Erstellung eigener Anwender-dokumentation				
		40) Schulung der Mitarbeiter				
		41) Festlegung der notwendigen Dokumente				
		42) Zukauf von Anwenderdokumentation				
<b>M.</b>	Es werden unklare Phasen-ergebnisse hervorgebracht.					
		43) Erstellung eines Anforderungskataloges bzw. Pflichtenheftes				
		44) Erstellung eines detaillierten Projektplans				
		45) Setzen von Meilensteinen und regelmäßige Meilenstein Reviews				
		46) Definition von Phasenergebnissen				
<b>N.</b>	Der zeitliche Projektplan kann nicht eingehalten werden.					
		47) Permanentes Controlling durch PL				
		48) Erstellung eines Feinplans für die Zeit				
		49) Regelmäßige Statusbesprechungen				
<b>O.</b>	Die notwendigen Deliverables werden nicht geliefert.					
		50) Detaillierte Aufgabenplanung in den einzelnen Projektphasen				
		51) Aufgabenverantwortung für PM				
		52) Monitoring der Zeiteinhaltung durch Abgleich Teammitglied/Projektleiter				

<b>Nr</b>	<b>Risiko</b>	<b>Maßnahme</b>	<b>Schadens- höhe d. Ri- sikos/ Kos- ten der Maßn.</b>	<b>Eintrittsw. d. Risikos/ Wirkung d. Maßn.</b>	<b>Gesamt- /Maß- nahmen- budget</b>	<b>Interdepen- denzen</b>
<b>P:</b>	Projektmitarbeiter stehen nicht ausreichend zur Verfügung.					
		53) Entwicklung eines Zeitplans für jeden Mitarbeiter				
		54) Abstimmung mit tägl. Arbeit in der Fachabteilung/anderen Projekten				
		55) Frühzeitige Planung des Projekteinsatzes				
		56) Urlaubsanspruch muss entsprechend geregelt, und zu einem anderen Zeitpunkt geltend gemacht werden				
<b>Q:</b>	Grundlegende Funktionen und Rollen werden im Projekt nicht wahrgenommen, da sie nicht adressiert sind.					
		57) Genaue Rollenzuweisung innerhalb des Projektteams				
		58) Genaue Aufgabenzuweisung innerhalb des Projektes				
		59) Regelmäßiges Reporting über Aufgaben				
<b>R:</b>	Das Sicherheitsmodell ist nicht adäquat.					
		60) Definition grundlegender Sicherheitsrichtlinien				
		61) Definition eines neuen Sicherheitskonzeptes				
		62) Modifikation des vorhandenen Sicherheitskonzeptes				

**Tabelle 39: Fragebogen der empirischen Erhebung**

Quelle: Eigene Darstellung

## **Anhang 2: Übersicht über Mehrfachnutzen**

Die folgenden Maßnahmen wurden zusammengefasst, und werden für den weiteren Verlauf der Darstellungen als eine Maßnahme verwendet. Die mathematische Behandlung wird in der Form vorgenommen, dass die im Fragebogen ermittelten Werte alle Alternativfälle für die neue Maßnahme sind. Durch die Zusammenfassung der Maßnahmen entstehen Mehrfachnutzen in dem Sinne, dass eine Maßnahme auf verschiedene Risiken wirken kann:

### ***Risiko 1 und Risiko 12:***

Ursprüngliche Maßnahme 3: Umfassende Schulung der Anwender

Ursprüngliche Maßnahme 40: Schulung der Mitarbeiter

Daraus wird für den weiteren Verlauf die folgende einheitliche Maßnahme:

**Gemeinsame neue Maßnahme 3:** Umfassende Schulung der Anwender

### ***Risiko 8 und Risiko 12:***

Ursprüngliche Maßnahme 26: Erstellung eigener Dokumentation

Ursprüngliche Maßnahme 39: Erstellung eigener Anwenderdokumentation

Daraus wird für den weiteren Verlauf die folgende einheitliche Maßnahme:

**Gemeinsame neue Maßnahme 26:** Erstellung eigener Anwenderdokumentation

### ***Risiko 9 und Risiko 11:***

Ursprüngliche Maßnahme 31: Prüfung der Schnittstellen

Ursprüngliche Maßnahme 36: Umfassende Definition der Schnittstellen

Daraus wird für den weiteren Verlauf die folgende einheitliche Maßnahme: **Gemein-**

**same neue Maßnahme 32:** Prüfung bzw. Definition der Schnittstellen

### ***Risiko 10, Risiko 14 und Risiko 15:***

Ursprüngliche Maßnahme 34: Monitoring des Change Managements durch den Projektleiter

Ursprüngliche Maßnahme 47: Permanentes Controlling durch Projektleiter

Ursprüngliche Maßnahme 52: Monitoring der Zeiteinhaltung durch Abgleich Teammitglied/Projektleiter

Daraus wird für den weiteren Verlauf die folgende einheitliche Maßnahme:

**Gemeinsame neue Maßnahme 35:** Permanentes Monitoring durch den Projektleiter

***Risiko 14 und Risiko 17:***

Ursprüngliche Maßnahme 49: Regelmäßige Statusbesprechungen

Ursprüngliche Maßnahme 59: Regelmäßiges Reporting über Aufgaben

Daraus wird für den weiteren Verlauf die folgende einheitliche Maßnahme:

**Gemeinsame neue Maßnahme 45:** Regelmäßiges Reporting im Rahmen der Statusbesprechung











242

K= 38.35,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,  
 0,56.65,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,27.99,26.33,44.38,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,11.28,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,17.22;

G=

0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
 1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,

244

0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0;  
M=14.92,0,0,0,0,

0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,  
0,6.40,0,0,0,  
0,0,18.04,0,0,  
0,0,0,4.76,0,  
0,0,18.04,0,0,  
14.92,6.40,0,0,,  
0,0,0,0,0,  
0,0,0,4.76,8.24,  
0,0,0,4.76,0,  
0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,8.24,  
0,0,0,0,0;

C=2.19,2.18,3.94,1.32,1.98,1.19,1.77,1.38,1.36,2.40,0.83,4.28,1.54,3.11,2.02,3.51,3.  
03,3.50,3.16,3.42,4.42,1.54,4.41,5.06,5.68,1.64,6.87,65.65,2.38,1.93,1.80,2.32,1.60,  
1.49,1.79,1.85,1.00,2.02,1.65,3.58,0.65,1.06,2.44,2.29,1.88,1.56,2.41,2.77,2.04,6.06  
,5.28,5.20,1.66,1.43,0.78,0.60;

ENDDATA



@FOR(Massnahmenkosten:@BIN(u));  
 @FOR(Einzelnutzeneffekt:@BND( 0, v, 1));  
 @FOR(Kombinutzeneffekt:@BND(0,w,1));  
 @FOR(Mehrfachnutzeneffekt:@BND(0,y,1));

!Zielfunktion;

MAX=(@SUM(Einzelnutzeneffekt(r,z):N(r,z)\*v(r,z))+  
 @SUM(Kombinutzeneffekt(r,q):K(r,q)\*w(r,q))+  
 @SUM(Mehrfachnutzeneffekt(r,h):M(r,h)\*y(r,h))-  
 @SUM(Massnahmenkosten(i):C(i)\*u(i)));

!Budgetrestriktion;

@SUM(Massnahmenkosten(i):C(i)\*u(i))<B;

!Nebenbedingung für den Einzelnutzen: Definition des Einzelnutzens;

@FOR(Einzelnutzeneffekt(r,z)| A(r,z)#NE#0:  
     v(r,z)<u(A(r,z)));

!Nebenbedingung für den Mehrfachnutzen: Definition des Mehrfachnutzens;

@FOR(MehrfachNVorgabe(i,r)| G(i,r)#NE#0:  
     y(r,G(i,r))<u(i));

!Nebenbedingung für den Kombinationsnutzen: Definition des Kombinitzens;

@FOR(KombiVorgabe(r,i)| F(r,i)#NE#0:  
     w(r,F(r,i))<u(i));

END









K= 38.35,0,0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,0,0,

[illegible]
$$G =$$
[illegible]

[illegible]



0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0;

M=14.92,0,0,0,0,

0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,  
0,6.40,0,0,0,  
0,0,18.04,0,0,  
0,0,0,4.76,0,  
0,0,18.04,0,0,  
14.92,6.40,0,0,,  
0,0,0,0,0,  
0,0,0,4.76,8.24,  
0,0,0,4.76,0,  
0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,8.24,  
0,0,0,0,0;

C=2.19,2.18,3.94,1.32,1.98,1.19,1.77,1.38,1.36,2.40,0.83,4.28,1.54,3.11,2.02,3.51,3.  
03,3.50,3.16,3.42,4.42,1.54,4.41,5.06,5.68,1.64,6.87,65.65,2.38,1.93,1.80,2.32,1.60,  
1.49,1.79,1.85,1.00,2.02,1.65,3.58,0.65,1.06,2.44,2.29,1.88,1.56,2.41,2.77,2.04,6.06  
,5.28,5.20,1.66,1.43,0.78,0.60;

ENDDATA

@FOR(Massnahmenkosten:@BIN(u));

```

@FOR(Einzelnutzeneffekt:@BND( 0, v, 1));
@FOR(Kombinutzeneffekt:@BND(0,w,1));
@FOR(Mehrfachnutzeneffekt:@BND(0,y,1));

```

!Zielfunktion;

```

MAX=(@SUM(Einzelnutzeneffekt(r,z):N(r,z)*v(r,z))+
@SUM(Kombinutzeneffekt(r,q):K(r,q)*w(r,q))+
@SUM(Mehrfachnutzeneffekt(r,h):M(r,h)*y(r,h))-
@SUM(Massnahmenkosten(i):C(i)*u(i)));

```

!Nebenbedingung für den Einzelnutzen;

```

@FOR(Einzelnutzeneffekt(r,z)| A(r,z)#NE#0:
      v(r,z)<u(A(r,z)));

```

!Nebenbedingung für den Mehrfachnutzen;

```

@FOR(MehrfachNVorgabe(i,r)| G(i,r)#NE#0:
      y(r,G(i,r))<u(i));

```

!Nebenbedingung für den Kombinationsnutzen;

```

@FOR(KombiVorgabe(r,i)| F(r,i)#NE#0:
      w(r,F(r,i))<u(i));

```

END

## 256







260

K= 38.35,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,  
 0,56.65,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,27.99,26.33,44.38,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,11.28,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,17.22;

G=

0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
 1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,



262

0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0;  
M=14.92,0,0,0,0,

0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,0,  
0,6.40,0,0,0,  
0,0,18.04,0,0,  
0,0,0,4.76,0,  
0,0,18.04,0,0,  
14.92,6.40,0,0,,  
0,0,0,0,0,  
0,0,0,4.76,8.24,  
0,0,0,4.76,0,  
0,0,0,0,0,  
0,0,0,0,8.24,  
0,0,0,0,0;

C=2.19,2.18,3.94,1.32,1.98,1.19,1.77,1.38,1.36,2.40,0.83,4.28,1.54,3.11,2.02,3.51,3.  
03,3.50,3.16,3.42,4.42,1.54,4.41,5.06,5.68,1.64,6.87,65.65,2.38,1.93,1.80,2.32,1.60,  
1.49,1.79,1.85,1.00,2.02,1.65,3.58,0.65,1.06,2.44,2.29,1.88,1.56,2.41,2.77,2.04,6.06  
,5.28,5.20,1.66,1.43,0.78,0.60;

ENDDATA

```

@FOR(Massnahmenkosten:@BIN(u));
@FOR(Einzelnutzeneffekt:@BND( 0, v, 1));
@FOR(Kombinutzeneffekt:@BND(0,w,1));
@FOR(Mehrfachnutzeneffekt:@BND(0,y,1));

```

!Zielfunktion;

```

MAX=(@SUM(Einzelnutzeneffekt(r,z):N(r,z)*v(r,z))+
@SUM(Kombinutzeneffekt(r,q):K(r,q)*w(r,q))+
@SUM(Mehrfachnutzeneffekt(r,h):M(r,h)*y(r,h))-
@SUM(Massnahmenkosten(i):C(i)*u(i)));

```

!Budgetrestriktion;

```

@SUM(Massnahmenkosten(i):C(i)*u(i))<B;

```

!Nebenbedingung für den Einzelnutzen;

```

@FOR(Einzelnutzeneffekt(r,z)| A(r,z)#NE#0:
v(r,z)<u(A(r,z)));

```

!Nebenbedingung für den Mehrfachnutzen;

```

@FOR(MehrfachNVorgabe(i,r)| G(i,r)#NE#0:
y(r,G(i,r))<u(i));

```

!Nebenbedingung für den Kombinationsnutzen;

```

@FOR(KombiVorgabe(r,i)| F(r,i)#NE#0:
w(r,F(r,i))<u(i));

```

END

## Anhang 6: Darstellung der Lösung der Maßnahmen u des Ausgangsmodells

Variable	Value
U( 1)	0.000000
U( 2)	0.000000
U( 3)	1.000000
U( 4)	0.000000
U( 5)	1.000000
U( 6)	0.000000
U( 7)	0.000000
U( 8)	0.000000
U( 9)	1.000000
U( 10)	0.000000
U( 11)	0.000000
U( 12)	1.000000
U( 13)	1.000000
U( 14)	1.000000
U( 15)	0.000000
U( 16)	0.000000
U( 17)	0.000000
U( 18)	0.000000
U( 19)	0.000000
U( 20)	0.000000
U( 21)	0.000000
U( 22)	0.000000
U( 23)	0.000000
U( 24)	0.000000
U( 25)	0.000000
U( 26)	0.000000
U( 27)	0.000000
U( 28)	0.000000
U( 29)	1.000000
U( 30)	1.000000
U( 31)	1.000000

U( 32)	1.000000
U( 33)	0.000000
U( 34)	0.000000
U( 35)	1.000000
U( 36)	0.000000
U( 37)	1.000000
U( 38)	0.000000
U( 39)	0.000000
U( 40)	0.000000
U( 41)	0.000000
U( 42)	0.000000
U( 43)	0.000000
U( 44)	0.000000
U( 45)	0.000000
U( 46)	0.000000
U( 47)	0.000000
U( 48)	0.000000
U( 49)	0.000000
U( 50)	0.000000
U( 51)	0.000000
U( 52)	0.000000
U( 53)	0.000000
U( 54)	1.000000
U( 55)	1.000000
U( 56)	0.000000

## Anhang 7: Darstellung der Lösung der Maßnahmen u der Modellvariante 1

Variable	Value
U( 1)	1.000000
U( 2)	1.000000
U( 3)	1.000000
U( 4)	1.000000
U( 5)	1.000000
U( 6)	1.000000
U( 7)	1.000000
U( 8)	1.000000
U( 9)	1.000000
U( 10)	1.000000
U( 11)	1.000000
U( 12)	1.000000
U( 13)	1.000000
U( 14)	1.000000
U( 15)	1.000000
U( 16)	1.000000
U( 17)	1.000000
U( 18)	1.000000
U( 19)	1.000000
U( 20)	1.000000
U( 21)	1.000000
U( 22)	1.000000
U( 23)	1.000000
U( 24)	1.000000
U( 25)	1.000000
U( 26)	1.000000
U( 27)	1.000000
U( 28)	1.000000
U( 29)	1.000000
U( 30)	1.000000
U( 31)	1.000000

U( 32)	1.000000
U( 33)	1.000000
U( 34)	1.000000
U( 35)	1.000000
U( 36)	1.000000
U( 37)	1.000000
U( 38)	1.000000
U( 39)	1.000000
U( 40)	1.000000
U( 41)	1.000000
U( 42)	1.000000
U( 43)	1.000000
U( 44)	1.000000
U( 45)	1.000000
U( 46)	1.000000
U( 47)	1.000000
U( 48)	1.000000
U( 49)	1.000000
U( 50)	1.000000
U( 51)	1.000000
U( 52)	1.000000
U( 53)	1.000000
U( 54)	1.000000
U( 55)	1.000000
U( 56)	1.000000

## Anhang 8. Darstellung der Lösung der Maßnahmen u der Modellvariante 2

Variable	Value
U( 1)	1.000000
U( 2)	1.000000
U( 3)	1.000000
U( 4)	1.000000
U( 5)	1.000000
U( 6)	0.000000
U( 7)	0.000000
U( 8)	0.000000
U( 9)	1.000000
U( 10)	1.000000
U( 11)	1.000000
U( 12)	1.000000
U( 13)	1.000000
U( 14)	1.000000
U( 15)	1.000000
U( 16)	0.000000
U( 17)	0.000000
U( 18)	0.000000
U( 19)	1.000000
U( 20)	1.000000
U( 21)	1.000000
U( 22)	1.000000
U( 23)	0.000000
U( 24)	0.000000
U( 25)	0.000000
U( 26)	1.000000
U( 27)	0.000000
U( 28)	0.000000
U( 29)	1.000000
U( 30)	1.000000
U( 31)	1.000000
U( 32)	1.000000



U( 33)	0.000000
U( 34)	0.000000
U( 35)	1.000000
U( 36)	0.000000
U( 37)	1.000000
U( 38)	0.000000
U( 39)	0.000000
U( 40)	0.000000
U( 41)	0.000000
U( 42)	0.000000
U( 43)	0.000000
U( 44)	0.000000
U( 45)	1.000000
U( 46)	1.000000
U( 47)	0.000000
U( 48)	0.000000
U( 49)	0.000000
U( 50)	0.000000
U( 51)	0.000000
U( 52)	0.000000
U( 53)	0.000000
U( 54)	1.000000
U( 55)	1.000000
U( 56)	1.000000