

DISS. ETH Nr. 22859

***PORTFOLIOBASIERTES, QUANTITATIV-RATIONALES  
PPP-PROJEKTSELEKTIONSMODELL  
FÜR BAUUNTERNEHMEN***

Abhandlung zur Erlangung des Titels

DOKTOR DER WISSENSCHAFTEN der ETH ZÜRICH

(Dr. sc. ETH Zürich)

vorgelegt von

***STEFAN WEISSENBOCK***

*Dipl.-Ing., Technische Universität Wien*

geboren am *03.07.1982*

von

*Republik Österreich*

angenommen auf Antrag von

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Girmscheid  
Prof. Dr. Bryan T. Adey  
Prof. Dr.-Ing. Fritz Berner  
Dr. Barbara Weber, Lic., MSc

2015



Herausgeber

**Prof. Dr.-Ing. Gerhard Girmscheid**

Institut für Bau- und Infrastrukturmanagement

ETH Zürich

Professur für Bauprozess-  
und Bauunternehmensmanagement



Autor

**Dipl.-Ing. Stefan Weissenböck**

Institut für Bau- und Infrastrukturmanagement

ETH Zürich

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.

Weissenböck, S.:

Portfoliobasiertes, quantitativ-rationales PPP-Projektselektionsmodell für Bauunternehmen

IBI – Institut für Bau- und Infrastrukturmanagement

---

© 2015

Eigenverlag des IBI an der ETH Zürich

ISBN 978-3-906327-04-4

*„Neue Ideen durchlaufen drei Phasen:  
Anfangs werden sie belächelt, später bekämpft,  
und irgendwann sind sie selbstverständlich.“  
(Arthur Schopenhauer)*

***Für meine Grosseltern***

*Marianne und Josef Weissenböck*



## Vorwort

Die Idee für vorliegende Doktorarbeit entstand im Rahmen meiner beruflichen Tätigkeit in einem grossen, internationalen Bauunternehmen. Neben der Akquisition von PPP-Projekten war ich in Marktanalysen und PPP-Projektselektionsprozesse eingebunden. Dabei wurde mir bewusst, dass erhebliche Unterschiede zwischen den Selektionsprozessen von Bauunternehmen und den Selektionsprozessen von Finanzinvestoren, die ebenso in PPP-Projekte investieren, bestehen. Somit drängte sich die Frage auf, weshalb die PPP-Projektselektion auf unterschiedlichen Wegen durchgeführt wird, obwohl sie doch grundsätzlich dasselbe Ziel verfolgt. Des Weiteren stellte sich die Frage, ob die von Finanzinvestoren angewandten Instrumente sinnvoll auf Bauunternehmen übertragen und adaptiert werden können. Die vorliegende Doktorarbeit liefert die wissenschaftliche Antwort auf diese beiden Fragestellungen.

In Teil A der Arbeit wird nach einer Einführung in die Thematik die identifizierte Problemstellung dargelegt. Die Erarbeitung des Standes der Praxis in Bauunternehmen sowie bei Finanzinvestoren dient als Beleg für die identifizierte Problemstellung und der Identifikation möglicher Verbesserungspotentiale in der PPP-Projektselektion von Bauunternehmen. Im Stand der Forschung wird überprüft, ob die Modern Portfolio Theory, deren Anwendung im Stand der Praxis als Verbesserungspotential identifiziert wird, auf den PPP-Projektselektionsprozess von Bauunternehmen übertragen werden kann. Aus der Synthese von Stand der Praxis und Stand der Forschung werden die Fragen der Forschung und die Forschungslücke abgeleitet.

Teil B liefert aufbauend auf die in Teil A gewonnenen Erkenntnisse die Ableitung eines geeigneten Lösungsansatzes in Form eines PPP-Projektselektionsmodells, das sich in die drei Module „Analyse des IST-PPP-Portfolios“ (Modul 1), „Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte“ (Modul 2) und „PPP-Projektselektionsentscheidung“ (Modul 3) gliedert.

In Teil C dieser Doktorarbeit wird der abgeleitete Lösungsansatz wissenschaftlich ausgestaltet. Dabei wird zunächst die Forschungsmethodik dargelegt, um eine wissenschaftlich korrekte Vorgehensweise sicherzustellen. Für die Ausgestaltung des PPP-Projektselektionsmodells wird ein theoretischer Bezugsrahmen verwendet, der zur Strukturierung des Gesamtmodellkonstrukts beiträgt und die Viabilität des Modells gewährleistet. Die Validität der drei Module des PPP-Projektselektionsmodells wird durch die theoriegeleitete Ausgestaltung der einzelnen Module auf Basis wissenschaftlich erprobter Theorien erreicht. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Verwendung der Modern Portfolio Theory. Darüber hinaus kommen die Risikomanagementtheorie, die Investitionsrechnung und Renditeberechnung, Theorien des strategischen Bauunternehmensmanagements sowie die multi-kriterielle Entscheidungstheorie zur Anwendung.

Die praktische Umsetzbarkeit des entwickelten PPP-Projektselektionsmodells wird in Teil D der Arbeit anhand eines Realisierbarkeitstests überprüft. Hierzu werden Daten von insgesamt fünf tatsächlich in der Praxis umgesetzten PPP-Projekten herangezogen. Neben dem Nachweis der Umsetzbarkeit dient der Realisierbarkeitstest auch dem besseren Verständnis der theoretischen Zusammenhänge.

Teil E und ein Anhang bilden den Abschluss der vorliegenden Doktorarbeit und beinhalten eine kritische Würdigung der gewonnenen Erkenntnisse, einen Ausblick auf weiteren Forschungsbedarf sowie diverse Unterlagen, Tabellen und Berechnungen, die zur Konkretisierung und zum besseren Verständnis der Arbeit beitragen.

Den Lohn für den erfolgreichen Abschluss einer Doktorarbeit erntet man ganz allein. Dabei wäre dieser Erfolg ohne die Unterstützung vieler Menschen nicht möglich gewesen, bei denen ich mich ausdrücklich bedanken möchte.

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Prof. Dr.-Ing. Gerhard Girmscheid, der mir die Möglichkeit gab, diese Doktorarbeit an seinem Lehrstuhl zu realisieren. Er verstand es, mir die Methodik des Forschens sowie den dafür notwendigen, strukturierten Problemlösungsprozess zu vermitteln und hat mit seinem Einsatz und Engagement entscheidend zum erfolgreichen Abschluss dieser Arbeit beigetragen. Ich bin überzeugt, dass ich in meiner weiteren beruflichen Laufbahn von den an seinem Lehrstuhl gewonnenen Erkenntnissen und Eindrücken profitieren werde.

Grosser Dank gilt auch meinen drei Korreferenten. Dr. Barbara Weber hat die vorliegende Doktorarbeit von Anfang an intensiv begleitet. Sie verschaffte mir Zugang zu einer Reihe von Projektdaten, vermittelte mir hilfreiche Wirtschaftskontakte und hatte stets ein offenes Ohr für meine Fragen. Ohne ihren enormen Einsatz wäre diese Arbeit nicht zu einem erfolgreichen Abschluss gelangt. Hierfür gilt ihr mein herzlicher Dank. Des Weiteren konnte ich in der Umsetzung der Arbeit entscheidend von den kritischen Anmerkungen von Prof. Dr. Bryan T. Adey und Prof. Dr.-Ing. Fritz Berner profitieren. Auch hierfür mein aufrichtiger Dank.

Danken möchte ich an dieser Stelle auch den zahlreichen Experten aus der Bauwirtschaft und der Finanzbranche, die mit ihrem Expertenwissen, den bereitgestellten Projektdaten und ihrer Bereitschaft zur kritischen Auseinandersetzung wesentlich zur praxistauglichen Umsetzung der vorliegenden Doktorarbeit beigetragen haben. Aus den zahlreichen Experten möchte ich Alexander Hofmann (HOCHTIEF PPP Solutions GmbH), Dr. Alexander Poll (MEAG MUNICH ERGO AssetManagement GmbH) und Mark A. Weisdorf (J.P. Morgan Asset Management) hervorheben und mich für ihren Einsatz und ihre Unterstützung bedanken.

Ganz besonderer Dank gilt auch meinen Kollegen am Institut für Bau- und Infrastrukturmanagement der ETH Zürich. Ich habe das positive und motivierende Arbeitsumfeld stets als grosse Bereicherung empfunden. Der fachliche und private Austausch

haben zudem wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit und zum Überwinden mancher Durststrecken beigetragen. Besonderer Dank gilt meiner langjährigen Bürokollegin und heutigen Freundin Jennifer für den fachlichen Austausch im Rahmen des PPP-Kompetenzzentrums der ETH Zürich sowie für ihre grossartige Unterstützung in der Endphase dieser Doktorarbeit.

Mein ausdrücklicher Dank gilt auch den Hilfsassistenten an unserem Institut sowie den Sekretariaten und diversen Servicedienststellen der ETH Zürich für ihre sorgfältige Zuarbeit, ihre Flexibilität und die kompetente, freundliche Begleitung dieser Arbeit.

Mein letzter Dank gilt meinen Freunden und meiner Familie, die mir während aller Hochs und Tiefs, welche die Erstellung einer Doktorarbeit mit sich bringt, zur Seite standen. Besonders möchte ich meine Grosseltern, die leider während der Erstellung dieser Doktorarbeit verstorben sind, würdigen. Meine Grossmutter hat mir schon in frühester Kindheit die Bedeutung von Bildung und Wissenschaft vermittelt und war mir stets ein wichtiger Ratgeber. Mein Grossvater hat mir beigebracht, nach Rückschlägen immer wieder aufzustehen. Ohne diese beiden Eigenschaften wäre mir der erfolgreiche Abschluss dieser Doktorarbeit nicht möglich gewesen. Diesen beiden besonderen Menschen in meinem Leben ist diese Doktorarbeit gewidmet.

Zürich im November 2015

Stefan Weissenböck





## Inhaltsübersicht

Vorwort .....	v
Inhaltsübersicht .....	ix
Inhaltsverzeichnis .....	xi
Abkürzungsverzeichnis, Formelzeichen .....	xviii
Kurzfassung .....	xxv
Abstract .....	xxvii
<b>Teil A: Problemidentifikation .....</b>	<b>1</b>
1 Einleitung und Problemstellung .....	1
2 Stand der Praxis und Fragen der Praxis .....	25
3 Stand der Forschung und Fragen der Forschung .....	87
<b>Teil B: Denklogische Modellkonzeptionierung.....</b>	<b>123</b>
4 Lösungsansatz .....	123
<b>Teil C: Denklogisch-deduktive Modellgestaltung .....</b>	<b>137</b>
5 Forschungsmethodik.....	137
6 Modul 1 – Analyse des IST-PPP-Portfolios .....	195
7 Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte.....	263
8 Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung.....	277
<b>Teil D: Realisierbarkeitstest.....</b>	<b>303</b>
9 Güteprüfung des PPP-PSM – Anwendungsbeispiel.....	303

---

<b>Teil E: Modellreflexion</b> .....	<b>345</b>
<b>10 Zusammenfassende Beurteilung des PPP-PSM</b> .....	<b>345</b>
<b>11 Ausblick auf weiteren Forschungsbedarf</b> .....	<b>361</b>
<b>Anhang</b> .....	<b>365</b>
<b>Anhang A – Verzeichnis Interviews/Expertengespräche</b> .....	<b>365</b>
<b>Anhang B – Glossar zu Begriffen des Risikomanagements</b> .....	<b>366</b>
<b>Anhang C – Risikosammelliste (bereinigt/kategorisiert)</b> .....	<b>373</b>
<b>Anhang D – Gängige Risikoallokation bei PPP-Projekten</b> .....	<b>384</b>
<b>Anhang E – Wahrscheinlichkeitsverteilungen</b> .....	<b>387</b>
<b>Anhang F – Analyse des PPP-Bestandsprojektes B<sub>2</sub> (Bsp.)</b> .....	<b>390</b>
<b>Anhang G – Analyse des IST-PPP-Portfolios (Bsp.)</b> .....	<b>406</b>
<b>Anhang H – Zukünftiges PPP-Portfolio ZP<sub>1</sub> (Bsp.)</b> .....	<b>408</b>
<b>Anhang I – Zukünftiges PPP-Portfolio ZP<sub>2</sub> (Bsp.)</b> .....	<b>411</b>
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>415</b>
<b>Bildverzeichnis</b> .....	<b>435</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>439</b>
<b>Lebenslauf</b> .....	<b>441</b>

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>v</b>
<b>Inhaltsübersicht</b> .....	<b>ix</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>xi</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis, Formelzeichen</b> .....	<b>xviii</b>
<b>Kurzfassung</b> .....	<b>xxv</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>xxvii</b>
<b>Teil A: Problemidentifikation</b> .....	<b>1</b>
<b>1 Einleitung und Problemstellung</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1.1 Bedeutung öffentlicher Infrastruktureinrichtungen .....	1
1.1.2 Definition und Abgrenzung von Infrastrukturprojekten .....	2
1.1.3 Public Private Partnership (PPP)-Modelle als Mittel zur Umsetzung von Infrastrukturprojekten .....	4
1.1.4 Veränderungen des Baumarktes und Reaktionen der Bauunternehmen auf diese Markveränderungen .....	12
1.1.5 Auswirkungen der Anpassung der Unternehmensstrategie auf die unternehmensinternen Prozesse .....	14
<b>1.2 Identifizierte Problemstellung und Bedeutung einer Problemlösung</b> .....	<b>16</b>
1.2.1 Identifizierte Problemstellung – mangelhafte PPP- Projektselektionsprozesse in Bauunternehmen .....	16
1.2.2 Bedeutung des PPP-Projektselektionsprozesses .....	18
<b>1.3 Zielsetzung und Aufbau der vorliegenden Arbeit</b> .....	<b>19</b>
1.3.1 Zielsetzung der Arbeit .....	19
1.3.2 Aufbau der Arbeit .....	21
<b>2 Stand der Praxis und Fragen der Praxis</b> .....	<b>25</b>
<b>2.1 Selektion von PPP-Projekten bei industriellen, strategischen     Investoren am Beispiel eines Bauunternehmens</b> .....	<b>27</b>
2.1.1 Bewertung und Selektion von Ländern/Märkten .....	28

2.1.2	Bewertung und Selektion potentiell zukünftiger PPP-Projekte .....	41
2.1.3	Zusammenfassung zur Selektion von PPP-Projekten bei industriellen, strategischen Investoren .....	48
2.1.4	Fazit zur PPP-Projektselektion bei industriellen, strategischen Investoren .....	52
<b>2.2</b>	<b>Selektion von Infrastrukturprojekten bei Finanzinvestoren .....</b>	<b>54</b>
2.2.1	Arten von Finanzinvestoren .....	54
2.2.2	Warum investieren Finanzinvestoren in Infrastrukturprojekte? .....	55
2.2.3	Projektselektionsprozess bei Finanzinvestoren .....	58
2.2.4	Zusammenfassung der Projektselektion von Finanzinvestoren .....	76
2.2.5	Fazit zur Projektselektion bei Finanzinvestoren .....	82
<b>2.3</b>	<b>Gesamtfazit zum Stand der Praxis .....</b>	<b>83</b>
<b>2.4</b>	<b>Fragen der Praxis an die Forschung .....</b>	<b>85</b>
<b>3</b>	<b>Stand der Forschung und Fragen der Forschung .....</b>	<b>87</b>
<b>3.1</b>	<b>Projektselektion in Bauunternehmen auf Basis der Modern Portfolio Theory (MPT) .....</b>	<b>87</b>
3.1.1	Entstehung der MPT .....	88
3.1.2	Prämissen und Modellannahmen der MPT .....	90
3.1.3	Anwendung der MPT auf Bauunternehmen .....	92
3.1.4	Vor- und Nachteile einer Anwendung der MPT in Bauunternehmen.....	110
<b>3.2</b>	<b>Anwendung der MPT im Real Estate Bereich .....</b>	<b>114</b>
<b>3.3</b>	<b>Fazit zum Stand der Forschung und Beitrag zu den Fragen der Praxis.....</b>	<b>117</b>
<b>3.4</b>	<b>Fragen der Forschung .....</b>	<b>119</b>
<b>3.5</b>	<b>Forschungslücke und Forschungsgegenstand.....</b>	<b>120</b>
<b>Teil B: Denklogische Modellkonzeptionierung .....</b>		<b>123</b>
<b>4</b>	<b>Lösungsansatz .....</b>	<b>123</b>
<b>4.1</b>	<b>Vision und Konzeption des portfoliobasierten, quantitativ-rationalen PPP-PSM .....</b>	<b>123</b>
4.1.1	Vision für die Entwicklung des PPP-PSM .....	125
4.1.2	Lösungsansätze für identifizierte Nachteile der MPT .....	126

---

4.1.3	Grundkonzeption und Modellansatz des PPP-PSM.....	128
<b>4.2</b>	<b>Modul 1 – Analyse des IST-PPP-Portfolios .....</b>	<b>132</b>
<b>4.3</b>	<b>Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte.....</b>	<b>133</b>
<b>4.4</b>	<b>Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung.....</b>	<b>134</b>
	<b>Teil C: Denklogisch-deduktive Modellgestaltung .....</b>	<b>137</b>
<b>5</b>	<b>Forschungsmethodik.....</b>	<b>137</b>
<b>5.1</b>	<b>Grundlegendes Wissenschaftsverständnis .....</b>	<b>137</b>
5.1.1	Wissenschaftsphilosophische Einordnung.....	137
5.1.2	Forschungsprozess.....	139
<b>5.2</b>	<b>Theoretischer Bezugsrahmen zur Sicherstellung der Viabilität des PPP-PSM .....</b>	<b>143</b>
5.2.1	Festlegung der verwendeten Theorie.....	143
5.2.2	Kybernetische Systemtheorie .....	144
5.2.3	Umsetzung der kybernetischen Systemtheorie im PPP-PSM.....	148
<b>5.3</b>	<b>Theoretischer Bezugsrahmen zur Sicherstellung der Validität der einzelnen Module des PPP-PSM – Methodische Festlegung und Eingrenzung.....</b>	<b>154</b>
5.3.1	Modern Portfolio Theory (MPT).....	155
5.3.2	Risikomanagementtheorie .....	160
5.3.3	Investitionsrechnung .....	172
5.3.4	Strategisches Bauunternehmensmanagement .....	186
5.3.5	Multi-kriterielle Entscheidungstheorie.....	188
<b>5.4</b>	<b>Güteprüfung im PPP-PSM .....</b>	<b>193</b>
<b>6</b>	<b>Modul 1 – Analyse des IST-PPP-Portfolios .....</b>	<b>195</b>
<b>6.1</b>	<b>Ermittlung der probabilistischen Risikokosten von PPP- Bestandsprojekten .....</b>	<b>196</b>
6.1.1	Risikoidentifikation – Checklisten-Verfahren .....	199
6.1.2	Risikokategorisierung.....	200
6.1.3	Risikobewältigung .....	204
6.1.4	Quantitative Risikobewertung .....	210
6.1.5	Risikoklassifizierung – Risk Mapping Verfahren .....	211

6.1.6	Zeitabhängige Risikoentwicklung – probabilistisch (MCS) .....	212
6.1.7	Risikoaggregation – probabilistisch (MCS) .....	225
6.1.8	Risikocontrolling .....	233
<b>6.2</b>	<b>Renditeermittlung unter Berücksichtigung der Risikokosten bei PPP-Bestandsprojekten .....</b>	<b>234</b>
6.2.1	Ermittlung der erwirtschafteten Renditen .....	235
6.2.2	Ermittlung der prognostizierten, zukünftigen Renditen .....	236
<b>6.3</b>	<b>Zusammenführung der einzelnen PPP-Bestandsprojekte zu einem IST-PPP-Portfolio .....</b>	<b>242</b>
6.3.1	Rendite des IST-PPP-Portfolios .....	244
6.3.2	Standardabweichung des IST-PPP-Portfolios .....	246
6.3.3	Berechnung der Korrelation .....	247
6.3.4	Optimierungspotential im IST-PPP-Portfolio .....	257
<b>6.4</b>	<b>Zusammenfassung, Neuigkeitsgehalt und Beitrag zu den Fragen der Forschung – Modul 1 .....</b>	<b>258</b>
6.4.1	Zusammenfassung von Modul 1 – Analyse des IST-PPP-Portfolios .....	258
6.4.2	Wissenschaftlicher Neuigkeitsgehalt und Beitrag zur Beantwortung der Fragen der Forschung von Modul 1 .....	260
<b>7</b>	<b>Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte .....</b>	<b>263</b>
<b>7.1</b>	<b>Grundlagen zur Definition der Anlagestrategie .....</b>	<b>264</b>
<b>7.2</b>	<b>Strategic Asset Allocation (SAA) .....</b>	<b>266</b>
7.2.1	Anlegerprofil – ressourcenorientierter Ansatz .....	267
7.2.2	Marktprofil – marktorientierter Ansatz .....	267
7.2.3	Vorauswahl von potentiell zukünftigen Zielprojekten auf qualitativer Basis .....	268
<b>7.3</b>	<b>Quantitative Erfassung der qualitativ vorausgewählten Zielprojekte .....</b>	<b>268</b>
7.3.1	Zeitlicher Ablauf der potentiell zukünftigen Zielprojekte .....	269
7.3.2	Prognostizierte Cashflows im zeitlichen Verlauf .....	269
7.3.3	Prognostizierte Risikokosten im zeitlichen Verlauf .....	270
7.3.4	Prognostizierte Rendite unter Berücksichtigung der prognostizierten Risikokosten im zeitlichen Verlauf .....	273
<b>7.4</b>	<b>Zusammenfassung, Neuigkeitsgehalt und Beitrag zu den Fragen der Forschung – Modul 2 .....</b>	<b>275</b>
7.4.1	Zusammenfassung von Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte .....	275

7.4.2	Wissenschaftlicher Neuigkeitsgehalt und Beitrag zur Beantwortung der Fragen der Forschung von Modul 2 .....	275
<b>8</b>	<b>Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung.....</b>	<b>277</b>
<b>8.1</b>	<b>Zusammenführung der PPP-Bestandsprojekte und der ermittelten potentiell zukünftigen Zielprojekte .....</b>	<b>278</b>
<b>8.2</b>	<b>Bildung der potentiell zukünftigen PPP-Portfolien.....</b>	<b>279</b>
8.2.1	Rendite eines zukünftigen PPP-Portfolios.....	282
8.2.2	Standardabweichung eines zukünftigen PPP-Portfolios .....	283
<b>8.3</b>	<b>Multi-kriterielle PPP-Projektselektionsentscheidung.....</b>	<b>286</b>
8.3.1	Grundlagen der AHP-Methode.....	286
8.3.2	Definition des Entscheidungsproblems .....	287
8.3.3	Bildung der Kriteriengewichtungsfaktoren .....	289
8.3.4	Bildung der Vergleichsfaktoren zur Bewertung der Lösungsmöglichkeiten.....	292
8.3.5	Entscheidungsfindung – PPP-Projektselektionsentscheidung .....	294
<b>8.4</b>	<b>Sensitivitätsanalyse .....</b>	<b>296</b>
<b>8.5</b>	<b>Zusammenfassung, Neuigkeitsgehalt und Beitrag zu den Fragen der Forschung – Modul 3 .....</b>	<b>297</b>
8.5.1	Zusammenfassung von Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung.....	297
8.5.2	Wissenschaftlicher Neuigkeitsgehalt und Beitrag zur Beantwortung der Fragen der Forschung von Modul 3 .....	299
	<b>Teil D: Realisierbarkeitstest.....</b>	<b>303</b>
<b>9</b>	<b>Güteprüfung des PPP-PSM – Anwendungsbeispiel.....</b>	<b>303</b>
<b>9.1</b>	<b>Beispiel Modul 1 – Analyse des IST-PPP-Portfolios.....</b>	<b>303</b>
9.1.1	Beschreibung der einzelnen PPP-Bestandsprojekte.....	304
9.1.2	Ermittlung der probabilistischen Risikokosten von PPP-Bestandsprojekten .....	309
9.1.3	Renditeermittlung unter Berücksichtigung der Risikokosten bei PPP-Bestandsprojekten .....	316
9.1.4	Zusammenführung der einzelnen PPP-Bestandsprojekte zu einem IST-PPP-Portfolio.....	320
9.1.5	Optimierungspotential im IST-PPP-Portfolio .....	324

<b>9.2 Beispiel Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte .....</b>	<b>327</b>
9.2.1 Beschreibung der potentiell zukünftigen Zielprojekte .....	328
9.2.2 Ermittlung der probabilistischen Risikokosten der potentiell zukünftigen Zielprojekte .....	330
9.2.3 Ermittlung der prognostizierten Renditen unter Berücksichtigung der Risikokosten bei potentiell zukünftigen Zielprojekten.....	331
<b>9.3 Beispiel Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung .....</b>	<b>333</b>
9.3.1 Bildung der potentiell zukünftigen PPP-Portfolien.....	333
9.3.2 Multi-kriterielle PPP-Projektselektionsentscheidung .....	337
<b>Teil E: Modellreflexion.....</b>	<b>345</b>
<b>10 Zusammenfassende Beurteilung des PPP-PSM.....</b>	<b>345</b>
<b>10.1 Reflexion hinsichtlich der Erreichung der Zielsetzung.....</b>	<b>345</b>
<b>10.2 Reflexion hinsichtlich der Beantwortung der Fragen der Forschung ....</b>	<b>348</b>
<b>10.3 Reflexion hinsichtlich des wissenschaftlichen Beitrages .....</b>	<b>353</b>
10.3.1 Stärken des PPP-PSM.....	353
10.3.2 Grenzen für den Einsatz des PPP-PSM .....	354
10.3.3 Neuigkeitsgehalt des PPP-PSM.....	356
10.3.4 Wissenschaftliche Beurteilung in Relation zum aktuellen Stand der Forschung .....	357
<b>11 Ausblick auf weiteren Forschungsbedarf .....</b>	<b>361</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>365</b>
<b>Anhang A – Verzeichnis Interviews/Expertengespräche .....</b>	<b>365</b>
<b>Anhang B – Glossar zu Begriffen des Risikomanagements .....</b>	<b>366</b>
<b>Anhang C – Risikosammelliste (bereinigt/kategorisiert).....</b>	<b>373</b>
<b>Anhang D – Gängige Risikoallokation bei PPP-Projekten .....</b>	<b>384</b>
<b>Anhang E – Wahrscheinlichkeitsverteilungen .....</b>	<b>387</b>
<b>Anhang F – Analyse des PPP-Bestandsprojektes B<sub>2</sub> (Bsp.) .....</b>	<b>390</b>
<b>Anhang G – Analyse des IST-PPP-Portfolios (Bsp.).....</b>	<b>406</b>



---

<b>Anhang H – Zukünftiges PPP-Portfolio ZP<sub>1</sub> (Bsp.)</b> .....	<b>408</b>
<b>Anhang I – Zukünftiges PPP-Portfolio ZP<sub>2</sub> (Bsp.)</b> .....	<b>411</b>
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>415</b>
<b>Bildverzeichnis</b> .....	<b>435</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>439</b>
<b>Lebenslauf</b> .....	<b>441</b>

## Abkürzungsverzeichnis, Formelzeichen

### Abkürzungsverzeichnis

AHP	Analytic Hierarchy Process [dt.: analytischer Hierarchieprozess]
ANP	Analytic Network Process [dt.: analytischer Netzwerkprozess]
APT	Arbitrage Pricing Theory [dt.: Arbitragepreistheorie]
ARGE	Arbeitsgemeinschaft
ARMA	Autoregressive Moving Average Models [dt.: Modelle für stationäre, zeitdiskrete stochastische Prozesse]
ASCE	American Society of Civil Engineers [dt.: Amerikanische Gesellschaft für Bauingenieure]
AVOR	Arbeitsvorbereitung
BAFO	Best and Final Offer [dt.: bestes und letztgültiges Angebot]
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BKI	Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern GmbH
BOT	Build-Operate-Transfer [dt.: Bauen-Betreiben-Übertragen]
BOOT	Build-Own-Operate-Transfer [dt.: Bauen-Eigentumsübergang-Betreiben-Übertragen]
Bsp.	Beispiel
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
CAPM	Capital Asset Pricing Model [dt.: Preismodell für Kapitalgüter]
CBR	Case-Based Reasoning [dt.: fallbasiertes Schliessen; maschinel- les Verfahren zur Problemlösung]
CDS	Credit Default Swap [dt.: Kreditausfall-Swap]
CHF	Schweizer Franken
DBFMOT	Design-Build-Finance-Maintain-Operate-Transfer [dt.: Planen-Bauen-Finanzieren-Erhalten-Betreiben-Übertragen]
diesbzgl.	diesbezüglich

---

DSS	Decision Support System [dt.: Entscheidungsunterstützungssystem]
dt.	deutsch
EHP	Einheitspreis
EK	Eigenkapital
ELECTRE	Elimination Et Choix Traduisant la Réalité [dt.: realitätsnahes Eliminations- und Auswahlverfahren]
engl.	englisch
EPEC	European PPP Expertise Centre [dt.: Europäisches PPP-Kompetenzzentrum]
etc.	et cetera
ETH	Eidgenössische Technische Hochschule
EUR	Euro
f.	folgende [Singular]
ff.	folgende [Plural]
FI	Financial Investor [dt.: Finanzinvestor]
FK	Fremdkapital
GbR	Gesellschaft bürgerlichen Rechts
gem.	gemäss
GU	Generalunternehmer
GuV	Gewinn- und Verlustrechnung
ggf.	gegebenenfalls
GMP	Guaranteed Maximum Price [dt.: Garantierter Maximalpreis]
i. d. R.	in der Regel
inkl.	inklusive
insb.	insbesondere
LC	Life Cycle [dt.: Lebenszyklus]
lt.	laut
MACBETH	Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique [dt.: Attraktivitätsmessung auf Grundlage einer kate- gorienbasierten Bewertungstechnik]

MADM	Multiple Attribute Decision Making [dt.: Multi-Attribut Entscheidung]
MAUT	Multi-Attribute Utility Theory [dt.: Multi-Attribut Nutzen Theorie]
MAVT	Multi-Attribute Value Theory [dt.: Multi-Attribut Wert Theorie]
MCDM	Multiple Criteria Decision Making [dt.: Multi-kriterielles Entscheiden]
MCS	Monte Carlo Simulation[en]
MEAG	MEAG MUNICH ERGO AssetManagement GmbH
Mio.	Million[en]
MODM	Multiple Objective Decision Making [dt.: Multi-Ziel Entscheidung]
MPT	Modern Portfolio Theory [dt.: Moderne Portfoliotheorie; Anmerkung: synonym dafür wird in der vorliegenden Arbeit der Begriff „Portfoliotheorie“ verwendet]
MREPT	Modern Real Estate Portfolio Theory [dt.: Moderne Immobilien-Portfoliotheorie]
Mrd.	Milliarde[n]
MSRP	Maximum Sharpe Ratio Portfolio
N.N.	nomen nescio [dt.: anonymisierte bzw. unbekannte natürliche oder juristische Person]
OAK	Objektartenkatalog
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development [dt.: Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung]
OR	Operations Research [dt.: mathematische Entscheidungsvorbereitung]
PCCA	Pairwise Criterion Comparison Approach [dt.: Ansatz zum paarweisen Kriterienvergleich]
PCE	Polynomial Chaos Expansion [dt.: Polynomische Chaos Ausdehnung]
PPP	Public Private Partnership [dt.: Öffentlich Private Partnerschaft]
PROMETHEE	Preference Ranking Organization Method for Enrichment of Evaluations [dt.: organisiertes Präferenzreihungsverfahren zur Unterstützung von Bewertungen]
PSM	Projektselektionsmodell

---

PPP-PSM	Public Private Partnership Projektselektionsmodell
PSC	Public Sector Comparator [dt.: Vergleichsfaktor der öffentlichen Hand]
rd.	rund
REIT	Real Estate Investment Trusts [dt.: Immobilieninvestmenttreuhandgesellschaft]
resp.	respektive
SAA	Strategic Asset Allocation [dt.: strategische Anlageaufteilung]
SGE	Strategische Geschäftseinheit
SGE-PPP	Strategische Geschäftseinheit für Public Private Partnership
SGF	Strategisches Geschäftsfeld
sh.	siehe
sog.	sogenannt/sogenannte/sogenannten
SPC	Special Purpose Company [dt.: Zweckgesellschaft]
SPV	Special Purpose Vehicle [dt.: Zweckgesellschaft]
TU	Totalunternehmer
tw.	teilweise
u. a.	unter anderem
u. a. m.	und andere mehr
UK	United Kingdom [dt.: Vereinigtes Königreich Grossbritannien und Nordirland]
USA	United States of America [dt.: Vereinigte Staaten von Amerika]
USD	United States Dollar [dt.: Währungseinheit Dollar der Vereinigten Staaten von Amerika]
UTA	Utilité Additives [dt.: additive Nützlichkeit]
u. v. a. m.	und viele andere mehr
vgl.	vergleiche
WU	Wirtschaftlichkeitsuntersuchung
z. B.	zum Beispiel

## Häufig verwendete Formelzeichen

$B_i$	PPP-Bestandsprojekt $i$
$BP$	PPP-Bestandsprojektportfolio (IST-PPP-Portfolio)
$C$	Kovarianzmatrix
$CF$	Cashflow [dt.: Zahlungsstrom]
$c_{ij}$	Korrelationskoeffizienten nach BRAVAIS-PEARSON (kurz: Korrelationskoeffizient) zwischen den Zahlenmengen $i$ und $j$
$COV_{ij}$	Kovarianz zwischen den Zahlenmengen $i$ und $j$
$e$	EULER'sche Zahl
$E(x)$	Erwartungswert der Variable $x$
$EBIT$	Earnings Before Interest and Taxes [dt.: Gewinn vor Zinsen und Steuern]
$EBITDA$	Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization [dt.: Gewinn vor Zinsen, Steuern, Abschreibungen (auf Sachanlagen) und Abschreibungen (auf immaterielle Vermögensgegenstände)]
$EBT$	Earnings Before Taxes [dt.: Gewinn vor Steuern]
$EW$	Erwartungswert
$IRR$	Internal Rate of Return [dt.: Interner Zinsfuß]
$\ln$	natürlicher Logarithmus
$NPV$	Net Present Value [dt.: Kapitalwert, Nettobarwert bzw. Gegenwartswert]
$P_i$	Eintretenswahrscheinlichkeit eines Risikos $i$
$r$	Rendite
$R$	Risiko
$ROI$	Return on Investment [dt.: Kapitalrentabilität]
$t$	Zeitpunkt oder Periode
$T_i$	Tragweite eines Risikos $i$
$VaR$	Value at Risk [dt.: im Risiko stehender Wert]
$Z_i$	PPP-Zielprojekt $i$

---

$ZP_i$	zukünftiges PPP-Portfolio bestehend aus dem IST-PPP-Portfolio und einem potentiell zukünftigen Zielprojekt $i$
$\mu$	Mittelwert
$\sigma$	Standardabweichung
$\sigma^2$	Varianz





## Kurzfassung

Die Public Private Partnership (PPP)-Projektselektionsentscheidung in Bauunternehmen, die sich als industrielle, strategische Investoren um PPP-Projekte bewerben, erfolgt derzeit überwiegend auf Basis von qualitativen Projektbewertungen sowie subjektiven Einschätzungen der zuständigen Entscheidungsträger, da den Unternehmen der Bauwirtschaft bislang ein strukturierter, quantitativ-rationaler PPP-Projektselektionsprozess fehlt. Ganz anders stellt sich der Projektauswahlprozess bei Finanzinvestoren dar, die sich ebenso um PPP- oder Infrastrukturprojekte bewerben. Bei diesen Unternehmen ist eine starke Tendenz zur Anwendung von quantitativen Instrumenten nachweisbar, wobei vor allem die gezielte Nutzbarmachung von Diversifikationseffekten unter Anwendung der Modern Portfolio Theory (MPT) als geeignetes Mittel zur Rationalisierung von Projektselektionsentscheidungen herangezogen wird.

Trotz der grossen Bedeutung in anderen Disziplinen spielt die MPT bislang weder in der bauwirtschaftlichen Praxis noch in der baubetriebswissenschaftlichen Auseinandersetzung eine entscheidende Rolle. Diese Forschungslücke wird durch gegenständliche Dissertation geschlossen. Kern der Forschungsleistung dieser Arbeit ist daher die Entwicklung eines quantitativ-rationalen Projektselektionsmodells, das unter Berücksichtigung der MPT die Selektion von PPP-Projekten in Bauunternehmen systematisiert.

Das entwickelte PPP-Projektselektionsmodell wird unter Anwendung des Gegenstromprinzips konzeptioniert und untergliedert sich in drei Module. Modul 1 hat die „Bottom-Up“-Analyse des IST-PPP-Portfolios zum Inhalt. Modul 2 beschäftigt sich mit der „Top-Down“-Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte. Modul 3 vereint die Ergebnisse aus den Modulen 1 und 2 und führt zur eigentlichen PPP-Projektselektionsentscheidung. Um die Viabilität des PPP-Projektselektionsmodells zu gewährleisten, wird in der Modellstrukturierung die kybernetische Systemtheorie eingesetzt und jedes Modul in eine PPP-Projektebene und eine PPP-Portfolioebene untergliedert. Zur validen Ausgestaltung der einzelnen Module des PPP-Projektselektionsmodells kommen neben der MPT weitere Theorien und Methoden zur Anwendung, die entweder zur Einhaltung der Prämissen der MPT oder auf Grund der spezifischen Charakteristika von PPP-Projekten erforderlich sind. Neben der MPT kommen im PPP-Projektselektionsmodell die Risikomanagementtheorie, die Investitionsrechnung, das strategische Bauunternehmensmanagement sowie die multi-kriterielle Entscheidungstheorie unter Anwendung des Analytic Hierarchy Process (AHP) zum Einsatz.

Den Ausgangspunkt des vorgeschlagenen PPP-Projektselektionsprozesses bildet Modul 1 – Analyse des IST-PPP-Portfolios. Hierbei werden zunächst auf der PPP-Projektebene die Renditen und die Risiken – die gemeinsam die wesentlichen Parameter bei Anwendung der MPT bilden – für einzelne PPP-Bestandprojekte berech-

net. Die Berechnung der Risikokosten erfolgt dabei auf Basis eines für das PPP-Projektselektionsmodell konzeptionierten Risikomanagementprozesses unter Anwendung von Monte Carlo Simulationen (MCS). Die berechneten Renditen und Risiken der einzelnen PPP-Bestandsprojekte münden schliesslich „Bottom-Up“ in die Portfoliorendite und das Portfoliorisiko des IST-PPP-Portfolios. In Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte – werden ausgehend von der strategischen Ausrichtung des Bauunternehmens Zielländer und Zielmärkte (marktorientierter Ansatz) sowie Randbedingungen (ressourcenorientierter Ansatz) für die PPP-Projektselektion definiert. Die auf dieser Basis vorausgewählten, potentiell zukünftigen Zielprojekte werden in weiterer Folge „Top-Down“ durch Rendite- und Risikoprognosen quantifiziert. Die eigentliche PPP-Projektselektionsentscheidung erfolgt dann in Modul 3 unter Einsatz der AHP-Methode. Um die PPP-Projektselektionsentscheidung treffen zu können, werden die Rendite- und Risikoverläufe der PPP-Bestandsprojekte (Modul 1) und der potentiell zukünftigen Zielprojekte (Modul 2) auf der PPP-Projektebene zusammen geführt. Die Auswahl desjenigen potentiell zukünftigen Zielprojektes, bei dem der Akquisitionsprozess eingeleitet werden soll, erfolgt schliesslich auf der PPP-Portfolioebene. Ausgewählt wird dabei dasjenige Zielprojekt, welches den multi-kriteriellen Zielkonflikt einer möglichst hohen Portfoliorendite bei gleichzeitig möglichst geringem Portfoliorisiko am besten auflöst.

Nach der theoretischen Formulierung des PPP-Projektselektionsmodells erfolgt der Nachweis der Realisierbarkeit in Form eines praxisnahen und aufeinander aufbauenden Beispiels. In diesem wird die praktische Umsetzung der drei Module des PPP-Projektselektionsmodells exemplarisch dargelegt.

## Abstract

The project selection process of construction companies in the field of Public Private Partnership (PPP) projects is primarily based on qualitative project evaluations and subjective estimates of the relevant decision makers. This is mainly due to the lack of an existing, well-structured and quantitative project selection process. It stands in stark contrast to the selection process in the financial services industry, which is also constantly bidding for PPP and infrastructure projects. It is possible to prove the prevalence of the application of quantitative tools in the selection process in that sector. Particularly noteworthy is the utilization of the Modern Portfolio Theory (MPT), which allows the rationalization of the project selection process.

While the MPT is an important factor in various industries, it does not play an important role in the construction sector. This doctoral thesis is closing that existing research gap. The development of a quantitative-rational project selection model for PPP projects under consideration of MPT in the construction industry is thus at the center of this research.

The developed PPP project selection model is set up with the application of the counter-current model and is structured into three modules. Module 1 discusses the “bottom up analysis” of the current PPP portfolio. Module 2 debates the “top down ascertainment” of potential projects, while module 3 combines both approaches and leads to the actual PPP project selection process. The Cybernetic Systems Theory is being applied to guarantee the viability of the PPP project selection process. Each module is split into a PPP project level and a PPP portfolio level. Further theories are being used on top of the MPT to guarantee a valid configuration of each module in the PPP project selection model. They are required to either comply with the premises of the MPT or because of certain criteria of the PPP projects. Other theories being applied next to the MPT are the Risk Management Theory, Investment Appraisal, Strategic Construction Company Management, and the Multi-criteria Decision Theory under the application of the Analytic Hierarchy Process (AHP).

Module 1, the analysis of the current PPP portfolio, is the starting point of the proposed PPP project selection process. It calculates risk and return on the PPP project level, both of which are the vital parameters in the application of the MPT. The quantitative risk calculation is based on Monte Carlo Simulation (MCS), which has been developed as a risk management tool for the PPP project selection process. The calculated risk and return of the single PPP projects leads to the portfolio risk and return of the current PPP portfolio (“bottom up”). The ascertainment of potential projects and thus the PPP selection process in module 2 is based on the company’s strategic alignment in regards to target countries and markets (market based view), as well as the framework conditions (resource based view). The pre-selected potential projects are then quan-

tified through risk and return calculations (“top down”). The actual PPP project selection is conducted in module 3 under the application of the AHP. Therefore, the risk and return progression of current and potential projects from modules 1 and 2 need to be combined on the PPP project level. The decision to launch the acquisition process for a target PPP project is being made on the PPP portfolio level. The selection should be made for the project which best solves the multi-criteria conflict of having the highest possible return while maintaining the lowest possible exposure to risk.

Additionally, this doctoral thesis conducts a case study to prove the PPP project selection model's feasibility, once the theoretical part has been laid out. The case study will highlight the practical implementation of the PPP project selection model with its three modules.





# Teil A: Problemidentifikation

## 1 Einleitung und Problemstellung

### 1.1 Einleitung

#### 1.1.1 Bedeutung öffentlicher Infrastruktureinrichtungen

Mehrmals täglich kommen wir Menschen mit öffentlichen Infrastruktureinrichtungen in Berührung – sei es beim Bedienen des Wasserhahns, bei der Betätigung der Toilettenspülung, beim Benutzen von Strassen oder öffentlichen Verkehrsmitteln, beim Betreten von öffentlichen Gebäuden wie Schulen, Universitäten oder Verwaltungsgebäuden oder beim Betätigen eines Lichtschalters und der damit verbundenen Nutzung von öffentlichen Stromerzeugungseinrichtungen und -verteilungsnetzen.

Es liegt auf der Hand, dass die bauliche Errichtung, der Betrieb und der Unterhalt dieser Infrastrukturen einen erheblichen Einsatz an finanziellen Mitteln erfordern. Wie aus öffentlich zugänglichen Daten der OECD hervorgeht, wurden in deren Mitgliedsstaaten im Jahr 2011 allein für die öffentliche Strassen- und Schieneninfrastruktur zirka EUR 230 Mrd. ausgegeben. Das entspricht etwa CHF 242 Mrd.. In Prozent des BIP ausgedrückt, lagen die Investitionen für Strassen und Schienen in den OECD-Mitgliedsländern im Jahr 2011 zwischen 0.4 Prozent (Island) und 2.5 Prozent (Polen).<sup>1</sup> Obwohl hier die soziale Infrastruktur, die Elektrizitätsnetze und andere Infrastrukturbereiche<sup>2</sup> noch gar nicht berücksichtigt wurden, ist erkennbar, dass öffentliche Infrastrukturen einen wesentlichen budgetären Faktor darstellen. Die Bedeutung einer gut ausgebauten Infrastruktur spiegelt sich aber nicht nur in den Budgets einzelner Länder wider. Häufig wird der positive Effekt einer gut ausgebauten, öffentlichen Infrastruktur auf die Attraktivität eines Standortes, dessen Wettbewerbsfähigkeit sowie das Wirtschaftswachstum betont.<sup>3</sup>

Trotz der hohen Investitionen und der Bedeutung der Infrastrukturen wird derzeit in vielen Ländern der Investitionsbedarf, der zur Erhaltung des Status Quo erforderlich wäre, nicht gedeckt. Den oben genannten 0.4 bis 2.5 Prozent an Ausgaben stehen Schätzungen für den tatsächlichen Finanzbedarf in Höhe von 2.5 bis 4.5 Prozent des

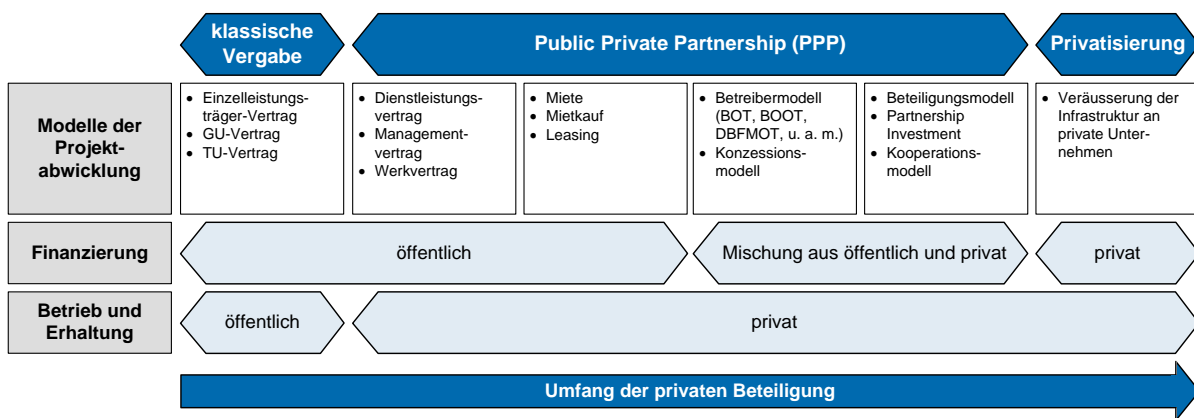
---

<sup>1</sup> Vgl. OECD (Infrastructure Investment 2014); die Zahlen ergeben sich durch Summation der in der Studie genannten Größen.

<sup>2</sup> Vgl. **Bild 2**

<sup>3</sup> Vgl. etwa WORLD ECONOMIC FORUM (Infrastructure Investment Policy Blueprint 2014) S. 1, WEBER, B. UND ALFEN, H. W. (Infrastructure as an Asset Class 2010) S. xvii, u. a. m.

BIP gegenüber.<sup>4</sup> Das Bevölkerungswachstum, steigende Löhne und Preise zur Errichtung und Erhaltung der Infrastruktur und eine steigende Mobilität verschärfen dieses Problem zusätzlich.<sup>5</sup> Eine Zunahme der staatlichen Ausgaben für Infrastruktur ist in Anbetracht der Staatsschuldenkrise in vielen Ländern nicht zu erwarten. Darüber können auch diverse Infrastrukturpakete in den einzelnen Ländern nicht hinweg täuschen. Durch die budgetären Restriktionen auf staatlicher Seite nimmt die Bedeutung privaten Kapitals zur Finanzierung der Infrastruktur zu.<sup>6</sup> Zur Einbindung privater Partner in öffentliche Projekte steht den Entscheidungsträgern der Kommunen, Länder/Kantone und Staaten ein breites Spektrum an Möglichkeiten zur Verfügung. Einen groben Überblick über diese Möglichkeiten gibt **Bild 1**.



**Bild 1:** Methoden zur Einbeziehung Privater in die Bereitstellung staatlicher Infrastruktur<sup>7</sup>

Wie **Bild 1** zeigt, bieten Public Private Partnership (PPP)-Modelle ein breites Spektrum an Möglichkeiten der Einbeziehung privater Partner unter Nutzung von privatem Kapital.<sup>8</sup> In Kapitel 1.1.3 wird dieses Modell daher genauer vorgestellt. Zunächst lohnt es sich jedoch, den Begriff „Infrastrukturprojekte“ genauer zu beleuchten und abzugrenzen.

### 1.1.2 Definition und Abgrenzung von Infrastrukturprojekten

Obwohl das Wort „Infrastruktur“ in unserem Sprachgebrauch häufig verwendet wird, ist nicht auf den ersten Blick klar, was genau unter diesem Begriff zu verstehen ist.

<sup>4</sup> Ein guter Überblick über diverse Schätzungen bezüglich der beschriebenen Finanzierungslücke findet sich beispielsweise in **INDERST, G.** (Private Infrastructure Finance 2013) S. 9ff. Bei den genannten Zahlen ist zu berücksichtigen, dass die einzelnen berechneten Zahlenwerte für die tatsächliche Finanzierungslücke nur Näherungen sind und oft schwer miteinander verglichen werden können. Das liegt etwa an unterschiedlichen Prognosemodellen, an unterschiedlichen in die Berechnung einbezogenen Sektoren/Subsektoren der Infrastruktur (vgl. **Bild 2**), an den einbezogenen Lebenszyklusphasen (nur Errichtung oder auch Erhaltung und Betrieb) u. a. m.

<sup>5</sup> **WEBER, B. UND ALFEN, H. W.** (Infrastructure as an Asset Class 2010) S. 2

<sup>6</sup> Vgl. **INDERST, G.** (Private Infrastructure Finance 2013) S. 4

<sup>7</sup> In Anlehnung an **WORLD ECONOMIC FORUM** (Infrastructure Investment Policy Blueprint 2014) S. 8 bzw. **WORLD BANK GROUP** (Types of Public-Private Partnership 2014)

<sup>8</sup> Weitere als die in **Bild 1** genannten Möglichkeiten für PPP-Modelle finden sich etwa in **UNITED NATIONS** (Guidebook PPP 2008) S. 4



Dies ist dem Umstand geschuldet, dass es viele verschiedene Definitionen dieses Begriffes gibt.<sup>9</sup> Ohne im Detail auf die Vielfalt an Definitionen und Abgrenzungen einzugehen, wird hier eine aktuelle und aussagekräftige Definition der American Society of Civil Engineers (ASCE) angeführt, die als Ausgangspunkt für die weiteren Überlegungen dient:

*„The infrastructure supporting human activities includes complex and interrelated physical, social, ecological, economic, and technological systems such as transportation, energy production and distribution; water resources management; waste management; facilities supporting urban and rural communities; communications; sustainable resources development; and environmental protection.“<sup>10</sup>*

Übersetzt: *„Infrastruktureinrichtungen, die zur Unterstützung menschlicher Aktivitäten realisiert werden, umfassen komplexe und in Wechselwirkung zueinander stehende physische, soziale, ökologische, wirtschaftliche und technologische Systeme wie Transport, Energieerzeugung und -verteilung, Wasserressourcenmanagement, Abfallwirtschaft, Einrichtungen von städtischen und ländlichen Gebietskörperschaften, Kommunikationseinrichtungen, nachhaltige Ressourcenentwicklung sowie den Umweltschutz.“<sup>11</sup>*

Folgende grundsätzliche Einschränkungen dieser allgemeinen Definition werden vor dem Hintergrund, dass diese Arbeit auf PPP-Projekte unter Beteiligung von Bauunternehmen fokussiert, vorweggenommen:

- es handelt sich um ein öffentlich ausgeschriebenes Infrastrukturprojekt eines öffentlichen Auftraggebers;
- es handelt sich um ein Infrastrukturprojekt, das zumindest in einem geringen Ausmass bautechnische Aufgaben umfasst und so die Einbindung von Bauunternehmen ermöglicht;
- es ist eine Realisierung als PPP-Projekt mit einem privaten Finanzierungsanteil vorgesehen.

**Bild 2** gibt einen Überblick über das Spektrum an Sektoren und Subsektoren, die üblicherweise unter dem Begriff „Infrastruktur“ subsumiert werden. Wie sich durch selbst durchgeführte Internetrecherchen zeigte, werden – global betrachtet – in all diesen Sektoren und Subsektoren PPP-Projekte ausgeführt oder sind zumindest angedacht. Dies gilt auch für Bereiche wie die Energieerzeugung mittels Kernkraft<sup>12</sup>

---

<sup>9</sup> Einen Überblick über verschiedene Unterscheidungsmerkmale und Möglichkeiten der Abgrenzung gibt etwa INDERST, G. (Private Infrastructure Finance 2013) S. 8. WEBER, B. UND ALFEN, H. W. (Infrastructure as an Asset Class 2010) geben zudem verschiedene Definitionen des Begriffes Infrastruktur im chronologischen Ablauf wieder.

<sup>10</sup> AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS (Journal of Infrastructure Systems 2014)

<sup>11</sup> Übersetzung durch den Autor der vorliegenden Arbeit

<sup>12</sup> Vgl. GATDULA, D. L. (Nuclear Power Projects 2010)

oder für Projekte im Weltraum<sup>13</sup>, bei denen nicht grundsätzlich von einer langfristigen Einbeziehung privater Partner und privaten Kapitals auszugehen ist. Die Sektoren/Subsektoren, die ferner die oben vorgenommenen Einschränkungen für diese Arbeit erfüllen und die grundsätzlich für die Ausschreibung als PPP-Projekte unter Beteiligung von Bauunternehmen in Betracht kommen, werden in **Bild 2** rot markiert.

Verkehr	Versorgung	Entsorgung	Kommunikation	soziale Infrastruktur
	Energie			
<b>Land</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Strassennetze</li> <li>Schiennetze</li> <li>Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV)</li> <li>ruhender Verkehr</li> </ul>	<b>Energieerzeugung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kohle</li> <li>Öl</li> <li>Gas</li> <li>Kernkraft</li> <li>erneuerbare Energie               <ul style="list-style-type: none"> <li>Wasserkraft</li> <li>Sonnenenergie</li> <li>Windkraft</li> <li>Biomasse</li> </ul> </li> </ul>	<b>Energieträger</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kohle</li> <li>Kernkraft</li> <li>nachwachsende Rohstoffe</li> </ul>	<b>Telekom</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Festnetz</li> <li>Mobilfunk</li> <li>Internet</li> <li>Satelliten</li> </ul>	<b>Gesundheit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Diagnostik</li> <li>Therapie/Behandlung</li> <li>Pflege</li> <li>Rehabilitation</li> </ul> <b>Senioren/Altenbetreuung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Schulen</li> <li>Universitäten</li> <li>Studentenwohnungen</li> <li>Bibliotheken</li> <li>Theater</li> <li>Museen</li> </ul> <b>Sport/Freizeit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Breitensport</li> <li>Leistungssport</li> </ul> <b>Öffentliche Verwaltung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Öffentliche Büros</li> <li>E-Government</li> </ul> <b>Sicherheit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gefängnisse</li> <li>Polizeidienststellen</li> <li>Verteidigung</li> </ul>
<b>Wasser</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Binnenschifffahrt</li> <li>Hochseeschifffahrt</li> <li>Hafenanlagen</li> </ul>	<b>Elektrizitätsnetze</b>	<b>Abfall</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hausmüll</li> <li>Industrieabfall</li> <li>Deponieanlagen</li> </ul>		
<b>Luffahrt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Flughäfen</li> <li>Dienste von Fluggesellschaften</li> <li>Flugsicherung</li> </ul>	<b>Fernwärmenetze</b>			
	<b>Gasnetze</b>			
	<b>Wasserversorgung</b>	<b>Wasserentsorgung</b>		
<b>Weltraum</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beobachtung</li> <li>Forschung</li> <li>sonstige Dienste</li> </ul>	<b>Frischwasser</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>häuslich</li> <li>industriell</li> </ul>	<b>Abwasser</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Regenwasser</li> <li>häusliches Schmutzwasser</li> <li>industrielles Schmutzwasser</li> </ul>		

**Bild 2:** Sektoren und Subsektoren von PPP-Projekten<sup>14</sup>

Nachdem der Begriff „Public Private Partnership (PPP)“ bereits mehrmals im Zusammenhang mit der Umsetzung von Infrastrukturprojekten gefallen ist, wird dieser nachfolgend aufgegriffen und es wird erläutert, wie die Realisierung von baulichen Infrastrukturmassnahmen auf Basis von PPP-Modellen erfolgt.

### 1.1.3 Public Private Partnership (PPP)-Modelle als Mittel zur Umsetzung von Infrastrukturprojekten

Wie **Bild 1** gezeigt hat, bieten PPP-Modelle ein Spektrum verschiedener Möglichkeiten zur Einbeziehung privater Partner unter Nutzung von privatem Kapital zur Umsetzung von öffentlichen Infrastrukturprojekten. Wie man hieraus bereits erkennen kann

<sup>13</sup> Vgl. NASA OFFICE OF STRATEGY FORMULATION (PPP for Space 2013)

<sup>14</sup> In Anlehnung an WEBER, B. UND ALFEN, H. W. (Infrastructure as an Asset Class 2010) S. 9 sowie WEBER, B. UND ALFEN, H. W. (Infrastrukturinvestitionen 2009) S. 26

und von ROGGENCAMP (1999) S. 19 treffend formuliert wird, versteht man unter PPP eine „...institutionalisierte Zusammenarbeit zwischen öffentlichen und privaten Akteuren.“ Diese Institutionalisierung entstand erstmals in den 1940er Jahren in den USA unter Präsident Franklin Roosevelt und seiner Politik des „New Deals“, mit der er versuchte, Staat und Wirtschaft gemeinsam in die Verantwortung für die Generierung von Wohlstand zu nehmen. In dieser Zeit wurde der Begriff „PPP“ geprägt und in den folgenden Jahrzehnten in Grossbritannien bzw. ab Mitte der 1980er Jahre im deutschsprachigen Raum zunehmend verwendet.<sup>15</sup>

Obwohl die weitverbreitete Verwendung des Begriffes PPP eine gewisse Einheitlichkeit suggeriert, so gibt es mittlerweile weltweit unterschiedliche Ausprägungen und Modelle zur Umsetzung von PPPs. Aus diesem Grund existiert bislang keine allgemeingültige Definition des Begriffes „PPP“.<sup>16</sup>

### 1.1.3.1 Allgemeingültige Charakteristika von PPP-Projekten

Trotz einer fehlenden umfassenden und allgemeingültigen Definition des Begriffes „PPP“ lassen sich, wie GIRMSCHIED UND DREYER (2006) zeigen, Charakteristika herausarbeiten, die allgemeingültig für alle PPP-Projekte sind:<sup>17</sup>

- PPP-Projekte dienen der Erfüllung einer öffentlichen Aufgabe;
- an PPP-Projekten beteiligen sich mindestens ein öffentlicher und ein privater PPP-Partner;
- bei PPP-Projekten handelt es sich um eine langfristige Kooperation zwischen den Partnern;
- PPP-Projekte gründen ihre partnerschaftliche Zusammenarbeit auf einer vertraglichen Basis;
- bei PPP-Projekten wird eine Effizienzsteigerung gegenüber einer klassischen Vergabe angestrebt; dies geschieht insb. durch
  - sachgerechte Teilung der Risiken zwischen den Partnern<sup>18</sup>,
  - Lebenszyklusorientierung in der Erstellung der Leistung,
  - Prozessorientierung in der Erstellung der Leistung sowie
  - spezifische Allokation der Ressourcen der beteiligten Partner;
- PPP-Projekte zeichnen sich durch komplementäre und operationale Zielvorstellungen der beteiligten Partner aus;

<sup>15</sup> Vgl. ROGGENCAMP, S. (Public Private Partnership 1999) S. 59f

<sup>16</sup> Vgl. ROGGENCAMP, S. (Public Private Partnership 1999) S. 25

<sup>17</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. UND DREYER, J. (PPP - Begriffliche Strukturierung 2006) S. 100f

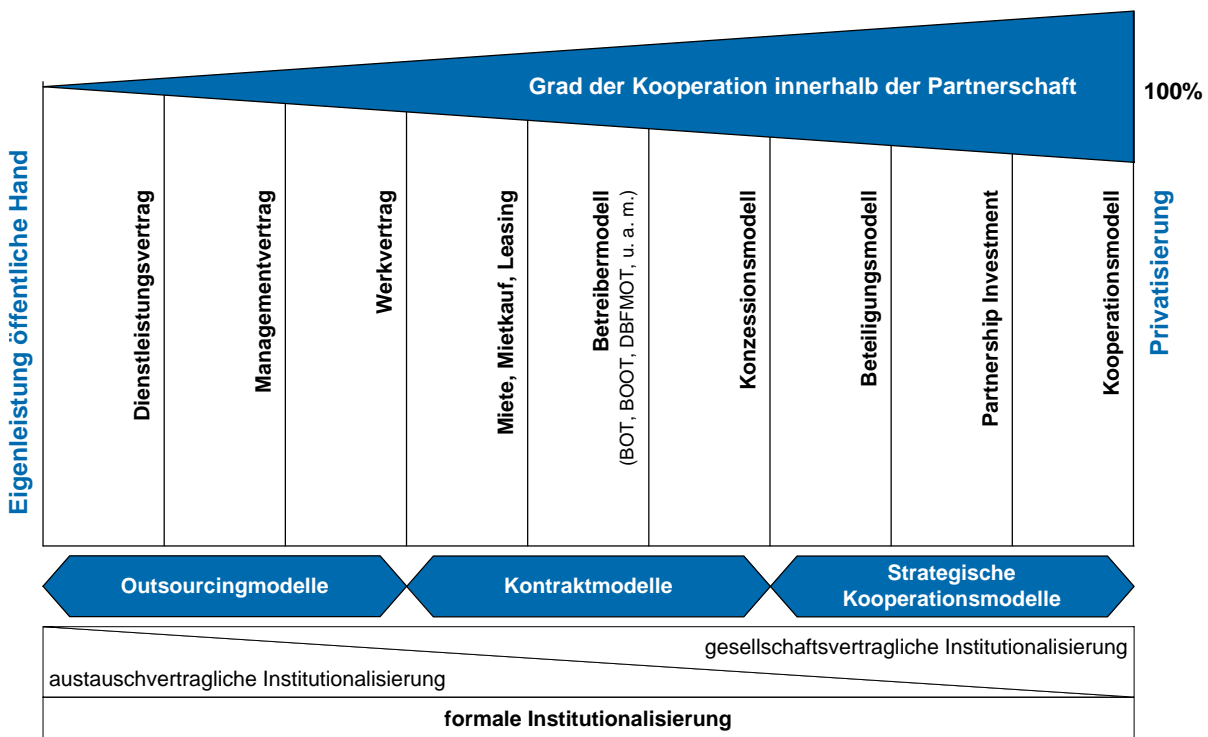
<sup>18</sup> Vgl. hierzu etwa FIRMENICH, J. (Risikoallokation und Risikotragfähigkeit PPP 2014)

- bei PPP-Projekten wird eine Aufgabenverteilung angestrebt, bei der die Erfolgspotentiale der Partner optimal zur Geltung kommen.

GIRMSCHIED UND DREYER (2006) S. 101 spricht in diesem Zusammenhang auch von „konstituierenden Merkmalen“. Liegen diese Merkmale bei einem Bauprojekt vor, so kann von einem „PPP-Projekt“ gesprochen werden.

1.1.3.2 Spektrum von PPP-Modellen

Wie bereits erwähnt wurde, hat sich im Laufe der Zeit ein grosses Spektrum von PPP-Modellen in unterschiedlichen Ländern und Märkten bzw. in verschiedenen Anwendungsgebieten entwickelt, die die oben genannten Charakteristika zwar gemeinsam haben, sich jedoch hinsichtlich Aufgabenumfang, Kooperationsgrad, Gegenstand der PPP und der vertraglichen und formalen Institutionalisierung unterscheiden.<sup>19</sup> Einige Modelle wurden bereits in **Bild 1** genannt. **Bild 3** gibt nachfolgend einen umfassenderen Überblick über im deutschsprachigen Raum gängige PPP-Modelle und nimmt eine Einteilung in drei Hauptgruppen vor.



**Bild 3:** Spektrum von PPP-Modellen und Einteilung nach Aufgabenumfang, Kooperationsgrad, Gegenstand der PPP sowie ihrer vertraglichen, formalen Institutionalisierung<sup>20</sup>

<sup>19</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. UND DREYER, J. (PPP - Begriffliche Strukturierung 2006) S. 101

<sup>20</sup> weitgehend übernommen aus GIRMSCHIED, G. UND DREYER, J. (PPP - Begriffliche Strukturierung 2006) S. 101 bzw. GIRMSCHIED, G. (Projektentwicklung 2010) S. 389; tw. angepasst gem. UNITED NATIONS (Guidebook PPP 2008) S. 4

Folgende drei Hauptgruppen sind **Bild 3** zu entnehmen:<sup>21</sup>

- **Outsourcingmodelle:**
  - niedriger Grad der Kooperation innerhalb der Partnerschaft,
  - einfache, austauschvertragliche<sup>22</sup> Kooperation,
  - insb. für die Erfüllung von (Teil-)Aufgaben (Aufgabenerfüllung auf austauschvertraglicher Basis).
- **Kontraktmodelle:**
  - mittlerer Grad der Kooperation innerhalb der Partnerschaft,
  - komplexe, austauschvertragliche Kooperation,
  - insb. für die Beschaffung bzw. Abwicklung von Gesamtprojekten (Beschaffung auf austauschvertraglicher Basis).
- **Strategische Kooperationsmodelle:**
  - hoher Grad der Kooperation innerhalb der Partnerschaft,
  - gesellschaftsvertragliche<sup>23</sup> Partnerschaft,
  - sowohl für die Beschaffung als auch Abwicklung von Gesamtprojekten (Aufgabenerfüllung und Beschaffung auf gesellschaftsvertraglicher Basis).

Insb. die zu den Kontraktmodellen zählenden PPP-Modelle aus den Untergruppen der Konzessions- und Betreibermodelle (BOT, BOOT, DBFMOT, u. a. m.)<sup>24</sup> kommen in der Praxis häufig zur Anwendung<sup>25</sup> und gelten daher auch als „PPP im engeren Sinne“<sup>26</sup>. Auf Grund ihrer starken Verbreitung wird der Begriff „PPP“ unter PPP-Experten häufig synonym für „PPP-Projekte aus den Untergruppen der Konzessions- und Betreibermodelle“ verwendet. Diese begriffliche Einschränkung wird auch in gegenständlicher Arbeit aufgegriffen. In der Folge ist daher von Konzessions- und Betreibermodellen die Rede, wenn der Begriff „PPP“ verwendet wird.

---

<sup>21</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Projektentwicklung 2010) S. 390 bzw. GIRMSCHIED, G. UND DREYER, J. (PPP - Begriffliche Strukturierung 2006) S. 101f

<sup>22</sup> Unter dem Begriff „austauschvertraglich“ versteht man ein Vertragsverhältnis zwischen der öffentlichen Hand und mindestens einem Vertragspartner, in dem sich dieser Vertragspartner der öffentlichen Einrichtung gegenüber verpflichtet, eine vertraglich vereinbarte Leistung zu erbringen (vgl. dazu GABLER WIRTSCHAFTSLEXIKON (Austauschvertrag 2014)).

<sup>23</sup> Unter dem Begriff „gesellschaftsvertraglich“ ist zu verstehen, dass der öffentliche Auftraggeber und der ausgewählte private Auftragnehmer gemeinsam eine Gesellschaft zum Zweck der Erfüllung einer bestimmten, definierten Aufgabe errichten. Diese Zweckgesellschaft erfüllt daraufhin die geschuldete Leistung.

<sup>24</sup> weitere Beispiele für Kontraktmodelle finden sich beispielsweise in GIRMSCHIED, G. (Projektentwicklung 2010) S. 429 bzw. UNITED NATIONS (Guidebook PPP 2008) S. 4

<sup>25</sup> Vgl. UNITED NATIONS (Guidebook PPP 2008) S. 1

<sup>26</sup> Vgl. BÖSCH, L. (PPP Schweiz 2012)

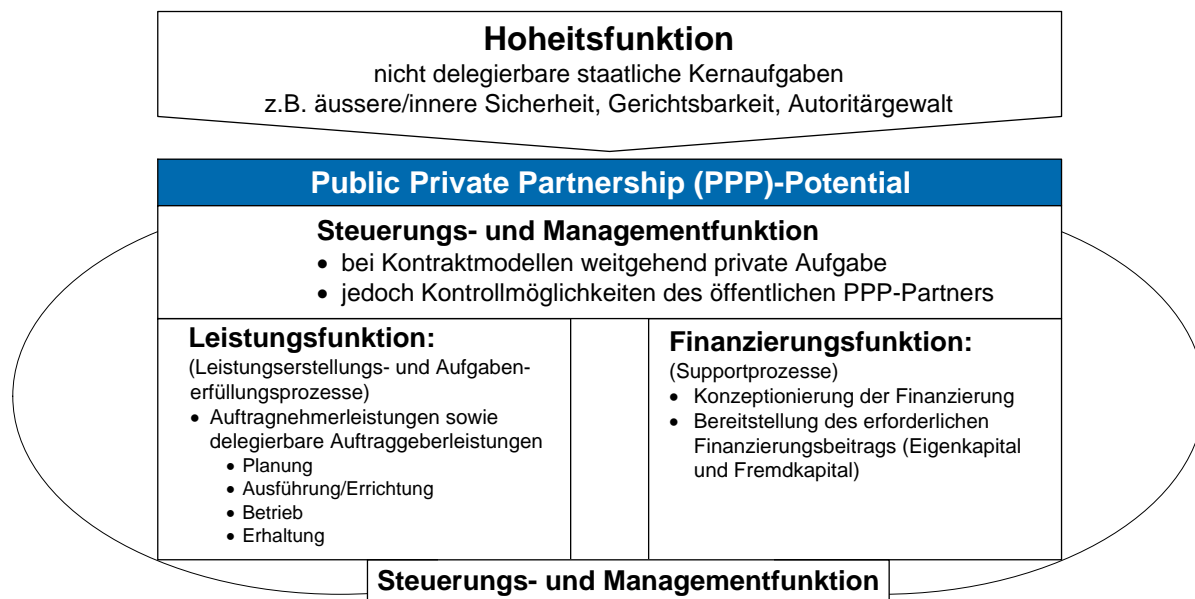
### 1.1.3.3 Organisation, Aufgabenverteilung und zeitlicher Ablauf von PPP-Projekten

Allen PPP-Modellen ist gemein, dass es bestimmte Aufgaben gibt, die auch im Rahmen der Partnerschaft zwingend von der öffentlichen Hand übernommen werden müssen. Dies trifft vor allem auf Aufgaben der Hoheitsfunktion zu (**Bild 4**). Beispielsweise kann die Aufgabe des Gefängniswärters auch bei einem PPP-Gefängnis nicht an den privaten PPP-Partner übertragen werden, da diese Aufgabe eine „staatliche Kernaufgabe“<sup>27</sup> darstellt.<sup>28</sup> Die übrigen Aufgaben, die sich in die drei Gruppen der Steuerungs- und Managementfunktion, der Leistungsfunktion und der Finanzierungsfunktion einteilen lassen, können hingegen ganz oder teilweise an den privaten PPP-Partner übertragen werden (**Bild 4**). Inwieweit diese Aufgaben transferiert werden, hängt von dem jeweiligen PPP-Modell ab. Im Fall von Kontraktmodellen wird die Steuerungs- und Managementfunktion üblicherweise weitgehend an den privaten PPP-Partner übertragen und von einer Projektgesellschaft (**Bild 5**) wahrgenommen. Die öffentliche Hand verfügt dann über weitgehende Kontrollmöglichkeiten hinsichtlich der Einhaltung der vertraglich geschuldeten Pflichten des privaten PPP-Partners und hat – bei Nicht- oder Schlechterfüllung – entsprechende Möglichkeiten der Pönalisierung, des Eingriffs oder gar der Kündigung des PPP-Vertrages. Die Leistungsfunktion wird bei Kontraktmodellen meist für die gesamte Vertragslaufzeit und in dem im Vertrag beschriebenen Umfang an den privaten PPP-Partner übertragen. Dies gilt ebenso für die Finanzierungsfunktion, wobei öffentliche Garantien, wie die Sicherstellung von Mindesteinnahmen oder eine Unterstützung in Form einer öffentlichen Anschubfinanzierung durchaus möglich sind.<sup>29</sup>

<sup>27</sup> Vgl. EHRENSPERGER, M. (Erfolgsvoraussetzungen von PPP 2007) S. 38

<sup>28</sup> Vgl. für allgemeine Hintergrundinformationen EHRENSPERGER, M. (Erfolgsvoraussetzungen von PPP 2007) S. 37ff bzw. SCHULTE-STRATHAUS, M., et al. (PPP bei Bau- und Infrastrukturprojekten 2011) S. 854

<sup>29</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Projektentwicklung 2010) S. 402 bzw. S. 430



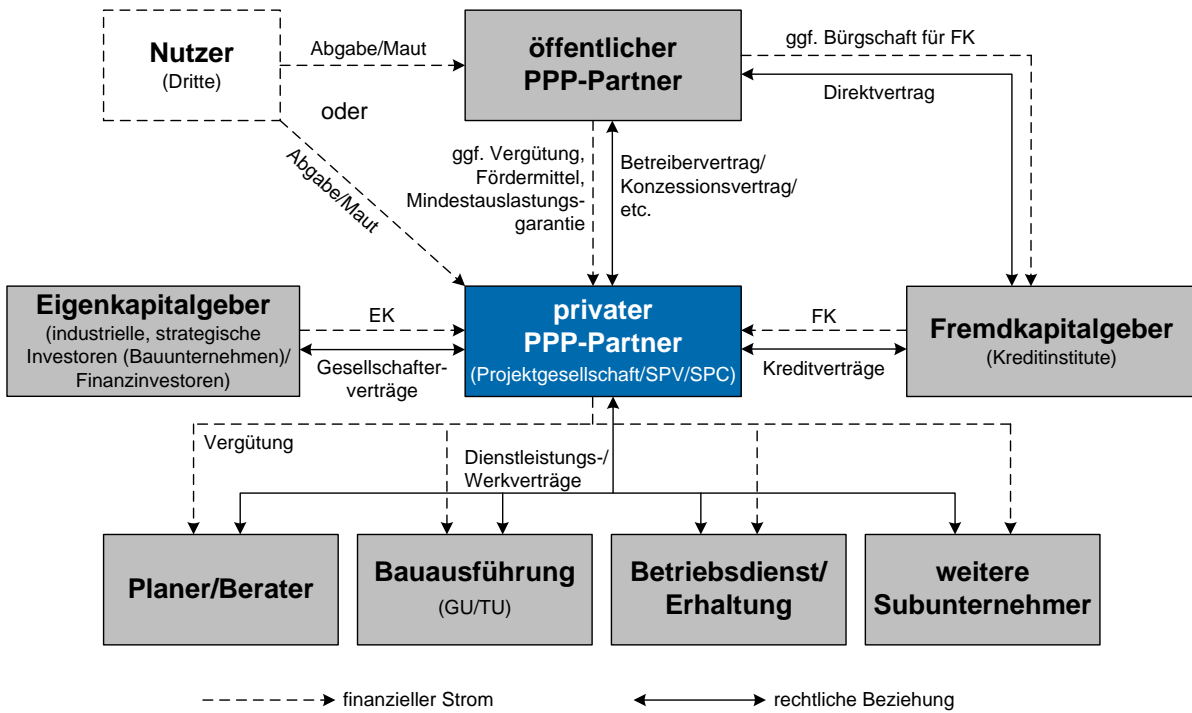
**Bild 4:** Funktionen und Aufgabenverteilung bei PPP-Projekten<sup>30</sup>

An die Stelle eines herkömmlichen und bei klassischen Bauprojekten üblichen Auftraggeber-Auftragnehmer-Verhältnisses tritt bei PPP-Kontraktmodellen eine komplexe Organisationstruktur, in deren Zentrum i. d. R. eine eigens zur Umsetzung des PPP-Projektes errichtete Projektgesellschaft<sup>31</sup> steht (**Bild 5**). Diese Projektgesellschaft schuldet der öffentlichen Hand die Erfüllung der vertraglich in einem Betreibervertrag, einem Konzessionsvertrag oder ähnlichem<sup>32</sup> vereinbarte Leistung. Zur Erbringung dieser Leistung, die bei PPP-Kontraktmodellen meist Aufgaben der Planung, der Bauausführung, des Betriebsdienstes, der Erhaltung und der Finanzierung umfasst, bedient sich die Projektgesellschaft unterschiedlicher Partner. Die vertraglichen Beziehungen und finanziellen Ströme, die sich aus diesen Beziehungen ergeben, sind nachfolgend in **Bild 5** dargestellt.

<sup>30</sup> Weitgehend in Anlehnung an GIRMSCHIED, G. UND DREYER, J. (PPP - Begriffliche Strukturierung 2006) S. 103 bzw. GIRMSCHIED, G. (Projektentwicklung 2010) S. 394

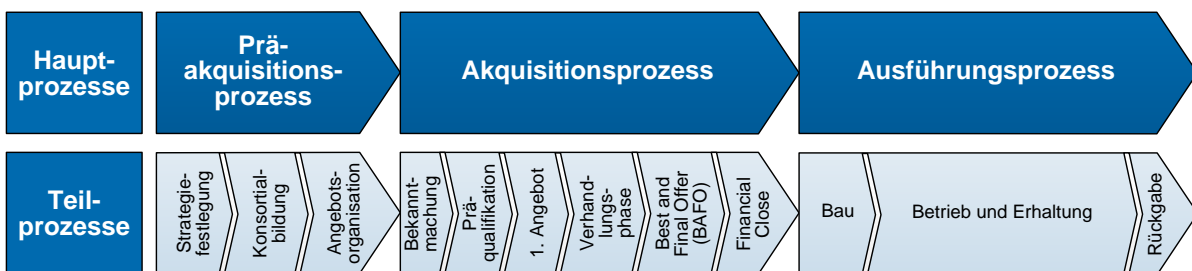
<sup>31</sup> Häufig werden für die Projektgesellschaft auch die englischen Abkürzungen „SPV“ (Special Purpose Vehicle) oder „SPC“ (Special Purpose Company) verwendet

<sup>32</sup> Je nach gewähltem PPP-Modell (vgl. Kapitel 1.1.3.2) sind unterschiedliche Vertragsbezeichnungen gebräuchlich



**Bild 5:** Organigramm mit Darstellung der üblichen Projektbeteiligten, der Vertragsbeziehungen und der finanziellen Ströme bei der Umsetzung eines PPP-Kontraktmodells<sup>33</sup>

Wie in Kapitel 1.1.3.1 beschrieben, zeichnen sich PPP-Projekte durch eine langfristige Kooperation zwischen dem öffentlichen und dem privaten PPP-Partner sowie eine entsprechende Lebenszyklusorientierung aus. Der lange Zeithorizont, der von der Initiierung bis zum Ende eines PPP-Projektes durchschritten wird, kann aus Sicht der sich am Projekt beteiligten Bauunternehmen in drei Hauptprozesse sowie mehrere Teilprozesse untergliedert werden (**Bild 6**).



**Bild 6:** Haupt- und Teilprozesse eines PPP-Projektes aus Sicht eines Bauunternehmens im Zeitablauf<sup>34</sup>

<sup>33</sup> Weitgehend in Anlehnung an GIRMSCHEID, G. UND DREYER, J. (PPP - Begriffliche Strukturierung 2006) S. 106 bzw. GIRMSCHEID, G. (Projektentwicklung 2010) S. 403

<sup>34</sup> Eigene Darstellung unter Einbeziehung von HOFMANN, A. (PPP-Verfahren aus Bietersicht 2008) S. 32ff bzw. BERALDO, G. (Betreibermodell BAB A8 2013) S. 3ff



Meist sind im PPP-Markt bereits vor der offiziellen Bekanntmachung eines PPP-Projektes beschränkte Informationen<sup>35</sup> über ein Projekt im Umlauf. Sich potentiell an PPP-Projekten beteiligende Bauunternehmen nutzen diese Informationen im **Hauptprozess der Präakquisition** um folgende Massnahmen vorzubereiten:

- Strategiefestlegung – Diese umfasst die Selektion von potentiell für das Bauunternehmen interessanten PPP-Projekten sowie die Definition von mit diesem Projekt verfolgten Ziele einschliesslich einer grundlegenden Strategie zur Zielerreichung.<sup>36</sup>
- Konsortialbildung – Sofern nicht das gesamte Leistungsspektrum im Angebots- und Ausführungsprozess selbst erbracht werden kann, wird nach geeigneten Konsortialpartnern gesucht.<sup>37</sup>
- Angebotsorganisation – In diesem Teilprozess wird die Organisation des Akquisitionsprozesses in personeller, zeitlicher und wirtschaftlicher Hinsicht vorgenommen.<sup>38</sup>

Anknüpfend an den Präakquisitionsprozess folgt der **Akquisitionsprozess**. Da die Auswahl des erfolgreichen Bieters bei PPP-Vergabeverfahren i. d. R. in einem mehrstufigen Prozess erfolgt, untergliedert sich dieser Hauptprozess in mehrere Teilprozesse. Wie sich diese Teilprozesse genau ausbilden, hängt von dem im jeweiligen Land bzw. dem bei einem PPP-Projekt angewandten Vergabeverfahren ab.<sup>39</sup> Im Rahmen dieses Akquisitionsprozesses wird üblicherweise ein Grossteil der Planungsleistungen erbracht.<sup>40</sup>

Die eigentliche Realisierung eines PPP-Projektes findet schliesslich im **Ausführungsprozess** statt. Diese lässt sich in die Teilprozesse Bau, Betrieb und Erhaltung sowie den Abschluss des Projektes in Form der Rückgabe an den öffentlichen PPP-Partner unterteilen.<sup>41</sup>

<sup>35</sup> Da einzelne PPP-Projekte häufig einer Staffel von mehreren Projekten angehören, ist bei diesen Projekten i. d. R. mit entsprechendem zeitlichem Vorlauf bekannt, wann sie in etwa offiziell ausgeschrieben werden. Zudem können auch den langfristigen Budgetplanungen der öffentlichen Hand Informationen entnommen werden, welche PPP-Projekte in absehbarer Zukunft zu erwarten sind (vgl. etwa BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (Investitionsrahmenplan 2012)). Durch aktive Akquisition und effektives „Key Account Management“ gelingt es den sich am Markt beteiligten Bauunternehmen, an Vorabinformation zu gelangen (vgl. GIRMSCHIED, G. (Angebots- und Ausführungsmanagement 2010) S. 10ff). Teilweise werden auch sehr bewusst von Auftraggebern Vorabinformationen heraus gegeben, um für einen ausreichenden Wettbewerb unter den privaten Anbietern zu sorgen. Auf Grundlage der genannten Quellen sind zumeist Informationen über den Ort des Projektes, den Aufgabenumfang, das angedachte PPP-Modell, die Grundzüge der vom privaten PPP-Partner zu übernehmenden Aufgaben und Risiken sowie das zu erwartende Investitionsvolumen bekannt.

<sup>36</sup> Vgl. HOFMANN, A. (PPP-Verfahren aus Bietersicht 2008) S. 32

<sup>37</sup> Vgl. HOFMANN, A. (PPP-Verfahren aus Bietersicht 2008) S. 32

<sup>38</sup> Vgl. HOFMANN, A. (PPP-Verfahren aus Bietersicht 2008) S. 33

<sup>39</sup> Der in **Bild 6** dargestellte Ablauf des Akquisitionsprozesses zeigt beispielsweise den Ablauf eines Verhandlungsverfahrens, wie es bei grossen PPP-Projekten der Verkehrsinfrastruktur – den sog. A-Modellen – in Deutschland angewandt wird (vgl. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM DES INNERN (PPP Betreibermodell A8 - ohne Jahresangabe) S. 5f bzw. ROTHER, P. UND HELBIG, R. (Ausschreibung und Vergabe der A1 2009) S. 138). Weitere Beispiele für Verfahrensabläufe finden sich für das bisher einzige PPP-Projekt der Schweiz in VEREIN PPP SCHWEIZ (PPP Praxisleitfaden 2011) S. 121 bzw. für wettbewerbliche Dialoge und Verhandlungsverfahren in Deutschland in LOHMANN, T. (Effizienz bei PPP-Projekten 2009) S. 71ff sowie JÜNGER, H. C. (Analyse von PPP-Angeboten 2011) S. 22ff

<sup>40</sup> Vgl. STOLZE, S.-F. (Honorierung der Angebotserstellung bei PPP-Projekten 2008) S. 1

<sup>41</sup> Vgl. etwa. GIRMSCHIED, G. (Projektentwicklung 2010) S. 448f

Wie aus **Bild 4**, **Bild 5** und **Bild 6** ersichtlich wird, müssen Bauunternehmen, die sich federführend an PPP-Projekten beteiligen, in der Lage sein, ein umfassendes Spektrum an Leistungen anzubieten. Zu den Planungs- und Bauleistungen, die auch bei klassischen Bauprojekten durch Bauunternehmen erbracht werden, kommen bei lebenszyklusorientierten PPP-Projekten Leistungen des Betriebes, der Erhaltung und der Finanzierung hinzu. Mit der Veränderung der durch öffentliche Kunden nachgefragten Leistung ergeben sich neue Potentiale für bzw. neue Anforderungen an die Unternehmen der Bauwirtschaft. Wie grosse Bauunternehmen auf die veränderte Nachfragesituation reagieren, zeigt nachfolgendes Unterkapitel.

### **1.1.4 Veränderungen des Baumarktes und Reaktionen der Bauunternehmen auf diese Markveränderungen**

#### *1.1.4.1 Besonderheiten des Baumarktes im Allgemeinen*

Ein Bericht der Europäischen Kommission betont, dass es sich bei den Märkten der europäischen Bauwirtschaft und der Bauwirtschaft insgesamt um stark fragmentierte Märkte handelt.<sup>42</sup> Viele verschiedene Anbieter mit meist geringem Marktanteil bestimmen den Wettbewerb. Dies gilt sowohl für klassische Geschäftsfelder der Bauwirtschaft als auch für den Hochbau.<sup>43</sup> Zudem ist die Zusammensetzung der Bieter, die sich um einen Auftrag bewerben, oft ausserordentlich heterogen. So bewerben sich häufig Unternehmen verschiedenster Grösse und verschiedenster strategischer Ausrichtung um denselben Auftrag.<sup>44</sup> Dabei haben vor allem grosse Bauunternehmen in diesen klassischen Geschäftsfeldern häufig Wettbewerbsnachteile, da diese höhere Geschäftsgemeinkosten kalkulatorisch berücksichtigen müssen.<sup>45</sup>

Diese Marktgegebenheiten ziehen entsprechende Reaktion der Bauunternehmen nach sich, wobei im Folgenden besonders auf die von grossen Bauunternehmen in den letzten Jahren gesetzten Massnahmen eingegangen wird.

#### *1.1.4.2 Reaktionen grosser Bauunternehmen auf veränderte Kundenanforderungen und Veränderungen des Baumarktes*

Als Folgerung auf die Nachfrage nach lebenszyklusorientierten Leistungen, wie diese etwa im Fall von PPP-Projekten seitens der öffentlichen Hand ausgeschrieben werden (Kapitel 1.1.3.3), sowie als Reaktion auf den hohen Wettbewerbsdruck im klassischen, bauausführenden Gewerbe (Kapitel 1.1.4.1), verändern viele vorwiegend grössere Bauunternehmen sowohl in der Schweiz („Implenia“, „Marti“, „Piora“,

<sup>42</sup> Vgl. EUROPEAN COMMISSION (Strategy for the Construction Sector 2012) S. 4

<sup>43</sup> Vgl. KÖRBER, A. UND KAUFMANN, P. (Die Schweizer Bauwirtschaft 2007) S. 37 und S. 40

<sup>44</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Systemanbieters Bau (SysBau) 2000) S. 1

<sup>45</sup> Vgl. MAIER, H.-D., et al. (Bauwirtschaft 2006)

u. a. m.) als auch im Ausland („Hochtief“, „Bilfinger“, „Strabag“, „Vinci“, „Bouygues“, „Balfour Beatty“, „ACS“, „FCC“, etc.) ihre strategische Ausrichtung. Die reine Bauleistung wird dabei verstärkt über Subunternehmerverträge an wettbewerbsfähigere kleine und mittlere Unternehmen weitervergeben.<sup>46</sup> Die Grossunternehmen der Baubranche ziehen sich schrittweise aus der Bauausführung zurück und treten vermehrt als Gebäudedienstleister oder Systemanbieter in Erscheinung und versuchen ihren Wertschöpfungsprozess<sup>47</sup> gezielt zu verlängern.<sup>48</sup> Erkennbar wird dieser Trend, wenn man einen Blick in die Unternehmensstrategie verschiedener grosser Bauunternehmen wirft.<sup>49</sup> Deutlicher bestätigt sich der Trend jedoch bei der Betrachtung der Zusammensetzung des Unternehmensumsatzes im zeitlichen Ablauf, wie **Bild 7** am Beispiel des Unternehmens „Bilfinger“<sup>50</sup> zeigt. Wurden bei „Bilfinger“ im Jahr 2005 noch knapp 70 Prozent des Umsatzes durch klassische Bautätigkeiten generiert, so waren es fünf Jahre später nur noch etwas mehr als 20 Prozent. Der Rest des Umsatzes wurde bereits durch gebäudenahe Dienstleistungen, wie den Betrieb von Hochbauten, Kraftwerken und Industrieanlagen, sowie den Bereich des Facility Managements erwirtschaftet. Dieser Trend lässt sich – wenn auch weniger markant – ebenso bei anderen grossen, internationalen Bauunternehmen feststellen.<sup>51</sup>

<sup>46</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Bauunternehmensmanagement 2010) S. 334

<sup>47</sup> Vgl. MAIER, H.-D., et al. (Bauwirtschaft 2006) S. 14, 16 und 25

<sup>48</sup> Vgl. KÖRBER, A. UND KAUFMANN, P. (Die Schweizer Bauwirtschaft 2007) S. 39 bzw. umfangreicher GIRMSCHIED, G. (Bauunternehmensmanagement 2010) S. 261ff sowie GIRMSCHIED, G. (Projektentwicklung 2010) S. 362ff

<sup>49</sup> Als Beispiel wird nachfolgend aus der Unternehmensstrategie bzw. dem Unternehmensleitbild je eines Bauunternehmens aus Deutschland, der Schweiz und aus Österreich zitiert.

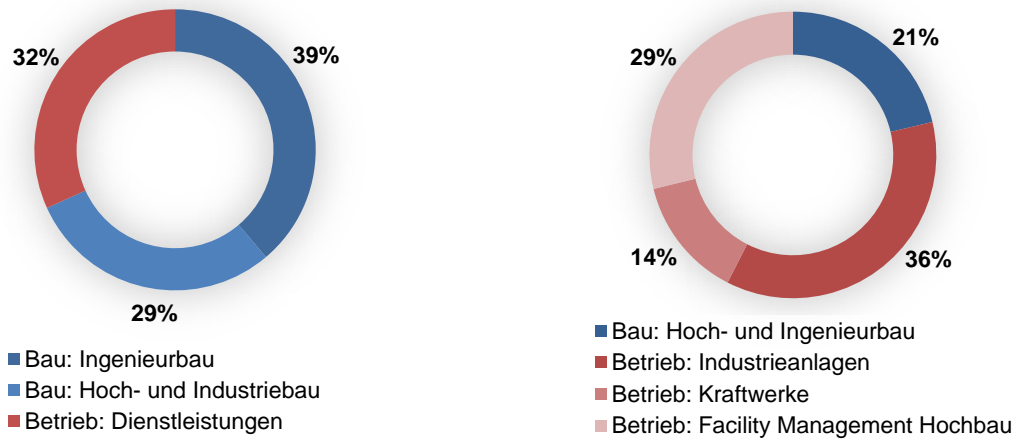
Bilfinger (Deutschland) (BILFINGER SE (Strategie 2014)) betont in seiner Strategie hinsichtlich der Verlängerung der Wertschöpfungskette: „Durch verstärkte interne Zusammenarbeit wollen wir unseren Kunden vermehrt umfassende Leistungspakete anbieten.“

Priora (Schweiz) (PRIORA AG (Leitbild 2014)) hebt die Bedeutung der Verlängerung der Wertschöpfungskette ebenfalls im Unternehmensleitbild hervor: „Als Immobilienbestandshalter und integraler Anbieter von Immobiliendienstleistungen decken wir sämtliche Bereiche über den ganzen Lebenszyklus einer Immobilie ab.“

In der Unternehmensstrategie der STRABAG (Österreich) (STRABAG SE (Strategie 2013)) ist die Verlängerung der Wertschöpfungskette sogar als eigener Punkt aufgeführt: „Wir verstehen uns als Anbieterin der gesamten Palette an Baudienstleistungen. Erfolgt von der Planung über die Errichtung bis hin zum Betrieb des Bauwerkes alles aus einer Hand, reduziert dies die Schnittstellen und vereinfacht damit den Prozess für unsere Kundinnen und Kunden.“

<sup>50</sup> Bis 2012 firmierte „Bilfinger“ unter dem Namen „Bilfinger Berger“

<sup>51</sup> Vgl. etwa HOCHTIEF AKTIENGESELLSCHAFT (Strategy - Toward the future 2014)



**Bild 7:** Zusammensetzung des Umsatzes von „Bilfinger“ in den Jahren 2005 (links) und 2010 (rechts)<sup>52</sup>

### 1.1.5 Auswirkungen der Anpassung der Unternehmensstrategie auf die unternehmensinternen Prozesse

Die Veränderung der strategischen Ausrichtung und Erweiterung der Dienstleistungspalette vom reinen Bauen hin zum Planen, Bauen, Betreiben, Erhalten und – im Fall der Beteiligung an PPP-Projekten – auch zum Finanzieren des Projektes über einen langen Zeitraum, zieht in den Unternehmen, die sich an solchen Projekten beteiligen, weitere Anpassungen nach sich. Wie BLEICHER (1991) S. 58 hierzu unter Bezugnahme auf das sog. „St. Galler Management-Modell“ formuliert, ist es Aufgabe der Strategie „...verhaltensleitend zu wirken. Die operative Dimension zielt sodann auf das Leistungs- und Kooperationsverhalten im Arbeitsprozess [...]. Ihr kommt die Funktion zu, verhaltensrealisierend zu wirken.“ Dementsprechend findet die veränderte strategische Ausrichtung ihre Umsetzung in neu gestalteten und entsprechend angepassten unternehmensinternen Prozessen.<sup>53</sup>

In der vorliegenden Arbeit, die sich mit Bauunternehmen, die sich mit PPP-Projekten auseinandersetzen, beschäftigt, ist in diesem Zusammenhang von Interesse, welche Prozesse erforderlich sind, um den erweiterten Leistungsbereich bei PPP-Projekten abzudecken. Einen Überblick über die Prozesse, die im Rahmen eines PPP-Projektes umzusetzen sind, gibt **Bild 8**.

<sup>52</sup> Eigene Darstellung auf Basis von BILFINGER BERGER AG (Geschäftsbericht '05 2006) bzw. BILFINGER BERGER SE (Geschäftsbericht '10 2011)

<sup>53</sup> GIRMSCHIED, G. (Bauunternehmensmanagement 2010) S. 13

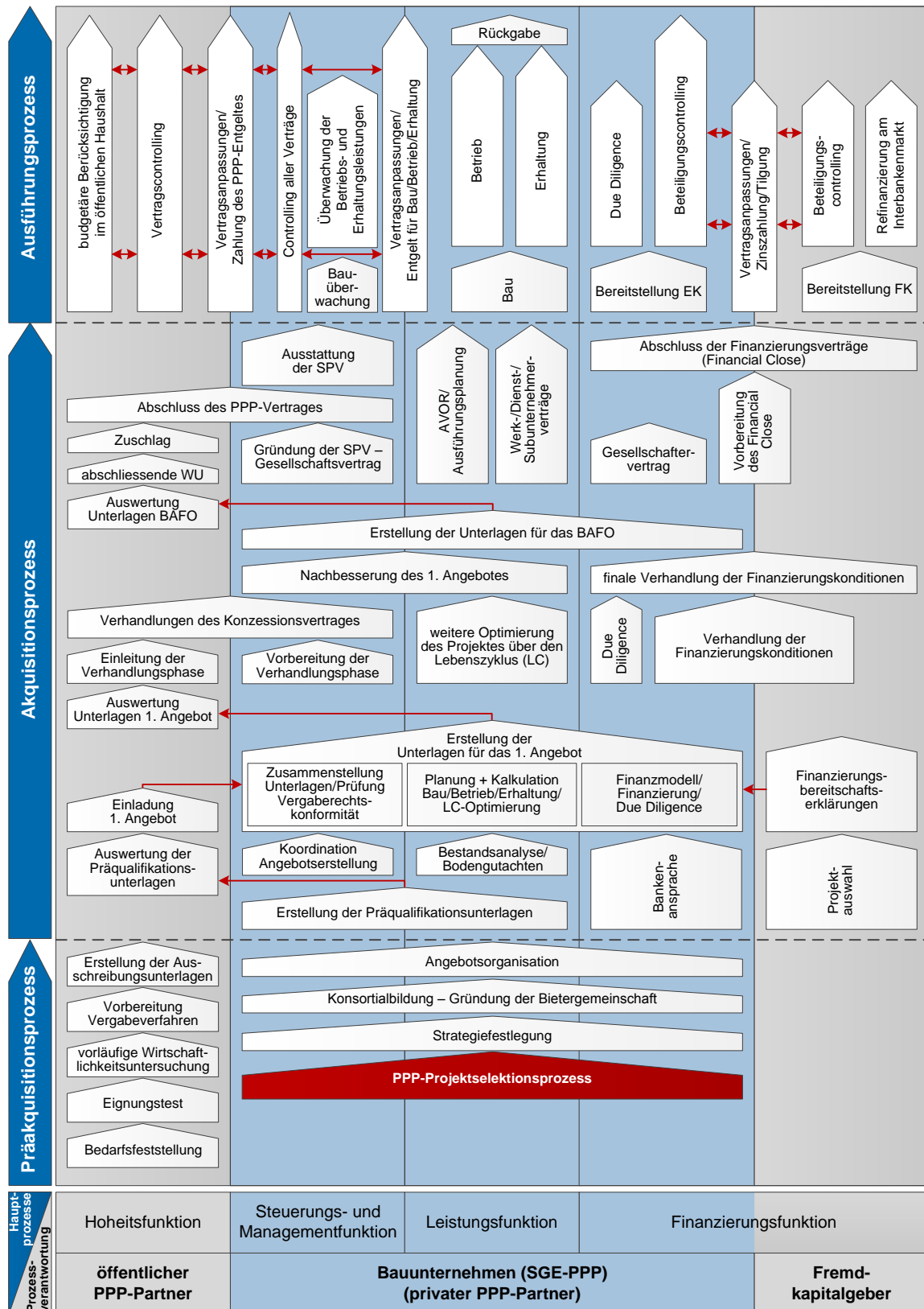


Bild 8: Prozesslandkarte der Vertragspartner bei PPP-Projekten<sup>54</sup>

<sup>54</sup> in Anlehnung an ALFEN, H. W., et al. (Lebenszyklusorientiertes Risikomanagement 2010) S. 304

Wie in **Bild 4** gezeigt wurde, übernehmen Bauunternehmen bei PPP-Projekten neben der reinen Leistungsfunktion sowohl die Steuerungs- und Managementfunktionen als auch die Finanzierungsfunktion. Folglich erweitern sich die Prozesse von Bauunternehmen, die sich in diesem Geschäftsfeld bewegen, zu einem breiten Spektrum an Prozessen, das in **Bild 8** durch den blauen Hintergrund gekennzeichnet ist. Neben den Leistungserstellungsprozessen<sup>55</sup> aus den Bereichen Planung, Bau, Betrieb und Erhaltung, die im Wesentlichen dem Bereich „Ausführung“ zuzuordnen sind, gilt es für Bauunternehmen nun auch Steuerungs- und Managementprozesse (Bereich „Projektgesellschaft“) und Prozesse im Bereich der Finanzierung (Bereich „Eigenkapitalgeber“) zu gestalten und zielgerichtet abzuwickeln.

## 1.2 Identifizierte Problemstellung und Bedeutung einer Problemlösung

### 1.2.1 Identifizierte Problemstellung – mangelhafte PPP-Projektselektionsprozesse in Bauunternehmen

Da sich der PPP-Markt im deutschsprachigen Raum erst etwa ab der Jahrtausendwende<sup>56</sup> entwickelt hat, stellt sich die Frage, wie fortgeschritten alle zur Umsetzung von PPP-Projekten erforderlichen Prozesse innerhalb des breiten PPP-Prozessspektrums in Bauunternehmen bereits sind.

Nach den Eindrücken, die der Autor dieser Arbeit in der praktischen Tätigkeit im Zusammenhang mit PPP-Projekten sowie aus zahlreichen Gesprächen mit Unternehmen gewinnen konnte, scheinen vor allem grosse Bauunternehmen in den Bereichen der realwirtschaftlichen Leistungserbringung in allen Lebenszyklusphasen eines Bauwerkes bereits eine Vorreiterrolle einzunehmen. Dieser Eindruck lässt sich durch Studien stützen, die bestätigen, dass Bauunternehmen auch im Bereich der gebäudenahe Dienstleistungen, wie des Betriebsdienstes, die Markführerschaft übernommen haben.<sup>57</sup>

Das Gleiche gilt für Steuerungs- und Managementprozesse. Besonders grosse Bauunternehmen besitzen durch zahlreiche Grossprojekte umfangreiche Erfahrungen im Zusammenhang mit der Steuerung und Umsetzung komplexer Projekte und können diese Kompetenz gewinnbringend in die Projektgesellschaft bei PPP-Projekten einbringen.

Anders sieht es hingegen mit der Rolle des Eigenkapitalgebers aus. Die Rolle des industriellen, strategischen Investors scheint den grossen Bauunternehmen weniger

---

<sup>55</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Bauunternehmensmanagement 2010) S. 15

<sup>56</sup> Vgl. RIEBELING, K.-H. (Eigenkapitalbeteiligungen PPP 2009) S. 59

<sup>57</sup> Vgl. etwa SCHÖBER, K.-S., et al. (Strategien der deutschen Bauwirtschaft 2011) S. 30

vertraut zu sein, was im Zuge dieser Arbeit durch einen Vergleich mit dem Stand der Praxis (Kapitel 2) in anderen Branchen, die ebenso Eigenkapital in PPP-Projekte bzw. in andere bauliche Infrastrukturprojekte investieren, bestätigt wird. Dabei stellt die Rendite auf das eingesetzte Eigenkapital eine der wesentlichen Renditequellen eines Bauunternehmens, das sich an PPP-Projekten beteiligt, dar.<sup>58</sup> Den hohen Renditechancen aus dem eingesetzten Eigenkapital stehen aber durch die Langfristigkeit der PPP-Projekte und das grosse Spektrum an zu erbringenden Leistungen entsprechend viele Risiken gegenüber, denen das investierte Eigenkapital ausgesetzt ist.<sup>59</sup> In den Unternehmen gewinnen daher Überlegungen zum Risikomanagement<sup>60</sup>, zur Risikoallokation<sup>61</sup> und zur Risikodiversifikation<sup>62</sup> an Bedeutung, um auch langfristig ein angemessenes Risiko-Rendite-Verhältnis zu gewährleisten und den Fortbestand des Unternehmens zu sichern.

Starken Einfluss auf die in Kauf genommenen Risiken und die Erzielung von angemessenen Renditen hat erwartungsgemäss die Selektion von geeigneten, neuen PPP-Projekten, die sich rendite- und risikooptimal in das Bestandsprojektportfolio des Unternehmens integrieren und zur Unternehmensgrösse und Unternehmensstruktur passen.<sup>63</sup> Allerdings scheinen den grossen Unternehmen der Baubranche bislang die geeigneten Instrumente zu fehlen, um diese geeigneten PPP-Projekte am Markt zu identifizieren. Aus diesem Grund erfolgt die Projektselektionsentscheidung, wie in Kapitel 2.1 gezeigt wird, auch bei PPP-Projekten mehrheitlich nach denselben Kriterien, wie bei klassischen Bauprojekten. Im Kern sind die Projektselektionsentscheidungen daher bislang keine Entscheidungen aus einer Eigenkapitalinvestorensicht heraus sondern werden auf Basis von qualitativen Projektbewertungen und subjektiven Einschätzungen des Managements getroffen. Dies unterstreicht HOFMANN (2008) S. 32, der die Entscheidung um die Beteiligung an einem neuen PPP-Projekt als eine rein „...strategische Entscheidung...“ bezeichnet. Eine Einbeziehung von Ergebnissen aus geeigneten quantitativ-rationalen Entscheidungs- und Steuerungsinstrumenten in den Projektselektionsprozess erfolgt derzeit in Bauunternehmen – im Gegensatz etwa zur Finanzindustrie (vgl. Kapitel 2.2) – nicht.

---

<sup>58</sup> Wie der durchaus PPP-kritischen Studie von WHITFIELD, D. (PPP Wealth Machine 2012) zu entnehmen ist, betrug die durchschnittliche Gewinnmarge aus Bautätigkeiten in Grossbritannien zwischen 2003 und 2011 2.9 Prozent (vgl. WHITFIELD, D. (PPP Wealth Machine 2012) S. 39). Die durchschnittliche Verzinsung des eingesetzten Eigenkapitals von Bauunternehmen in PPP-Projekten lag hingegen bei 12.0 bis 66.3 Prozent (WHITFIELD, D. (PPP Wealth Machine 2012) S. 39), wie in der genannten Studie am Beispiel von Beteiligungsveräusserungen errechnet wurde.

<sup>59</sup> Wie MERNA, A., et al. (Project Finance 2010) S. 33 ausführen, erfolgt die Kompensation auf das Eigenkapital üblicherweise in Form von Dividendenauszahlungen an die Eigenkapitalgeber. Dividenden werden jedoch nur ausgeschüttet, wenn ein PPP-Projekt Gewinne erzielt. Da alle übrigen Finanzierungsformen prioritär gegenüber dem Eigenkapital behandelt werden, muss nach der Bedienung aller übrigen Finanzierungen (Fremdkapital, Mezzanine, etc.) noch ein Gewinn erzielt werden, um eine Ausschüttung von Dividenden zu realisieren (vgl. MERNA, A., et al. (Project Finance 2010) S. 38).

<sup>60</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Risikomanagement-Prozess-Modell, Teil 1 2007) bzw. GIRMSCHIED, G. (Risikomanagement-Prozess-Modell, Teil 2 2007)

<sup>61</sup> Vgl. etwa GIRMSCHIED, G. (RA-Modell: Risikominimierung 2011), GIRMSCHIED, G. (RA-Modell: Zeitliche Risikobelastung 2011) und GIRMSCHIED, G. (RA-Modell: Risikotragfähigkeit 2011) bzw. FIRMENICH, J. (Risikoallokation und Risikotragfähigkeit PPP 2014)

<sup>62</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Unternehmensrisikomanagement 2008) S. 45

<sup>63</sup> Vgl. HANDA, V. K. UND GEORGIADES, I. F. (Construction Project Selection 1980) S. 360

Zudem ist festzustellen, dass bei der Auswahl eines neuen PPP-Projektes bisher jeweils das neue Projekt im Zentrum der Betrachtung steht. Portfolioüberlegungen und die Berücksichtigung von Bestandsprojekten, wie diese etwa bei Finanzinvestoren, die Eigenkapital in PPP-Projekte oder andere bauliche Infrastrukturprojekte investieren (vgl. Kapitel 2.2), angestellt werden, finden im PPP-Projektselektionsprozess in Bauunternehmen bislang keine ausreichende Berücksichtigung.

Das Fehlen eines strukturierten, auf quantitativ-rationalen Erkenntnissen abgestützten Projektselektionsprozesses bei PPP-Projekten ist umso erstaunlicher, wenn man sich, wie im Folgenden dargelegt wird, die Bedeutung des initialen Projektselektionsprozesses vergegenwärtigt.

### 1.2.2 Bedeutung des PPP-Projektselektionsprozesses

GIRMSCHIED (2010) S. 25 hebt hervor, dass die „...Erstellung eines Angebots [...] in Abhängigkeit von der Projektgrösse einen erheblichen Umfang annehmen...“ kann. Dies gilt für PPP-Projekte in besonderem Mass, da es sich bei PPP-Projekten meist um Grossprojekte<sup>64</sup> handelt und zudem im Akquisitionsprozess regelmässig umfangreiche Planungstätigkeiten durch die Bieter erbracht werden müssen.<sup>65</sup> Durch die Einbindung von externen Beratern<sup>66</sup> erhöhen sich die entstehenden Kosten zusätzlich. STOLZE (2008) S. 74 führt aus, dass die „...durchschnittlichen Angebotskosten für ein PPP-Projekt ohne [der Phase der Präqualifikation] [...] bei [dem Bauunternehmen] Balfour Beatty [...] knapp 3 Mio. Euro...“ betragen, das entspricht etwa CHF 3.1 Mio.. Die Kosten für die Erstellung eines Angebotes können jedoch nach Auskunft eines Bauunternehmens bei sehr grossen PPP-Projekten der Verkehrsinfrastruktur sogar deutlich höher ausfallen.<sup>67</sup> Da diese Kosten von den Unternehmen zu tragen sind und einen wesentlichen Anteil an den allgemeinen Geschäftskosten ausmachen<sup>68</sup>, liegt auf der Hand, dass einer hohen Erfolgsrate und somit einer zielgerichteten Projektselektion eine hohe Bedeutung zukommt. Schliesslich ist es, wie GIRMSCHIED (2010) S. 26 verdeutlicht, „...kostengünstiger und erfolgserhöhender, wenige gezielt selektierte Ausschreibungen umfassend zu bearbeiten anstatt viele und diese nur oberflächlich.“

Neben den hohen Angebotserstellungskosten ist bei PPP-Projekten zu berücksichtigen, dass mit dem Erhalt des Zuschlages für ein PPP-Projekt auf Grund der von den

---

<sup>64</sup> Gem. SCHETTER, C. (Finanzierung von Infrastrukturmassnahmen durch PPP 2010) S. 26 sind EUR 30 Mio. (entspricht CHF 31 Mio.) bei PPP-Hochbauprojekten und EUR 500 Mio. (entspricht CHF 520 Mio.) für PPP-Strassenprojekte „...eine typische Grössenordnung für die Gesamtinvestitionskosten einer PPP-Massnahme...“.

<sup>65</sup> Die Übernahme von Planungsleistungen durch die Bieter ohne einer entsprechenden Kompensation gibt derzeit Anlass zur wissenschaftlichen Diskussion. Mitunter wird eine Kompensation für die geistigen Leistungen der Bieter im Akquisitionsprozess propagiert (vgl. STOLZE, S.-F. (Honorierung der Angebotserstellung bei PPP-Projekten 2008)).

<sup>66</sup> Teilweise müssen gewisse Berater sogar verpflichtend eingebunden werden, um die entsprechende Eignung in der Phase der Präqualifikation nachweisen zu können. Insb. um die Einbindung von geeigneten Rechtsberatern in Form einer PPP-erfahrenen Anwaltskanzlei sowie um Finanzberater, meist aus der Beratungsabteilung einer internationalen Grossbank, kommt man in der Praxis i. d. R. nicht herum (vgl. HOFMANN, A. (PPP-Verfahren aus Bietersicht 2008) S. 34 sowie S. 42f).

<sup>67</sup> Vgl. Anhang A: HOCHTIEF PPP Solutions GmbH (2013), Interview

<sup>68</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Angebots- und Ausführungsmanagement 2010) S. 25



beteiligten Bauunternehmen übernommenen Finanzierungsfunktion (**Bild 4**) ein hoher Eigenkapitalbetrag in die Projektgesellschaft zu investieren ist. Gem. WEBER UND ALFEN (2010) S. 199 ist eine Eigenkapitalbeteiligung in Höhe von 10 bis 30 Prozent des gesamten Finanzierungsvolumens in Abhängigkeit vom Risikoprofil des PPP-Projektes üblich. Dieses Eigenkapital ist langfristig in einem Projekt gebunden und steht dem Unternehmen nicht für andere Projekte zur Verfügung.<sup>69</sup>

Aus den genannten Punkten wird deutlich, dass ein zielgerichteter, die Erfolgchancen maximierender Projektselektionsprozess speziell bei PPP-Projekten von besonderer Bedeutung für den wirtschaftlichen Erfolg eines Bauunternehmens bzw. der für PPP-Projekte zuständigen Strategischen Geschäftseinheit (SGE) innerhalb des Bauunternehmens ist. Dementsprechend muss die Projektselektion gut durchdacht sein und auf einer belastbaren Entscheidungsbasis erfolgen. Dieser Anforderung wird der aktuell in der Praxis von Bauunternehmen angewandte PPP-Projektselektionsprozess nicht gerecht (vgl. Kapitel 2.1).

### 1.3 Zielsetzung und Aufbau der vorliegenden Arbeit

Nachdem das Problem eines mangelhaften Projektselektionsprozesses für PPP-Projekte in Bauunternehmen identifiziert und die Bedeutsamkeit der Lösung dieses Problems dargelegt wurde, folgt denklogisch als nächster Schritt<sup>70</sup> die Formulierung der Zielsetzung der vorliegenden Dissertation.

#### 1.3.1 Zielsetzung der Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines Modells zur Auswahl von PPP-Projekten in Bauunternehmen, das auf quantitativ-rationaler Basis den Projektselektionsprozess systematisiert. Die Projektselektionsentscheidung hat unter Anwendung erprobter Theorien und Methoden zu erfolgen und in zielgerichteter Weise dasjenige PPP-Projekt zu identifizieren, das sich rendite- und risikooptimal in das Bestandsprojektportfolio eines Bauunternehmens einfügt. Des Weiteren sind im zu entwickelnden Modell die spezifischen Charakteristika von PPP-Projekten hinsichtlich der Langfristigkeit, des Lebenszyklusansatzes und der erweiterten Leistungsbereiche aus Planung, Bau, Betrieb, Erhaltung und Finanzierung zu berücksichtigen und die Veränderung der Renditeerwartung sowie der Risikobelastung im Projektablauf abzubilden.

<sup>69</sup> In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass viele Bauunternehmen auf Grund der hohen Eigenkapitalbindung in einem einzigen PPP-Projekt häufig versuchen, möglichst frühzeitig nach Beendigung der Bauphase Anteile des Projektes zu verkaufen. Gem. der Studie von WHITFIELD, D. (PPP Wealth Machine 2012) S. 35 wurden erfolgreiche PPP-Projekte mit einer hohen Eigenkapitalrendite im Durchschnitt bereits 5.1 Jahre nach Financial Close (**Bild 6**) von Bauunternehmen ganz oder teilweise an Finanzinvestoren verkauft. Beteiligungen von Bauunternehmen an weniger erfolgreichen Projekten wurden wegen des geringeren Investoreninteresses etwas später veräußert und veränderten durchschnittlich 6.3 Jahre nach Financial Close ihre Eigenkapitalgeber.

<sup>70</sup> Vgl. BLANCHARD, B. S. UND FABRYCKY, W. J. (Conceptual System Design 2011) S. 56

Das angestrebte PPP-Projektselektionsmodell (PPP-PSM) ist als Entscheidungsmodell zu konzipieren und wird dem für die Projektselektionsentscheidung verantwortlichen Management der SGE-PPP zur Seite gestellt. Um eine möglichst weitreichende Verbesserung der aktuellen Situation zu erreichen, ist das PPP-PSM weitgehend auf quantitativ-rationaler Basis zu entwickeln.

Das PPP-PSM ist des Weiteren dezidiert für die Auswahl von PPP-Projekten in Bauunternehmen zu formulieren. Folglich sind in der Entwicklung des Modells sowohl die Charakteristika von PPP-Projekten als auch die Besonderheiten von Bauunternehmen zu berücksichtigen.

Die Charakteristika von PPP-Projekten wurden durch die konstituierenden Merkmale bereits umrissen (Kapitel 1.1.3.1). In der Umsetzung des PPP-PSM sind insb. die Langfristigkeit der Projekte sowie die Lebenszyklusorientierung mit der einhergehenden Ausweitung der Leistungsbereiche des privaten PPP-Partners zu berücksichtigen.

Die Besonderheiten von Bauunternehmen wurden in einer allgemeinen Betrachtungsweise bereits beleuchtet (Kapitel 1.1.4). Spezifischer dazu ist in der vorliegenden Arbeit der derzeitige Stand der Praxis hinsichtlich der PPP-Projektselektionsprozesse in Bauunternehmen zu analysieren, um konkrete Verbesserungspotentiale zu erkennen.

Wie in der Problemstellung (Kapitel 1.2.1) beschrieben wurde, ist die Rolle des Eigenkapitalinvestors für Bauunternehmen eine vergleichsweise neue. Folglich kann bislang nur ein eingeschränkter Wissenstransfer von in der Finanzwirtschaft erprobten Projektselektionsprozessen in die Projektselektionsprozesse von Bauunternehmen stattgefunden haben. Unter Anwendung des „Best-Practice-Gedankens“<sup>71</sup> ist dieser bisher fehlende Wissenstransfer einzuleiten und der Blick bewusst über den Tellerrand hinaus zu richten. Durch diese Herangehensweise wird dem erweiterten Leistungsbereich bei PPP-Projekten auch dahingehend Rechnung getragen, dass das Knowhow aus verschiedenen Disziplinen gebündelt und zielgerichtet bereits in den Akquisitionsprozess von PPP-Projekten einfließt. Die gewonnenen Erkenntnisse aus den Projektselektionsprozessen der Finanzwirtschaft sind – sofern sinnvoll und adaptierbar – in die Konzipierung des PPP-PSM einzubeziehen. Die Überprüfung der Adaptierbarkeit hat dabei auf wissenschaftlicher Basis zu erfolgen.

Die Entwicklung und praktische Etablierung eines quantitativ-rationalen Projektselektionsprozesses für PPP-Projekte eröffnet wirtschaftliche Potentiale für die SGE-PPP bzw. das Bauunternehmen insgesamt, die sich langfristig in einer optimalen Ergänzung des bisherigen Projektportfolios und einer sehr wahrscheinlichen Rückführung

---

<sup>71</sup> Vgl. GIRMSCHEID, G. (Bauunternehmensmanagement 2010) S. 995

des eingesetzten Eigenkapitals inkl. angestrebter Rendite bzw. kurzfristig in Form einer lukrativen Veräusserung der akquirierten PPP-Projekte auswirken kann.

### 1.3.2 Aufbau der Arbeit

**Bild 9** veranschaulicht den Aufbau der vorliegenden Arbeit. Insgesamt orientiert sich der gewählte Aufbau an dem von GIRMSCHIED (2007) S. 200 in den Baubetriebswissenschaften verankerten, hermeneutisch-deduktiven Forschungsansatz. Das im Rahmen dieser Arbeit zu entwickelnde PPP-PSM ist in die Gruppe der Entscheidungsmodelle einzuordnen und wird basierend auf konstruktivistisch-hermeneutischen Gestaltungsansätzen entwickelt.<sup>72</sup> Der Erkenntnisgewinnungsprozess folgt dabei dem in GIRMSCHIED (2007) S. 28 vorgeschlagenem Grundkonzept und gliedert sich – unter Berücksichtigung der Zielsetzung dieser Arbeit – in vier Phasen. Die in diesen vier Phasen gewonnenen Erkenntnisse werden abschliessend zusammengefasst und bewertet.

#### 1.3.2.1 Phase 1 – Problemidentifikation (Teil A)

Wie bereits in Kapitel 1.2 beschrieben wurde, genügt die Ausgestaltung des derzeitigen PPP-Projektselektionsprozesses nicht den Anforderungen, die sich aus der strategischen Neuausrichtung vieler grosser Bauunternehmen ergeben.

Aus der Darlegung des Standes der Praxis in Bauunternehmen, die als industrielle, strategische Investoren in PPP-Projekte investieren, und bei Finanzinvestoren werden mögliche Verbesserungspotentiale identifiziert und Fragen der Praxis an die Forschung formuliert (Kapitel 2).

Einen weiteren Bestandteil der Phase 1 – Problemidentifikation bildet die Erarbeitung des Standes der Forschung (Kapitel 3) in dem für die Zielsetzung dieser Arbeit relevanten Wissenschaftsgebiet der Modern Portfolio Theory (MPT). Dabei werden auf wissenschaftlicher Basis die Möglichkeiten der Anwendung der MPT auf den PPP-Projektselektionsprozess in Bauunternehmen überprüft, mögliche Probleme aufgezeigt und Potentiale der Weiterentwicklung erarbeitet. Aus der Synthese aus den Fragen der Praxis an die Forschung und dem Stand der Forschung werden schliesslich die Fragen der Forschung abgeleitet. Den Abschluss der Phase 1 – Problemidentifikation bildet schliesslich die Beschreibung der Forschungslücke und des Forschungsgegenstandes.

---

<sup>72</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Forschungsmethodik 2007) S. 200

### 1.3.2.2 Phase 2 – Denklogische Modellkonzeptionierung (Teil B)

Aufbauend auf die in Phase 1 identifizierten Probleme und die identifizierte Forschungslücke erfolgt in Kapitel 4 die denklogische Herleitung des Lösungsansatzes für das PPP-PSM.

### 1.3.2.3 Phase 3 – Denklogisch-deduktive Modellgestaltung (Teil C)

In Phase 3 wird das im Lösungsansatz entwickelte Grundkonzept des PPP-PSM inhaltlich gefüllt und denklogisch-deduktiv ausgestaltet. Zur Erarbeitung der methodischen Vorgehensweise wird zu Beginn dieser Phase die Forschungsmethodik dargelegt (Kapitel 5). Das für Entscheidungsmodelle angewandte konstruktivistische Forschungsparadigma angelehnt an VON GLASERSFELD<sup>73</sup> verlangt eine Begründung der intendierten Ziel-Mittel-Beziehung. Am Ende von Kapitel 5 wird dieser Begründungszusammenhang dargelegt und es wird gezeigt, dass das im Entdeckungszusammenhang der Phase 2 denklogisch hergeleitete Modellkonstrukt (= Mittel) zu einer zielgerichteten Lösung der in Phase 1 identifizierten Probleme (= Ziel) führt. Für die Ausgestaltung des PPP-PSM wird ein theoretischer Bezugsrahmen verwendet, der zur denklogisch-deduktiven Strukturierung des Gesamtmodellkonstrukts dient und die Viabilität des Modells gewährleistet. In gegenständlicher Arbeit bildet die kybernetische Systemtheorie nach VON BERTALANFFY<sup>74</sup>, ASHBY<sup>75</sup> und WIENER<sup>76</sup> die Grundlage für die viable Gestaltung des Modells zur Erreichung der Ziel-Mittel-Beziehung. Die Validität der einzelnen Module innerhalb des PPP-PSM wird durch die theoriegeleitete Ausgestaltung der Module auf Basis wissenschaftlich erprobter Theorien erreicht. Der Schwerpunkt in gegenständlicher Arbeit liegt auf der Verwendung der Modern Portfolio Theory (MPT). Darüber hinaus kommen die Risikomanagementtheorie, die Investitionsrechnung und Renditeberechnung, Theorien des strategischen Bauunternehmensmanagements sowie die multi-kriterielle Entscheidungstheorie zur Anwendung.

In Kapitel 6 erfolgt die inhaltliche Ausgestaltung des ersten Moduls des PPP-PSM, das sich mit der Erfassung und portfoliotheoretischen Beurteilung des PPP-Bestandsprojektportfolios (IST-PPP-Portfolios) eines Bauunternehmens beschäftigt.

Kapitel 7 widmet sich dem zweiten Modul des PPP-PSM und beschreibt die Ermittlung von potentiell zukünftigen Zielprojekten, die aus Sicht des Bauunternehmens geeignet wären, um den Akquisitionsprozess einzuleiten.

<sup>73</sup> Vgl. VON GLASERSFELD, E. (Radikaler Konstruktivismus 1996), VON GLASERSFELD, E., et al. (Radical Constructivism 2007)

<sup>74</sup> Vgl. VON BERTALANFFY, L. (General System Theory 1968), VON BERTALANFFY, L. (General System Theory 1973)

<sup>75</sup> Vgl. ASHBY, W. R. (Cybernetics 1971)

<sup>76</sup> Vgl. WIENER, N. (Kybernetik 1969), WIENER, N. (Cybernetics 1991), WIENER, N. (Kybernetik 1992)

Zum Abschluss der Phase 3 wird in Kapitel 8 das dritte Modul des PPP-PSM behandelt. In diesem Modul geht es um die Umsetzung der eigentlichen PPP-Projektselektionsentscheidung auf Basis der Erkenntnisse aus den Modulen 1 und 2. Die PPP-Projektselektionsentscheidung wird portfoliobasiert und unter Anwendung eines multi-kriteriellen Verfahrens auf quantitativ-rationaler Basis getroffen.

#### *1.3.2.4 Phase 4 – Realisierbarkeitstest (Teil D)*

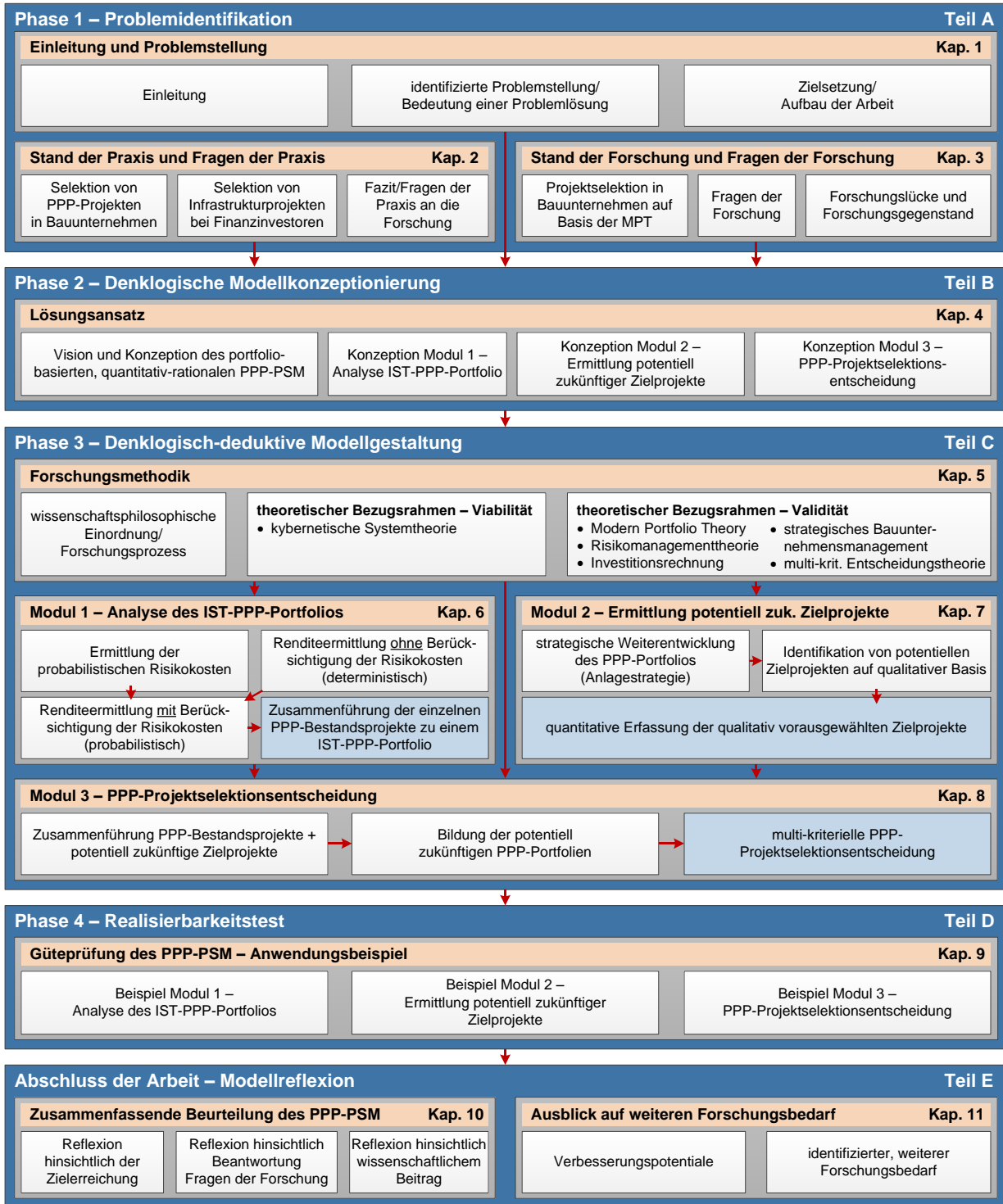
Die Prüfung der intendierten Zielwirkung und der Reliabilität des Modells erfolgt über einen Realisierbarkeitstest unter Berücksichtigung des Grundsatzes der Triangulation.<sup>77</sup> Im Rahmen dieses Realisierbarkeitstests werden realistische PPP-Projekt- und Marktdaten sowie Randbedingungen einbezogen. Auf dieser Grundlage wird je ein praxisnahes Beispiel zu jedem der drei Module des PPP-PSM erarbeitet. Diese Beispiele dienen als Nachweis der praktischen Umsetzbarkeit des PPP-PSM und tragen zum besseren Verständnis der theoretisch beschriebenen Zusammenhänge bei (Kapitel 9).

#### *1.3.2.5 Beurteilung der Ergebnisse und Ausblick (Teil E)*

Zum Abschluss der Arbeit werden die gewonnenen Forschungsergebnisse kritisch beurteilt und ein Fazit zu den Ergebnissen der Arbeit gezogen (Kapitel 10). Des Weiteren wird ein Ausblick auf den weiteren Forschungsbedarf gegeben (Kapitel 11).

---

<sup>77</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Forschungsmethodik 2007) S. 132 und S. 171



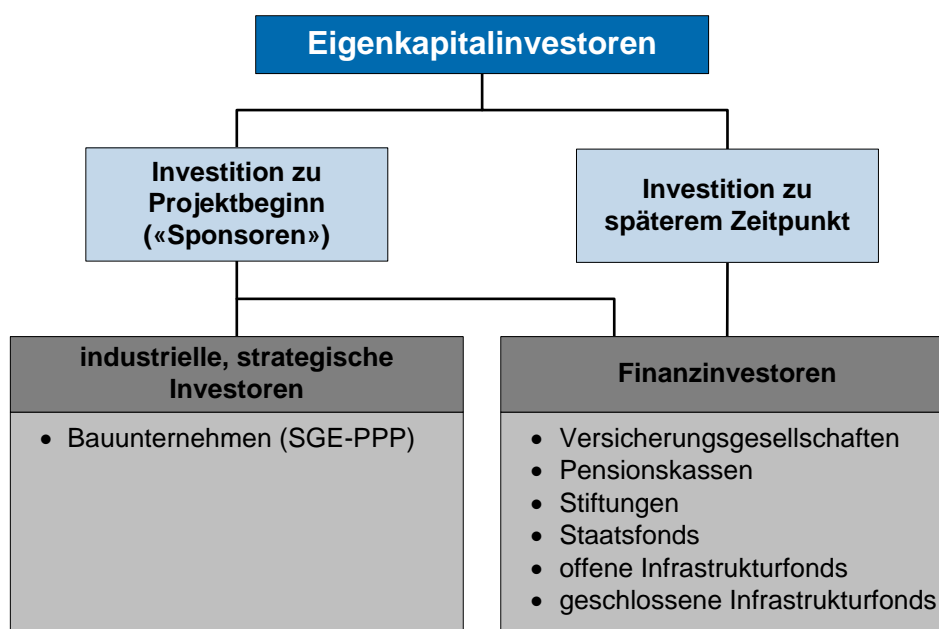
**Bild 9:** Aufbau und methodische Konzeptionierung der vorliegenden Arbeit<sup>78</sup>

<sup>78</sup> Eigene Darstellung

## 2 Stand der Praxis und Fragen der Praxis

In diesem Kapitel wird der Stand der Praxis bezüglich der Projektselektion von Eigenkapitalinvestoren, die in projektfinanzierte PPP-Projekte investieren, beleuchtet. Wie **Bild 10** zeigt, kann grundsätzlich zwischen zwei Arten von Eigenkapitalinvestoren unterschieden werden:<sup>79</sup>

- 1) industrielle, strategische Investoren, zu denen auch Bauunternehmen bzw. die innerhalb des Bauunternehmens für PPP-Projekte zuständige SGE-PPP zu zählen sind, sowie
- 2) Finanzinvestoren, denen u. a. Versicherungsgesellschaften, Pensionskassen, Stiftungen und unterschiedliche Arten von Fonds zuzuordnen sind.



**Bild 10:** Arten von Eigenkapitalinvestoren bei PPP-Projekten<sup>80</sup>

Als industrielle, strategische Investoren treten bei PPP-Projekten aus den in **Bild 2** markierten Sektoren und Subsektoren in erster Linie grosse Bauunternehmen auf<sup>81</sup>, die in der Lage sind, neben der reinen Bauleistung auch Leistungen des Betriebs, der Erhaltung und der Finanzierung des Projektes zu erbringen. Der Grund für die Beteiligung an PPP-Projekten liegt bei diesen industriellen, strategischen Investoren einer-

<sup>79</sup> Vgl. BOLL, P. (Investitionen in Public-Private-Partnership-Projekte 2007) S. 119

<sup>80</sup> In Anlehnung an WEBER, B. UND ALFEN, H. W. (Infrastructure as an Asset Class 2010) S. 22 und S. 151

<sup>81</sup> Vgl. RIEBELING, K.-H. UND WALTHER, U. (Finanzinvestoren und PPP 2010) S. 5; die zitierte Quelle bezieht sich auf den deutschen PPP-Markt.

seits in der Verfolgung finanzieller Ziele aus dem eingesetzten Investment. Andererseits ist die Beteiligung an PPP-Projekten aber auch, oder sogar in überwiegendem Mass<sup>82</sup> langfristigen strategischen Unternehmenszielen und einer Anpassung der grundsätzlichen Ausrichtung der Bauunternehmen geschuldet (Kapitel 1.1.4.2). Als langfristige strategische Unternehmensziele sind die Generierung von Wachstum, die Schaffung von Synergieeffekten, eine bessere Nutzbarmachung von Skaleneffekten, eine Verlängerung der Wertschöpfungskette, die Akquise von Projekten in den verschiedensten Leistungsbereichen des Unternehmens, eine Erschliessung neuer Länder und Märkte oder die Erschliessung weiterer SGF<sup>83</sup> zu nennen.<sup>84</sup> In Kapitel 2.1 wird am Beispiel eines grossen internationalen Bauunternehmens dargelegt, wie die Auswahl von PPP-Projekten bei solchen industriellen, strategischen Investoren abläuft.

Als zweite Gruppe der Eigenkapitalinvestoren bei PPP-Projekten sind Finanzinvestoren zu nennen. Diese beteiligen sich entweder bereits ab Beginn oder erst im weiteren Projektverlauf – beispielsweise nach vollständiger Errichtung des Objektes – als Investor an einem PPP-Projekt.<sup>85</sup> Als Finanzinvestoren bei PPP-Projekten treten Versicherungsgesellschaften, Pensionskassen, Stiftungen und Fonds (Staatsfonds, geschlossene Infrastrukturfonds, offene Infrastrukturfonds) in Erscheinung (**Bild 10**).<sup>86</sup> In Kapitel 2.2 wird dargelegt, wie die Auswahl von Projekten bei Finanzinvestoren vonstattengeht. In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass es kaum Finanzinvestoren gibt, die sich ausschliesslich auf Investitionen in PPP-Projekte spezialisiert haben. Für die meisten Finanzinvestoren stellt PPP eine mögliche Form der Beteiligung an baulichen Infrastrukturprojekten dar, neben der auch andere Beteiligungsformen wie Investments in Infrastrukturgesellschaften, die Beteiligung an Infrastrukturfonds, die Beteiligung an Versorgungsnetzen oder Kraftwerken u. v. a. m. zu nennen sind (**Bild 15**). Dementsprechend beziehen sich die in Kapitel 2.2 gemachten Aussagen nicht ausschliesslich auf PPP-Projekte sondern auf Infrastrukturprojekte im Allgemeinen.

Auf die gewonnenen Erkenntnisse aufbauend, erfolgt eine Gegenüberstellung zwischen der Auswahl von PPP-Projekten bei industriellen, strategischen Investoren und der Auswahl von Infrastrukturprojekten im Allgemeinen bei Finanzinvestoren. Nach diesem „State-of-Practice-Vergleich“ werden wesentliche Gemeinsamkeiten und Unterschiede beschrieben, mögliche Potentiale aufgezeigt und ein Gesamtfazit gezogen

---

<sup>82</sup> Vgl. SCHETTER, C. (Finanzierung von Infrastrukturmassnahmen durch PPP 2010) S. 71 bzw. NEVITT, P. K. UND FABOZZI, F. J. (Project Financing 2000) S. 1

<sup>83</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Bauunternehmensmanagement 2010) S. 399

<sup>84</sup> Vgl. u. a. WEBER, B. UND ALFEN, H. W. (Infrastrukturinvestitionen 2009) S. 171, WEBER, B. UND ALFEN, H. W. (Infrastructure as an Asset Class 2010) S. 151f, SCHETTER, C. (Finanzierung von Infrastrukturmassnahmen durch PPP 2010) S. 71f, RIEBELING, K.-H. (Eigenkapitalbeteiligungen PPP 2009) S. 18

<sup>85</sup> Vgl. WEBER, B. UND ALFEN, H. W. (Infrastructure as an Asset Class 2010) S. 152

<sup>86</sup> Vgl. etwa BOLL, P. (Investitionen in Public-Private-Partnership-Projekte 2007) S. 119 bzw. WEBER, B. UND ALFEN, H. W. (Infrastructure as an Asset Class 2010) S. 22



(Kapitel 2.3). Abschliessend werden die Fragen der Praxis an die Forschung (Kapitel 2.4) formuliert.

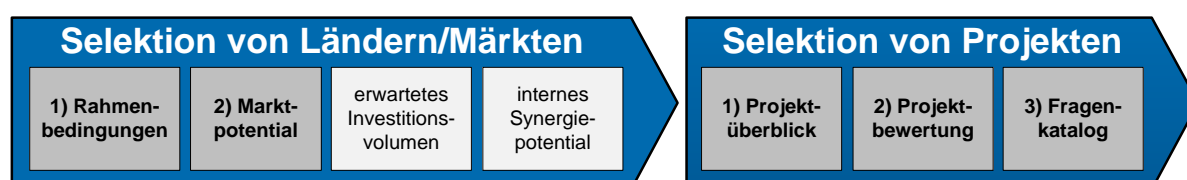
## 2.1 Selektion von PPP-Projekten bei industriellen, strategischen Investoren am Beispiel eines Bauunternehmens<sup>87</sup>

Industrielle Investoren wie Bauunternehmen stellen derzeit den grössten Anteil des zur Realisierung von PPP-Projekten erforderlichen Eigenkapitals zur Verfügung.<sup>88</sup> Bei baulichen PPP-Projekten sind es vor allem grosse Bauunternehmen, die als industrielle, strategische Investoren auftreten und Eigenkapital in diese Projekte investieren. Folglich wird der Stand der Praxis im Detail anhand eines grossen, international tätigen Bauunternehmens betrachtet.<sup>89</sup>

Im analysierten Unternehmen erfolgt die Selektion von PPP-Projekten, bei denen mit dem Akquisitionsprozess begonnen werden soll, in zwei Phasen:

- 1) die Bewertung und Selektion von Ländern/Märkten sowie
- 2) die Bewertung und Selektion potentiell zukünftiger PPP-Projekte.

Diese beiden Phasen untergliedern sich in verschiedene Teilphasen (**Bild 11**). Im Folgenden werden die beiden genannten Phasen und alle darin enthaltenen Teilphasen behandelt. Da der Ablauf des aktuellen PPP-Projektselektionsprozesses und die verwendeten Kriterien einen wesentlichen Ausgangspunkt für die nachfolgende Modellierung des PPP-PSM bildet, werden die derzeit in Bauunternehmen angewandten Abläufe umfassend und in ausführlicher Weise dargestellt.



**Bild 11:** Überblick über den Stand der Praxis der PPP-Projektselektion in Bauunternehmen<sup>90</sup>

<sup>87</sup> Teile dieses Kapitels wurden vorab in WEISSENBÖCK, S. UND GIRMSCHIED, G. (PPP Project Selection 2014) publiziert

<sup>88</sup> Vgl. RIEBELING, K.-H. UND WALTHER, U. (Finanzinvestoren und PPP 2010) S. 5; die zitierte Quelle bezieht sich auf den deutschen PPP-Markt.

<sup>89</sup> Das Unternehmen und dessen handelnder Entscheidungsträger möchten nicht namentlich genannt werden. Folglich müssen die Dokumente und Informationen, die seitens des grossen, internationalen und im PPP-Geschäft tätigen Bauunternehmens zur Verfügung gestellt wurden, vertraulich behandelt werden. Auf eine entsprechende, wissenschaftliche Zitierung der verwendeten Unterlagen muss aus den genannten Gründen verzichtet werden. Ausgangsdaten wurden umfassend anonymisiert und Zahlenwerte betragsmässig gerundet. Die vorgenommenen Anpassungen der Zahlenwerte haben keine Auswirkung auf die inhaltliche Aussagekraft, da hier ausschliesslich die Methodik der PPP-Projektselektion in Bauunternehmen im Fokus steht. Diese wird unverändert wiedergegeben. Wo es dem Autor sinnvoll erschien und es zum besseren Verständnis beiträgt, wurden geringfügige Anpassungen und Ergänzungen vorgenommen.

<sup>90</sup> Eigene Darstellung

## 2.1.1 Bewertung und Selektion von Ländern/Märkten

In einer ersten Phase erfolgt die Analyse und Auswahl von potentiellen Zielländern und Zielmärkten. Da diese Analyse bereits mit einem gewissen zeitlichen Aufwand verbunden ist, wird eine Vorselektion auf Basis der übergeordneten Unternehmensstrategie sowie auf Grundlage von Erfahrungen und subjektiven Einschätzungen der zuständigen Entscheidungsträger vorgenommen.

Die in der engeren Auswahl verbliebenen Länder werden schliesslich einer eingehenderen Analyse unterzogen. Die dabei verwendeten Kriterien lassen sich in zwei Kriteriengruppen gliedern:

- 1) Rahmenbedingungen in wirtschaftlicher, rechtlicher und sozialer Hinsicht (Kapitel 2.1.1.1) sowie
- 2) Marktpotentiale (Kapitel 2.1.1.2).

Neben den innerhalb dieser Kriteriengruppen bewerteten Kriterien wird ergänzend eine qualitative Einschätzung über das insgesamt zu erwartende PPP-Investitionsvolumen vorgenommen (Kapitel 2.1.1.3). Diese Einschätzung basiert auf Kriterien, die bereits im Rahmen der Kriteriengruppe „Marktpotentiale“ analysiert wurden. Zudem wird bewertet, inwieweit sich durch die Umsetzung eines PPP-Projektes in einem potentiellen Zielland bzw. Zielmarkt unternehmensinterne Synergiepotentiale ausschöpfen lassen (Kapitel 2.1.1.4).

Die zwei genannten Kriteriengruppen in der Analyse und Auswahl von potentiellen Zielländern und Zielmärkten sowie die ergänzenden Einschätzungen hinsichtlich des zu erwartenden PPP-Investitionsvolumens und der Synergiepotentiale werden nachfolgend beleuchtet.

### 2.1.1.1 *Kriteriengruppe Rahmenbedingungen*

In der Kriteriengruppe der wirtschaftlichen, rechtlichen und sozialen Rahmenbedingungen werden im analysierten Bauunternehmen die in den nachfolgenden Unterkapiteln beschriebenen Kriterien analysiert und bewertet. Dabei lässt sich grundsätzlich zwischen „harten“ und „weichen“ Kriterien unterscheiden.

#### 2.1.1.1.1 *Harte Kriterien*

Als „harte“ Kriterien sind in diesem Zusammenhang Kriterien zu verstehen, die bereits als quantitative Grössen (wie etwa das Bruttoinlandsprodukt) oder zumindest in Form von Skalen (wie etwa das Länderrating) vorliegen. Die im Projektauswahlprozess verwendeten „harten“ Kriterien werden in den folgenden Unterkapiteln vorgestellt.

#### 2.1.1.1.1 Bruttoinlandsprodukt (BIP)

Das Kriterium „BIP“ wird als Mass für die Wirtschaftsleistung und das Wirtschaftswachstum eines potentiellen Ziellandes herangezogen. Um das Wirtschaftswachstum zu ermitteln, wird die Entwicklung des BIP über einen mehrjährigen Zeitraum betrachtet.

Die ermittelten quantitativen Werte werden in weiterer Folge qualitativ bewertet und in eine Ordinalskala<sup>91</sup> in Form eines Notensystems (0 = Staaten mit sehr geringem BIP je Einwohner; 5 = Staaten mit sehr hohem BIP je Einwohner) überführt (**Tabelle 2**). Die vergebenen Noten fließen in die spätere Gesamtbetrachtung der Länder und Märkte ein (Kapitel 2.1.1.5).

#### 2.1.1.1.2 Haushaltssaldo

Mit dem Kriterium des Haushaltssaldos wird das Budgetdefizit jedes potentiellen Ziellandes in Prozent des Bruttoinlandsproduktes auf Basis von Wirtschaftsdaten der letzten fünf Jahre angegeben.

Auch beim Kriterium des Haushaltssaldos werden die ermittelten, quantitativen Werte in eine Ordinalskala überführt und gehen so in die spätere Länderbewertung ein (**Tabelle 2**).

#### 2.1.1.1.3 Bevölkerungsentwicklung

Die Entwicklung der Bevölkerung wird häufig als Indikator für die wirtschaftliche Entwicklung eines Landes herangezogen, da eine Bevölkerungszunahme i. d. R. Hand in Hand mit einer Zunahme der Wirtschaftsleistung geht.<sup>92</sup> Von besonderer Bedeutung ist die Bevölkerungsentwicklung insb. für PPP-Projekte, bei denen das PPP-Entgelt an die Anzahl der Nutzer gekoppelt ist.<sup>93</sup>

Im vorliegenden Beispiel wird die Bevölkerungsentwicklung langfristig (Prognosehorizont: 20 Jahre) in die Bewertung einbezogen, was der Langfristigkeit von PPP-Projekten Rechnung trägt. Für kurzfristige Projekte ist die demografische Entwicklung i. d. R. ohnehin vernachlässigbar, da kurzfristige Veränderungen der Demografie meist kaum spürbar sind. Für langfristige, lebenszyklusorientierte Projekte kann sie jedoch, wie erwähnt, einen entsprechenden Einfluss haben und ist daher zu berücksichtigen.<sup>94</sup>

---

<sup>91</sup> Unter einer „Ordinalskala“ versteht man eine Skalierung in Form einer Rangordnung. Als gängiges Beispiel wird häufig etwa das Schulnotensystem herangezogen. Weitere Informationen sh. etwa STILLER, G. (Ordinalskala 2014) oder ZIMMERMANN, H.-J. UND GUTSCHE, L. (Multi-Criteria Analyse 1991) S. 11

<sup>92</sup> Vgl. VORNHOLZ, G. (Volkswirtschaftslehre für die Immobilienwirtschaft 2013) S. 75f

<sup>93</sup> Vgl. hierzu beispielsweise BENZ, T. (Projektentwicklung von Fernstrassen durch Private 2000) S. 74.

<sup>94</sup> Vgl. VORNHOLZ, G. (Volkswirtschaftslehre für die Immobilienwirtschaft 2013) S. 71

#### 2.1.1.1.1.4 Finanzmarkt

Mit dem Kriterium des Finanzmarktes wird eine Bewertung dahingehend vorgenommen, inwieweit innerhalb eines potentiellen Ziellandes bzw. Zielmarktes genügend finanzielle Ressourcen in Form von Investoren (sowohl Fremd- als auch Eigenkapital) vorhanden sind, um die Finanzierung eines PPP-Projektes zu ermöglichen. Zur Einschätzung dieses Kriteriums werden fünf Parameter betrachtet, die schliesslich zusammen geführt und mittels einer ordinalen Skala qualitativ bewertet werden (**Tabelle 2**). Die fünf zur Bewertung herangezogenen Parameter sind:

- a) die Währung des jeweiligen Landes,
- b) die Anzahl an durchgeführten Projektfinanzierungen<sup>95</sup> innerhalb des Landes,
- c) die Bandbreite an möglichen Formen von (Projekt-)Finanzierungen, die in einem Land zur Anwendung kommen können oder bereits gekommen sind,
- d) eine qualitative Einschätzung eines fachkundigen Mitarbeiters oder Beraters des Bauunternehmens bzgl. des „Appetites“ von Banken und Investoren, in dem jeweiligen Land in PPP-Projekte zu investieren sowie
- e) der Credit Default Swap (CDS)-Spread<sup>96</sup>.

Auffallend ist hier, dass es zu einer Vermischung von quantitativen Grössen und qualitativen Einschätzungen kommt, die letztlich alle auf qualitativer Ebene in einer ordinalen Skala zusammen geführt werden (**Tabelle 2**).

#### 2.1.1.1.1.5 Länderrating

Unter dem Kriterium „Länderrating“ werden die aktuellen Bonitätsbewertungen der drei grössten Ratingagenturen<sup>97</sup> für alle potentiellen Zielländer abgefragt. Die in die Bewertung eingehenden Ausgangsdaten der Ratingagenturen werden von diesen in Form von ordinalen Skalen zur Verfügung gestellt und geben Auskunft über die Kreditwürdigkeit der einzelnen Staaten.<sup>98</sup> In weiterer Folge werden diese Bewertungen erneut in einer ordinalen Skala zusammen geführt (**Tabelle 2**).

<sup>95</sup> Unter einer „Projektfinanzierung“ versteht man die Finanzierung eines konkreten Projektes, bei dem die zur Rückführung der Kredite notwendigen Mittel ausschliesslich aus den Einnahmen des Projektes (resp. den Cashflow-Überschüssen) generiert werden. Ein Rückgriffsrecht auf das von Eigenkapitalgebern bereitgestellte Kapital ist i. d. R. stark limitiert. Weitere Details zu Projektfinanzierungen bei PPP-Projekten finden sich beispielsweise bei MERNÄ, T. UND NJIRU, C. (Financing Infrastructure Projects 2002) S. 5ff.

<sup>96</sup> Unter einem „CDS-Spread“ versteht man den prozentuellen Aufschlag in einem CDS-Geschäft. CDS-Geschäfte gelten als wichtigste Kreditderivate der Finanzwirtschaft und stellen eine Form der Kreditausfallversicherung dar. Der CDS-Spread entspricht dem Aufschlag, den ein Kreditnehmer (oder in diesem Fall Risikoverkäufer) zahlen muss, um sich in dem jeweiligen Land gegen den Ausfall eines Kredites abzusichern. Weitere Details hierzu sh. etwa VOLKART, R. (Corporate Finance 2011) S. 969f.

<sup>97</sup> Seit Beginn der Finanzmarktkrise und insb. seit Beginn der Staatsschuldenkrise gerieten die grossen Ratingagenturen verstärkt in den Fokus der medialen Aufmerksamkeit. Ein Teil der Kritik bezieht sich u. a. darauf, dass etwa 95% der Leistungen des gesamten Ratingmarktes durch nur drei Unternehmen (Standard & Poor's, Moody's und Fitch) erbracht werden, die allesamt ihren Hauptsitz in New York, USA haben (vgl. hierzu etwa HANDELSBLATT (Ratingagenturen 2011)). Auch für die hier verwendeten Länderratings wurde auf die Daten der drei genannten Agenturen zurückgegriffen.

<sup>98</sup> Standard & Poor's verwendet zehn verschiedene Bewertungsstufen, die teilweise noch mit +/- ergänzt werden können. AAA stellt dabei die Bestnote dar, D die schlechteste Note. Weitere Details sh. STANDARD & POOR'S (S&P Rating Scale 2014).

### 2.1.1.1.2 Weiche Kriterien

Länder- und Marktauswahlkriterien, die weder ganz noch teilweise durch quantitative Grössen oder Skalen beschrieben werden können, werden in vorliegendem Praxisbeispiel aus einem grossen, internationalen Bauunternehmen auf rein qualitativer Basis sowie auf Grund von subjektiven Bewertungen einer ordinalen Skalierung zugeführt. Da die Einstufung nicht auf Basis quantitativ belegbarer Fakten erfolgt, werden diese Kriterien als „weiche“ Kriterien bezeichnet. Bezüglich der geltenden Rahmenbedingungen in Ländern und Märkten werden drei „weiche“ Kriterien auf Basis vorgegebener Fragestellungen untersucht. Diese Fragestellungen sowie eine Hilfestellung zur Bewertung sind in **Tabelle 1** dargestellt. Eine Beschreibung der einzelnen „weichen“ Kriterien erfolgt in den nachfolgenden Unterkapiteln.

**Tabelle 1:** „Weiche“ Kriterien der Kriteriengruppe Rahmenbedingungen

Kriterium	Beschreibung
rechtliche Rahmenbedingungen bzgl. PPP	Gibt es bereits PPP-relevante Gesetze, die Projektprozesse erleichtern? (0 = keine Gesetze; 5 = es gibt Gesetze, sie haben sich in der Praxis als gut erwiesen)
potentielle Konsortialpartner	Wie stehen die Chancen, potentielle Baupartner und Konsortialpartner zu finden? (0 = sehr schlecht; 5 = sehr gut)
Cultural Fit	Wie ähnlich ist das Arbeitsumfeld und das soziale Umfeld verglichen mit dem Heimatmarkt? (0 = sehr unterschiedlich; 5 = wie Heimatmarkt)

#### 2.1.1.1.2.1 Rechtliche Rahmenbedingungen bzgl. PPP

Eine subjektive Einschätzung der rechtlichen Rahmenbedingungen für PPP-Projekte wird auf Basis des im Unternehmen vorliegenden Expertenwissens sowie unter Zuhilfenahme entsprechender Publikationen von internationalen, im PPP-Geschäft tätigen Anwaltskanzleien vorgenommen und entsprechend bewertet.<sup>99</sup>

#### 2.1.1.1.2.2 Potentielle Konsortialpartner

PPP-Projekte werden, insb. wenn es sich um grosse PPP-Projekte der Verkehrsinfrastruktur handelt, selten von einem Unternehmen allein in Angriff genommen. Zumeist werden von am Projekt interessierten Bauunternehmen schon frühzeitig Kon-

Moody's verwendet neun verschiedene Bewertungsstufen, die zusätzlich durch verschiedene Zusätze ergänzt werden können. Aaa stellt dabei die Bestnote dar, C die schlechteste Note. Weitere Details sh. MOODY'S (Moody's Rating Scale 2013).

Fitch verwendet elf verschiedene Bewertungsstufen, die teilweise noch mit +/- ergänzt werden können. AAA stellt dabei die Bestnote dar, D die schlechteste Note. Weitere Details sh. FITCH RATINGS (Fitch Rating Scale 2013).

<sup>99</sup> Als Beispiele sind hier die folgenden Publikationen zu nennen: ALLEN & OVERY LLP (Global Guide to PPP 2010); DLA PIPER UND EUROPEAN PPP EXPERTISE CENTRE (EPEC) (PPP Report '09 2009); PRIESS, H.-J. (Getting the Deal Through - Public Procurement 2013 2013).

sortien mit Investoren, Baupartnern, Betriebspartnern, Beratern und Banken angestrebt.<sup>100</sup> Dadurch wird zum einen eine Verteilung des Projektrisikos erreicht, zum anderen steigen durch die Bildung einer Bietergemeinschaft<sup>101</sup> die Chancen, sich erfolgreich im Eignungswettbewerb, der sog. Präqualifikation, zu behaupten. Teilweise ist die Einbindung gewisser Berater sogar in den Ausschreibungsunterlagen seitens der öffentlichen Hand vorgeschrieben.

Mit diesem Kriterium wird auf Basis von im Unternehmen vorhandenen Kontakten und Erfahrungen subjektiv und unter Zuhilfenahme einer ordinalen Skala (**Tabelle 2**) bewertet, inwiefern in einem potentiellen Zielland geeignete Partner zur Abwicklung eines PPP-Projektes vorhanden wären. Schliesslich spielt gem. HOFMANN (2008) S. 32 sowohl die „...Leistungsfähigkeit der beteiligten Unternehmen als auch die räumliche Nähe der Beteiligten zum Projekt und dem Auslober...“ eine wesentliche Rolle für den Erfolg eines Projektes.

#### 2.1.1.1.2.3 Cultural Fit

Mittels des Kriteriums „Cultural Fit“ wird auf subjektiver Basis unter Zuhilfenahme der in **Tabelle 1** gezeigten Abstufung bewertet, inwieweit das Arbeitsumfeld und das soziale Umfeld mit dem Heimatmarkt vergleichbar sind.

Die Anwendung dieses Kriteriums ist vor allem dem langfristigen, partnerschaftlichen Charakter, den PPP-Projekte aufweisen, geschuldet.<sup>102</sup>

#### 2.1.1.1.3 Überblick und Bewertung der Kriteriengruppe Rahmenbedingungen

**Tabelle 2** gibt einen Überblick über alle innerhalb der Kriteriengruppe Rahmenbedingungen für potentielle Zielländer und Zielmärkte bewerteten Kriterien und gibt eine beispielhafte Bewertung für zehn potentielle Zielländer wieder. Für sämtliche Kriterien wird, wie erwähnt, eine Bewertung anhand einer ordinalen Skala vorgenommen, wobei eine Bewertung mit fünf Punkten stets das Maximum und eine Bewertung mit null Punkten das Minimum darstellt. Die grau hinterlegten Kriterien kennzeichnen die „weichen“ Kriterien, die zunächst rein auf qualitativ-subjektiver Basis vorliegen und dann einer ordinalen Bewertung zugeführt werden. Die nicht zusätzlich gekennzeichneten Kriterien liegen in Form von „harten“ Fakten vor und werden in der Folge in die ordinale Skala überführt.

<sup>100</sup> Hierbei ist das im jeweiligen Land gültige Kartellrecht zu beachten. Angebote von kartellrechtlich unzulässigen Zusammenschlüssen werden vom weiteren Vergabeprozess ausgeschlossen.

<sup>101</sup> Der Zusammenschluss mehrerer Unternehmen (üblicherweise in der Rechtsform einer GbR), die beabsichtigen sich gemeinsam um ein PPP-Projekt zu bewerben, wird während der Vergabephase üblicherweise als Bietergemeinschaft oder Bieterkonsortium bezeichnet (vgl. hierzu LOHMANN, T. (Effizienz bei PPP-Projekten 2009) S. 102ff).

<sup>102</sup> Vgl. BOLZ, U. (Public Private Partnership in der Schweiz 2005) S. 35

**Tabelle 2:** Überblick und Bewertung der Kriteriengruppe Rahmenbedingungen (Beispiel)

	Kriterium	Land 1	Land 2	Land 3	Land 4	Land 5	Land 6	Land 7	Land 8	Land 9	Land 10
Kriteriengruppe Rahmenbedingungen	Bruttoinlandsprodukt (BIP)	2	2	2	4	4	4	3	3	2	3
	Haushaltssaldo	3	1	2	2	3	4	3	3	3	2
	Bevölkerungsentwicklung	2	2	3	3	3	4	5	5	2	3
	Finanzmarkt	2	3	1	2	1	4	2	4	3	4
	Länderrating	2	3	1	2	1	4	2	4	3	3
	rechtliche Rahmenbedingungen bzgl. PPP	2	1	0	0	0	0	0	1	3	0
	potentielle Konsortialpartner	5	5	3	2	2	3	2	3	4	2
	Cultural Fit	3	2	1	3	1	3	3	4	3	2

### 2.1.1.2 Kriteriengruppe Marktpotential

Neben den wirtschaftlichen, rechtlichen und sozialen Rahmenbedingungen, die in potentiellen Zielländern und -märkten gelten, wird auch das Marktpotential in diesen Zielländern und -märkten bewertet.

Das Marktpotential wird analysiert, da die Erschliessung neuer Märkte i. d. R. mit erheblichen Kosten verbunden ist, die sich durch ein entsprechendes Projektvolumen in den erschlossenen neuen Märkten rechtfertigen lassen müssen. GIRMSCHIED (2010) S. 88 geht etwa von vierfach höheren Kosten aus, die die Umsetzung einer Markterschliessungsstrategie gegenüber einer Strategie verursacht, die das Ziel einer höheren Durchdringung innerhalb eines bestehenden Marktes verfolgt.<sup>103</sup>

Innerhalb der Kriteriengruppe Marktpotential werden im betrachteten Bauunternehmen die in nachfolgendem Unterkapitel beschriebenen Kriterien analysiert und bewertet. Diese Kriterien lassen sich ebenfalls in „harte“ und „weiche“ Kriterien unterteilen. Im analysierten Bauunternehmen werden jedoch alle Kriterien als „weiche“ Kriterien eingestuft und somit rein auf qualitativer Basis bewertet.

<sup>103</sup> GIRMSCHIED, G. (Bauunternehmensmanagement 2010) geht hierbei von einer Erfolgsquote von 20% aus. Dies würde bedeuten, dass eines von fünf PPP-Projekten, bei denen man am Wettbewerb teilnimmt, erfolgreich verläuft und in einem Zuschlag bzw. einem Financial Close mündet.

### 2.1.1.2.1 Weiche Kriterien

Die den „weichen“ Kriterien zugrunde gelegten Fragestellungen sowie eine entsprechende Hilfestellung zur Bewertung sind in **Tabelle 3** angegeben. Eine Beschreibung der einzelnen „weichen“ Kriterien geben die nachfolgenden Unterkapitel.

**Tabelle 3:** „Weiche“ Kriterien der Kriteriengruppe Marktpotential

Kriterium	Beschreibung
bisheriges Marktvolumen	Wurden bereits (viele) PPP-Projekte umgesetzt? (0 = keine; 5 = sehr viele)
erwartete Projektpipeline	Wie viele PPP-Projekte werden kurz- bis mittelfristig erwartet? (0 = keine; 5 = sehr viele)
Projektpotential	Gibt es über die erwartete Projektpipeline hinaus noch Potential für weitere PPP-Projekte? (0 = nein, gar nicht; 5 = ja, es gibt grosses Potential)
Wettbewerb	Wie hoch ist die Wettbewerbsintensität auf dem Markt? (0 = sehr hoch, keine Chancen im Wettbewerb; 5 = kein Wettbewerb zu erwarten)
Ertragsmöglichkeiten	Wie hoch sind die Chancen, in diesem Markt Erträge zu erzielen? (0 = sehr niedrige Ertragschancen; 5 = sehr hohe Ertragschancen)
Markteintrittsbarrieren	Wie hoch werden die Markteintrittsbarrieren erwartet? (0 = sehr hoch, keine Chancen auf einen Markteintritt; 5 = keine Barrieren, Markteintritt einfach)
Grösse der erwarteten Projekte	Welches Investitionsvolumen werden die Projekte voraussichtlich haben? (0 = zu klein um für das Unternehmen interessant zu sein; 5 = liegt genau in der Zielgröße des Unternehmens)

#### 2.1.1.2.1.1 Bisheriges Marktvolumen

Unter dem Kriterium des bisherigen Marktvolumens wird bewertet, wie viele PPP-Projekte in dem entsprechenden Zielland bereits umgesetzt wurden und welches Volumen<sup>104</sup> in diese Projekte investiert wurde.

Dass dieses Kriterium auf subjektiver Basis bewertet wird, erstaunt insofern, da die Volumina der Projekte oder deren jährliche Summen i. d. R. zumindest mit gerundeten Werten publiziert werden. Somit wäre hier eine Bewertung auf quantitativer Basis grundsätzlich möglich und sinnvoll. Das untersuchte Unternehmen argumentiert die subjektive Bewertung damit, dass dadurch die Bewertung des Marktvolumens im Verhältnis zum jeweiligen Zielland ermöglicht wird. Zwei grosse PPP-Projekte in einem sehr kleinen Zielland wären somit ein grosses Marktvolumen, wohingegen zwei grosse Projekte in einem sehr grossen Zielland als vergleichsweise kleines Marktvolumen zu bewerten wären. Nichtsdestotrotz könnte dieser Umstand auch quantitativ

<sup>104</sup> Unter dem Begriff „Volumen“ ist i. d. R. das Investitionsvolumen gemeint, also die Summe des finanziellen Mittelbedarfes, der zur Realisierung eines Projektes erforderlich ist (vgl. hierzu etwa VOLKART, R. (Corporate Finance 2011)). Der finanzielle Mittelbedarf setzt sich bei PPP-Projekten im Wesentlichen aus dem Eigenkapital, dem Fremdkapital sowie etwaigen staatlichen Zuschüssen zusammen.



über eine Kenngrösse, die beispielsweise das Marktvolumen je Bürger angibt, abgebildet werden.

#### 2.1.1.2.1.2 Erwartete Projektpipeline

Mit diesem Kriterium wird auf Grundlage von bestehenden Kontakten, Einschätzungen von Experten, Medienberichten, Ankündigungen in einschlägigen Fachportalen, mittelfristigen Planungsinstrumenten in den einzelnen Ländern<sup>105</sup> oder auf Grund bereits bekannter Projektstaffeln eine Einschätzung hinsichtlich der kurz- bis mittelfristig zu erwartenden PPP-Projekte in einem Zielland getroffen.

Da angekündigte PPP-Verfahren mitunter nicht zur Umsetzung gelangen und selbst laufende PPP-Vergabeverfahren manchmal abgebrochen werden,<sup>106</sup> ist eine Einschätzung hinsichtlich der erwarteten Projektpipeline schwierig. Aus diesem Grund ist hier eine rein qualitative Bewertung gerechtfertigt.

#### 2.1.1.2.1.3 Projektpotential

Da die Bewertung der erwarteten Projektpipeline auf eine kurz- bis mittelfristige Prognose abzielt, wird zusätzlich auch das mittel- bis langfristige Projektpotential bewertet. Dabei wird vor allem eine Einschätzung über das allgemeine PPP-Umfeld, den finanziellen Druck zur Umsetzung von PPP-Projekten sowie der Grundhaltung gegenüber einer PPP-Beschaffung getroffen.

Die Einschätzungen werden unter Einbeziehung des im Unternehmen vorhandenen Expertenwissens sowie auf Basis von Einschätzungen fachspezifischer Berater vorgenommen und sind rein qualitativer Natur.

#### 2.1.1.2.1.4 Wettbewerb

Da die Teilnahme an einem PPP-Vergabeverfahren mit erheblichen Kosten verbunden ist<sup>107</sup>, stellt die Bewertung der Wettbewerbssituation und die erwartete Anzahl an Mitbewerbern einen wichtigen Bestandteil in der Auswahl der Länder und Märkte dar. Nach HOFMANN (2008) S. 32 stellen diesbzgl. bereits „...Wettbewerbe mit mehr als vier Teilnehmern eine ungünstige Chancen/Risiko Konstellation dar.“

---

<sup>105</sup> Vgl. hierzu für Infrastrukturprojekte in Deutschland beispielsweise BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (Investitionsrahmenplan 2012).

<sup>106</sup> Vgl. hierzu etwa INITIATIVGRUPPE PARTNERSCHAFTEN DEUTSCHLAND (PD) DER INITIATIVE FINANZSTANDORT DEUTSCHLAND (IFD) UND WEITERER PARTNER (PPP-Analyse 2008).

<sup>107</sup> Nach STOLZE, S.-F. (Honorierung der Angebotserstellung bei PPP-Projekten 2008) S. 74 belaufen sich die „... durchschnittlichen Angebotskosten für ein PPP-Projekt ohne Teilnahmewettbewerb [...] bei Balfour Beatty [auf] [...] knapp 3 Mio. Euro.“ Dieser Betrag kann im Fall der Beteiligung an Vergabeverfahren um grosse PPP-Projekte der Verkehrsinfrastruktur deutlich überschritten werden. Zudem ist i. d. R. keine oder nur eine geringfügige Entschädigung der im Vergabeverfahren nichterfolgreichen Bieter vorgesehen (vgl. HOFMANN, A. (PPP-Verfahren aus Bietersicht 2008) S. 32).

Die Einschätzung wird sowohl subjektiv anhand der in einem Zielland oder Zielmarkt vorhandenen Marktteilnehmer als auch auf Basis der bekannten Projekterfolge bei bereits vergebenen Projekten vorgenommen.

#### 2.1.1.2.1.5 Ertragsmöglichkeiten

Die Bewertung der Ertragsmöglichkeiten umfasst die Einstufung der Chancen zur Erzielung von Erträgen in einem und welche Gewinnchancen sich nach Abzug der Aufwendungen ergeben.

Die Erträge und Aufwendungen werden im Rahmen der Erfolgsrechnung<sup>108</sup> buchhalterisch abgebildet und zeitraumbezogen<sup>109</sup> erfasst. Daher spielt auch die Verteilung der Erträge über die gesamte Projektlaufzeit eine Rolle. Beispielsweise sind bei PPP-Projekten, deren Projektgegenstand die erstmalige Neuerrichtung einer Autobahn umfasst (sog. „Greenfield-Projekte“<sup>110</sup>), bis zur Verkehrsfreigabe i. d. R. keine oder nur niedrige Erträge zu erwarten. Hingegen sind bei PPP-Projekten, die die Ausweitung oder Erneuerung von bestehenden Strassen verfolgen (sog. „Brownfield-Projekte“<sup>111</sup>), Erträge von Beginn des Konzessionszeitraums an möglich.<sup>112</sup> Aus diesem Umstand folgt, dass die erzielten Renditen bei PPP-Projekten nicht konstant sind. Wie sich aus den Expertengesprächen gezeigt hat, werden die Renditen teilweise sehr bewusst zeitlich gesteuert, um eine wirtschaftliche Gesamtoptimierung der PPP-Projekte zu erreichen.

#### 2.1.1.2.1.6 Markteintrittsbarrieren

Wie oben bereits erwähnt wurde (Kapitel 2.1.1.2), ist der Eintritt in einen neuen Markt mit hohen Kosten verbunden. In manchen Ländern sind die Markteintrittsbarrieren auf Grund der wirtschaftlichen und rechtlichen Gegebenheiten besonders hoch. Zudem kommt es vor, dass ausländische Unternehmen einen Wettbewerbsnachteil gegenüber einheimischen Bietern haben. Dieser Nachteil kann sowohl rechtlicher als auch – wie Beispiele aus Europa zeigen – rein praktischer Natur sein.<sup>113</sup>

Die Bewertung über bestehende Markteintrittsbarrieren wird qualitativ auf Basis von Einschätzungen zum Baumarkt in einzelnen Ländern sowie auf Grundlage von Beur-

---

<sup>108</sup> In der Schweiz ist der Begriff „Erfolgsrechnung“ üblich. In Deutschland und Österreich wird in diesem Zusammenhang von der „Gewinn- und Verlustrechnung“ (kurz: GuV) gesprochen (vgl. VOLKART, R. (Corporate Finance 2011) S. 87).

<sup>109</sup> Üblicherweise bezogen auf ein Kalenderjahr

<sup>110</sup> Unter „Greenfield-Projekten“ versteht man den Neubau einer Infrastruktur. In diesem Fall kann erst mit Einnahmen nach der (teilweisen) Fertigstellung der Bauleistung gerechnet werden (vgl. WEBER, B. UND ALFEN, H. W. (Infrastructure as an Asset Class 2010). 16f).

<sup>111</sup> Unter „Brownfield-Projekten“ versteht man Projekte, die sich zum Zeitpunkt des Investments bereits in Betrieb befinden und somit bereits Einnahmen generieren. Auch PPP-Projekte, bei denen sich die Bauleistung auf den Ausbau einer Infrastruktur bezieht und diese Infrastruktur während des Ausbaus zumindest teilweise in Betrieb bleibt, werden üblicherweise als Brownfield-Projekte bezeichnet. (vgl. WEBER, B. UND ALFEN, H. W. (Infrastructure as an Asset Class 2010) S. 16f).

<sup>112</sup> Vgl. WEBER, B. UND ALFEN, H. W. (Infrastructure as an Asset Class 2010) S. 16f.

<sup>113</sup> Vgl. etwa SCHEID, R. (Bauwirtschaft Italien 2013) bzw. KNUPP, M. (Bauwirtschaft Frankreich 2013)

teilungen durch Experten vorgenommen. Ist das Bauunternehmen bereits in dem entsprechenden Markt präsent, so wird dies in der Bewertung entsprechend positiv berücksichtigt.

#### 2.1.1.2.1.7 Grösse der erwarteten Projekte

Bei der Auswahl zukünftiger Projekte (Kapitel 2.1.2) ist es von entscheidender Bedeutung, mit welcher Grösse der Projekte zu rechnen ist. Üblicherweise definieren Bauunternehmen Grenzen für die Projektgrössen sowohl nach oben als auch nach unten. Zu kleine Projekte führen in grossen Unternehmen zu einem hohen Anteil an Geschäftsgemeinkosten und verringern somit die Chancen im Wettbewerb. Zu grosse Projekte führen zu einer Überschreitung der Kapazitäten des Unternehmens in finanzieller, personeller, technischer und wirtschaftlicher Hinsicht. Mitunter kann jedoch durch die Einbindung geeigneter Konsortial- und ARGE-Partner (vgl. Kapitel 2.1.1.1.2.2) die Maximalgrösse für Projekte entsprechend angehoben werden.<sup>114</sup>

Die Bewertung hinsichtlich der Grösse der zu erwartenden Projekte wird qualitativ vorgenommen. Dabei erfolgt eine Gegenüberstellung des im Unternehmen als optimale Projektgrösse definierten Bereiches mit der Grösse der zu erwartenden Projekte (vgl. **Tabelle 3**).

#### 2.1.1.2.2 Überblick und Bewertung der Kriteriengruppe Marktpotential

**Tabelle 4** gibt im Folgenden einen Überblick über alle innerhalb der Kriteriengruppe Marktpotential analysierten Kriterien und führt eine beispielhafte Bewertung für zehn potentielle Zielländer auf. Für sämtliche Kriterien wird, wie erwähnt, eine Bewertung anhand einer ordinalen Skala vorgenommen, wobei eine Bewertung mit fünf Punkten das Maximum darstellt und eine Bewertung mit null Punkten das Minimum. Die grau hinterlegten Kriterien kennzeichnen die „weichen“ Kriterien, die rein auf qualitativer Basis sowie auf Basis subjektiver Bewertungen eingestuft werden. Wie **Tabelle 4** zu entnehmen ist, werden alle Kriterien zur Bewertung des Marktpotentials als „weiche“ Kriterien klassifiziert.

---

<sup>114</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Angebots- und Ausführungsmanagement 2010) S. 31

**Tabelle 4:** Überblick und Bewertung der Kriteriengruppe Marktpotential (Beispiel)

	Kriterium	Land 1	Land 2	Land 3	Land 4	Land 5	Land 6	Land 7	Land 8	Land 9	Land 10
Kriteriengruppe Marktpotential	bisheriges Marktvolumen	0	2	0	0	0	2	1	1	0	2
	erwartete Projektpipeline	0	0	0	0	0	2	2	3	2	2
	Projektpotential	4	1	2	2	2	2	5	4	2	3
	Wettbewerb	3	2	4	4	4	2	3	2	3	3
	Ertragsmöglichkeiten	4	3	3	3	3	2	2	3	4	3
	Markteintrittsbarrieren	2	4	3	3	3	3	3	4	3	3
	Grösse der erwarteten Projekte	2	3	2	2	2	4	3	4	4	2

### 2.1.1.3 Erwartetes PPP-Investitionsvolumen

Wie aus **Bild 12** anhand der unterschiedlichen Grössen der einzelnen „Kugeln“ ersichtlich ist, wird neben den Rahmenbedingungen und dem Marktpotential noch eine dritte Dimension bei jedem potentiellen Zielland bzw. Zielmarkt bewertet. Hierbei handelt es sich um die Bewertung des insgesamt zu erwartenden PPP-Investitionsvolumens. Als Grundlage hierfür werden zwei Kriterien herangezogen, die bereits innerhalb der Kriteriengruppe Marktpotential analysiert wurden. Genauer ist dies einerseits das Kriterium der erwarteten Projektpipeline (kurz- bis mittelfristig; Kapitel 2.1.1.2.1.2) und andererseits das Kriterium Projektpotential (mittel- bis langfristig; Kapitel 2.1.1.2.1.3). Die Bewertungen dieser beiden Kriterien werden addiert und führen so zu einer Einschätzung des insgesamt zu erwartenden PPP-Investitionsvolumens. Da sowohl die erwartete Projektpipeline als auch das Projektpotential auf qualitativer Basis unter Verwendung einer ordinalen Skala bewertet wurden, ist auch die Bewertung des insgesamt zu erwartenden PPP-Investitionsvolumens eine rein qualitative.

### 2.1.1.4 Unternehmensinterne Synergien

Die bisher beschriebenen Kriterien fliessen unmittelbar in die Bewertung zur Auswahl von potentiellen Zielländern bzw. Zielmärkten ein und spiegeln sich in den drei in **Bild 12** ersichtlichen Dimensionen (Abszisse, Ordinate, Grösse der „Kugeln“) wider.

Neben diesen Kriterien wird abschliessend zur Auswahl potentieller Zielländer und Zielmärkte bewertet, inwieweit sich durch die Umsetzung eines PPP-Projektes unternehmensinterne Synergiepotentiale nutzen lassen. Es kommt dabei vor, dass ein gem. Gesamtbewertung (**Bild 12**) interessantes Zielland auf Grund des fehlenden

Synergiepotentials nicht weiter betrachtet wird. Das Kriterium der unternehmensinternen Synergien stellt also vielmehr ein Ausschlusskriterium als ein Bewertungskriterium dar.

Grosse Bauunternehmen setzen in ihrer strategischen Ausrichtung verstärkt auf eine Verlängerung der Wertschöpfungskette und versuchen neben Planungs- und Bauleistungen auch Umsätze über die Abdeckung von Betriebs- und Erhaltungsleistungen zu generieren.<sup>115</sup> Da PPP-Projekte hierfür in besonderer Weise geeignet sind, stellt die Nutzbarmachung dieser Synergiepotentiale ein wichtiges unternehmensinternes Beurteilungskriterium dar.

Im konkreten Fall wird bei der Bewertung unternehmensinterner Synergien überprüft, inwieweit in einem potentiellen Zielland bzw. Zielmarkt bereits Planungs-, Bau-, Betriebs- oder Erhaltungsleistungen durch SGE des Unternehmens oder verbundene Unternehmen erbracht wurden oder ob zumindest die Absicht besteht, zukünftig in diesem Land/Markt Planungs-, Bau-, Betriebs- oder Erhaltungsleistungen zu erbringen. Des Weiteren kann die erfolgreiche Akquisition eines PPP-Projektes sogar dazu dienen, dass andere SGE des Unternehmens den Einstieg in ein neues Land bzw. einen neuen Markt vollziehen.

Die Bewertung der Nutzbarmachung unternehmensinterner Synergien erfolgt wiederum auf qualitativer Basis unter Einbeziehung des im Unternehmen vorhandenen Expertenwissens und der zentralen Unternehmensstrategie und -entwicklung. Die der Bewertung zugrunde gelegte Fragestellung sowie eine entsprechende Hilfestellung zur Bewertung ist in **Tabelle 5** angegeben.

**Tabelle 5:** Bewertung der unternehmensinternen Synergien

Kriterium	Beschreibung
unternehmensinterne Synergien	Gibt es in dem Land bereits entsprechende Planungs-, Bau-, Betriebs-, Erhaltungs- und Finanzierungsleistungen unseres Unternehmens bzw. ist das Land zukünftig für Planungs-, Bau-, Betriebs-, Erhaltungs- und Finanzierungsleistungen unseres Unternehmens interessant? (0 = keine Aktivitäten angestrebt; 5 = bereits aktiv und gut vernetzt)

<sup>115</sup> Beispielhaft werden hier drei grosse deutschsprachige Bauunternehmen („Bilfinger“, „HOCHTIEF“ und „STRABAG“) herausgegriffen und aus den jeweiligen Unternehmensstrategien zitiert.

„Bilfinger“ (BILFINGER SE (Strategie 2014)) betont in seiner Strategie hinsichtlich unternehmensinterner Synergien: „Durch interne Vernetzung wollen wir unseren Kunden verstärkt alle unsere Leistungen für den jeweiligen Bedarf anbieten und dafür auch neue Angebotspakete entwickeln.“

„HOCHTIEF“ (HOCHTIEF AKTIENGESELLSCHAFT (Strategie - Der Zukunft entgegen 2014)) hebt die Nutzung unternehmensinterner Synergien ebenfalls in der Unternehmensstrategie hervor: „Entscheidend für unseren Erfolg sind auch die Unternehmenskultur und eine enge Zusammenarbeit im Konzern.“

In der Unternehmensstrategie der „STRABAG“ (STRABAG SE (Strategie 2013)) ist die Verlängerung der Wertschöpfungskette sogar als eigener Punkt aufgeführt: „Wir verstehen uns als Anbieterin der gesamten Palette an Baudienstleistungen. Erfolgt von der Planung über die Errichtung bis hin zum Betrieb des Bauwerkes alles aus einer Hand, reduziert dies die Schnittstellen und vereinfacht damit den Prozess für unseren Kundinnen und Kunden.“

### 2.1.1.5 Zusammenfassung und Darstellung der Ergebnisse zur die Bewertung potentieller Zielländer und Zielmärkte

In **Bild 12** werden alle bewerteten Kriterien der Kriteriengruppe Rahmenbedingungen, der Kriteriengruppe Marktpotential und des insgesamt zu erwartenden PPP-Investitionsvolumens zusammengeführt und graphisch dargestellt. Lediglich die Bewertung unternehmensinterner Synergien fließt nicht in die Grafik ein, da diese ein Ausschlusskriterium und somit kein Bewertungskriterium darstellt.

Auf der Abszisse wird die Bewertung der Kriteriengruppe Rahmenbedingungen zu den einzelnen Zielländern und Zielmärkten aufgetragen. Der auf der Abszissenachse ablesbare Wert errechnet sich wie folgt:

$$\frac{\sum(\text{Bewertungen aller Kriterien der Kriteriengruppe Rahmenbedingungen})}{\text{Anzahl an Kriterien der Kriteriengruppe Rahmenbedingungen}} \quad (2.1)$$

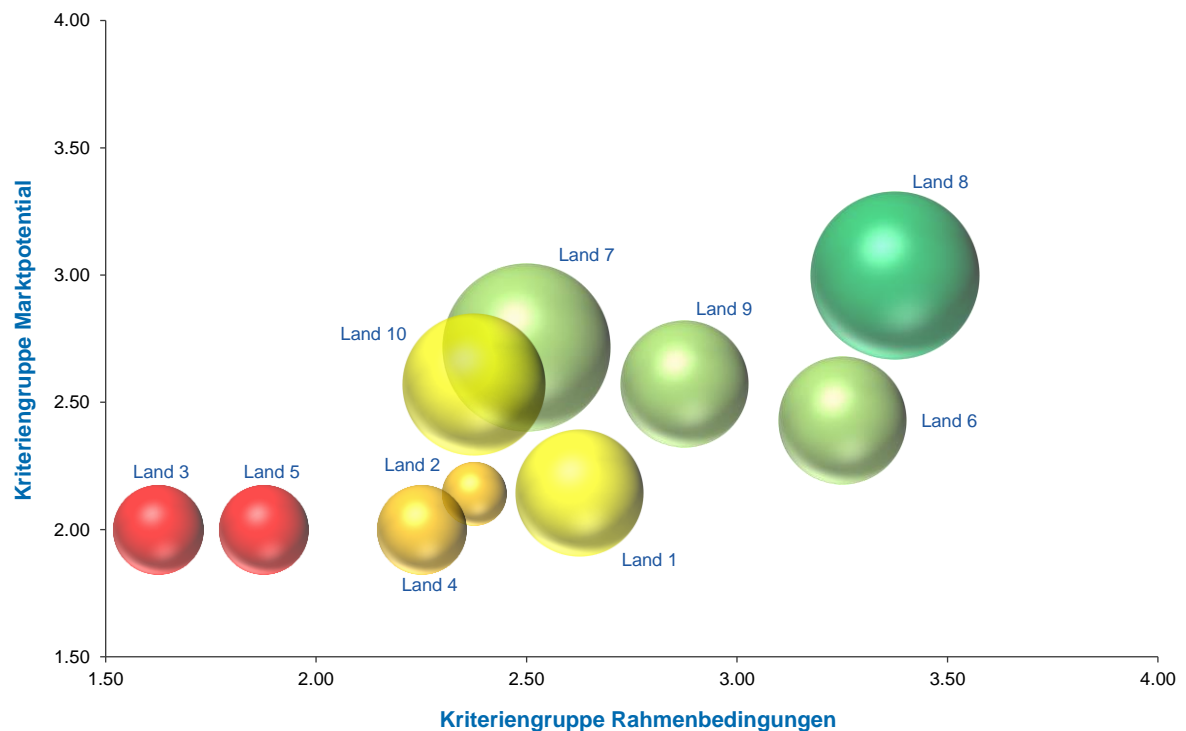
Auf der Ordinate wird die Bewertung der Kriteriengruppe Marktpotential zu den einzelnen Zielländern und Zielmärkten aufgetragen. Der auf der Ordinatenachse ablesbare Wert errechnet sich aus folgendem Zusammenhang:

$$\frac{\sum(\text{Bewertungen aller Kriterien der Kriteriengruppe Marktpotential})}{\text{Anzahl an Kriterien der Kriteriengruppe Marktpotential}} \quad (2.2)$$

Als dritte Dimension, die sich in der Grösse der „Kugeln“ widerspiegelt, wird schliesslich die Einschätzung des insgesamt zu erwartenden PPP-Investitionsvolumens angegeben. Die Grösse der „Kugeln“ errechnet sich wie folgt:

$$\frac{\text{Bewertung erwartete Projektpipeline} + \text{Bewertung Projektpotential}}{2} \quad (2.3)$$

**Bild 12** zeigt den mit Hilfe der Formeln ( 2.1 ), ( 2.2 ) und ( 2.3 ) berechneten Zusammenhang für alle potentiellen Zielländer und Zielmärkte. Je weiter rechts bzw. je weiter oben ein Land bzw. Markt in dieser Darstellung abgebildet und je grösser die jeweilige „Kugel“ ist, desto interessanter ist ein potentielles Zielland bzw. ein potentieller Zielmarkt für das Unternehmen. In gezeigtem Beispiel wäre es somit ratsam, vor allem Projekte aus dem Land 8 zu verfolgen, falls nicht das Kriterium mangelnder unternehmensinterner Synergien dem entgegensteht.



**Bild 12:** Darstellung der Ergebnisse der Selektion von Ländern/Märkten<sup>116</sup>

### 2.1.2 Bewertung und Selektion potentiell zukünftiger PPP-Projekte

Nachdem die Auswahl potentieller Zielländer und Zielmärkte erfolgt ist, wird in einem nächsten Schritt die Bewertung und Selektion konkreter, potentiell zukünftiger PPP-Projekte vorgenommen. Dabei werden die innerhalb der Zielländer und Zielmärkte zukünftig zu erwartenden bzw. bereits angekündigten PPP-Projekte betrachtet und einer Bewertung unterzogen. Ziel dieses Schrittes ist es, zu einer „Shortlist“ von PPP-Projekten zu gelangen, bei denen nach erfolgter Ausschreibung mit dem Akquisitionsprozess begonnen werden soll.

Das Formblatt zur Bewertung potentiell zukünftiger PPP-Projekte gliedert sich in folgende drei Bereiche:

- 1) den Projektüberblick,
- 2) die eigentliche Projektbewertung sowie
- 3) einen Kriterien- und Fragenkatalog.

Die drei genannten Bereiche werden in der Folge näher beleuchtet.

<sup>116</sup> Die Darstellung basiert auf dem im betrachteten Bauunternehmen angewandten Länderbewertungs- und Länderselektionsprozess.

### 2.1.2.1 Projektüberblick

Im Bereich des Projektüberblickes werden die wichtigsten Eckdaten des jeweiligen PPP-Projektes aus Sicht des Bauunternehmens abgefragt. Diese umfassen:

- den Namen und die Bezeichnung sowie Land/Standort des PPP-Projektes,
- den Projekttyp inkl. einer groben Spezifikation (beispielsweise „Autobahn mit Verkehrsmengenrisiko, Brownfield<sup>117</sup>“ oder „Autobahn mit Verfügbarkeitsentgelt, Greenfield<sup>118</sup>“),
- das geschätzte Investitionsvolumen<sup>119</sup>,
- das geschätzte Volumen der Baumassnahmen<sup>120</sup>,
- das geschätzte Volumen der Betriebs- und Erhaltungsleistungen,
- den geschätzten Eigenkapitalbedarf<sup>121</sup>,
- den angestrebten Anteil an Eigenkapital, den das Unternehmen übernehmen würde in Prozent<sup>122</sup>,
- die erwartete Vertragslaufzeit des Projektes sowie
- das erwartete Datum des Baubeginns und der Fertigstellung.

Der Projektüberblick dient, wie der Name schon sagt, in erster Linie dafür, den zuständigen Entscheidungsträgern rasch einen Überblick über ein potentiell zukünftiges PPP-Projekt zu verschaffen.

### 2.1.2.2 Projektbewertung

Nach einem ersten Überblick ist von der für das jeweilige Projekt zuständigen SGE des Unternehmens eine Projektbewertung vorzunehmen. Dabei geht es darum, die für die Entscheidungsträger relevanten Informationen in möglichst verdichteter Weise zusammenzufassen. Diese Projektbewertung wird ausschliesslich auf qualitativer Basis erstellt und beinhaltet Angaben zu folgenden Punkten:

<sup>117</sup> Vgl. Fussnote 111

<sup>118</sup> Vgl. Fussnote 110

<sup>119</sup> Das Investitionsvolumen wird aus der Summe der Eigenkapitaleinzahlungen, der Fremdkapitaleinzahlungen sowie etwaigen staatlichen Zuschüssen berechnet.

<sup>120</sup> Unter dem geschätzten Volumen der Baumassnahmen ist der geschätzte pauschale Baupreis des General- oder Totalunternehmers, der die Bauleistung im Auftrag der Projektgesellschaft erbringt, zu verstehen.

<sup>121</sup> Der geschätzte Eigenkapitalbedarf errechnet sich aus dem Investitionsvolumen und den am Markt üblichen Eigenkapitalquoten. Diese liegen – in Abhängigkeit vom Risikoprofil des jeweiligen Projektes – zwischen 10 und 30% (vgl. WEBER, B. UND ALFEN, H. W. (Infrastructure as an Asset Class 2010) S. 198f). Angaben zu üblichen Eigenkapitalquoten im Hochbau unterteilt nach Projektphasen finden sich zudem in RIEBELING, K.-H. (Eigenkapitalbeteiligungen PPP 2009) S. 172.

<sup>122</sup> Sofern angedacht ist, das potentiell zukünftige PPP-Projekt gemeinsam mit Partnern umzusetzen, die ebenfalls Eigenkapitaleinzahlungen in die Projektgesellschaft vornehmen, ist der prozentuale Anteil am gesamten eingezahlten Eigenkapital anzugeben. Dieser Anteil am Eigenkapital ist gleichbedeutend mit dem Umfang der Beteiligung an der Projektgesellschaft.



- Vorteile des PPP-Projektes<sup>123</sup>,
- Nachteile des PPP-Projektes<sup>124</sup>,
- Chancen, die sich aus dem PPP-Projekt ergeben<sup>125</sup>,
- Risiken, die sich aus dem PPP-Projekt ergeben<sup>126</sup>,
- bereits bekannte Hindernisse, die zu einem Ausstieg aus dem Akquisitionsprozess führen können sowie
- die nächsten geplanten Schritte innerhalb des PPP-Projektes.

Die genannten Punkte sind allgemein formuliert, was eine Verwendung des Bewertungsformulars für alle PPP-Projekttypen zulässt. Des Weiteren wird dadurch ein sehr grosser Raum zur subjektiven Entscheidungsbeeinflussung gelassen.

### 2.1.2.3 Fragenkatalog

Als letzter Teil in der Bewertung und Selektion potentiell zukünftiger PPP-Projekte und damit auch als letzter Teil im gesamten Auswahlprozess von PPP-Projekten, wie er aktuell in einem grossen, internationalem Bauunternehmen zur Anwendung kommt, ist ein vorgegebener Fragenkatalog durch die für das jeweilige PPP-Projekt zuständige SGE zu bearbeiten. Falls erforderlich, wird in der Bearbeitung des Fragenkataloges auch das Knowhow von spezifischen Fachabteilungen, wie beispielsweise der Rechtsabteilung des Unternehmens, genutzt.

Der Fragenkatalog setzt sich aus einer Reihe von geschlossenen Fragen aus fünf unterschiedlichen Themengebieten zusammen. Ggf. sind die gegebenen Antworten durch Kommentare zu erläutern. Die fünf abgefragten Themengebiete sind:

- 1) rechtliche Rahmenbedingungen,
- 2) Projektumfeld,
- 3) Wirtschaftlichkeit,

---

<sup>123</sup> Als Beispiele für „Vorteile des Projektes“ wurden im analysierten Bauunternehmen u. a. folgende genannt:  
- die Vergabestelle ist bereits aus anderen PPP-Projekten als zuverlässiger und korrekter Partner bekannt,  
- im Land des Projektes herrscht eine hohe Rechtssicherheit betreffend PPP,  
- im Land des Projektes gibt es bereits vorhandene PPP-Projekte,  
- im Fall eines Projekterfolges ergeben sich durch die Einbindung anderer strategischer Geschäftseinheiten (SGE) umfangreiche Synergiepotentiale für das Bauunternehmen.

<sup>124</sup> Als Beispiele für „Nachteile des Projektes“ wurden im analysierten Bauunternehmen u. a. folgende genannt:  
- es ist mit vielen Mitbewerbern zu rechnen,  
- es sind nur wenige potentielle Konsortialpartner verfügbar,  
- im Land des Projektes mangelt es am politischen Rückhalt für PPP im Allgemeinen.

<sup>125</sup> Als Beispiele für „Chancen, die sich aus dem Projekt ergeben“ wurden im analysierten Bauunternehmen u. a. folgende genannt:  
- mit dem Gewinn des PPP-Projektes geht die Erschliessung eines neuen Marktes einher,  
- mit dem Gewinn des PPP-Projektes geht ein Auftrag für eine SGE des Bauunternehmens, die derzeit nur wenig ausgelastet ist, einher.

<sup>126</sup> Als Beispiele für „Risiken, die sich aus dem Projekt ergeben“ wurden im analysierten Bauunternehmen u. a. folgende genannt:  
- das PPP-Projekt weist hohe bauliche Risiken auf,  
- gegen das PPP-Projekt bestehen erhebliche Bedenken in der Bevölkerung, was zu Projektverzögerungen führen könnte.

- 4) Finanzierbarkeit und
- 5) Strategie.

Wie man hieraus bereits erahnen kann, wurden manche in den einzelnen Themengebieten gestellten Fragestellungen bereits in die Länderbewertung einbezogen. Aus Gründen einer vollständigen Darstellung werden im Folgenden weitestgehend alle Fragestellungen aufgeführt.

#### 2.1.2.3.1 *Rechtliche Rahmenbedingungen*

Das Themengebiet der rechtlichen Rahmenbedingungen bezieht sich grundsätzlich auf Kriterien, die mit dem Land, in dem sich das jeweilige Projekt befindet, in Zusammenhang stehen. Folgende Fragestellungen werden behandelt:

- 1) Gibt es ein transparentes Ausschreibungs- und Vergabeverfahren?
- 2) Gibt es befriedigende Rechtsgrundlagen, aus denen sich das behördliche Genehmigungsverfahren für das Projekt ableiten lässt?
- 3) Gibt es ein System zur Anpassung von Tarifen oder zur Anpassung der Entlohnung, das auf objektiv bewertbaren und sinnvollen Kriterien basiert bzw. ist eine Tarifanpassung zur Kompensation von Projektänderungen, die die Wirtschaftlichkeit des Projektes verschlechtern, möglich?
- 4) Ist eine politische Risikoabdeckung (Risikoversicherung, „Hermes-Versicherung“<sup>127</sup>, etc.) verfügbar?
- 5) Existiert eine befriedigende Abdeckung des Force Majeure Risikos sowie von Haftungsrisiken?
- 6) Sind Rechtsansprüche gegen den Auftraggeber oder sonstige Projektpartner unter den geltenden rechtlichen Rahmenbedingungen durchsetzbar?
- 7) Ist es möglich, eine Vereinbarung bzgl. der internationalen Schiedsgerichtsbarkeit zu treffen?
- 8) Ist es möglich, ausreichende vertragliche Sicherheiten im Bauvertrag hinsichtlich Bauzeit, Baupreis und Risikoverteilung zu erreichen?
- 9) Gibt es die Möglichkeit, jederzeit aus dem Projekt auszusteigen bzw. ist eine Veräußerung der Anteile an der Projektgesellschaft während der Konzessionsdauer möglich?

---

<sup>127</sup> Unter einer „Hermes-Versicherung“ versteht man im Allgemeinen eine Kreditversicherung. Der Begriff leitet sich vom Weltmarktführer im Bereich der Kreditversicherungen, der Euler Hermes SA mit Sitz in Paris, Frankreich, ab. Im Wortlaut der EULER HERMES DEUTSCHLAND AG (Was machen wir? 2014) bedeutet dies: „Eine Kreditversicherung sichert die Forderungen [...] [eines] Unternehmens gegen Zahlungsausfälle Ihrer Kunden ab. Dieser Zahlungsausfall kann der Insolvenz des Kunden geschuldet sein oder weil dieser nicht entsprechend der vereinbarten Konditionen zahlt (d.h. ein Zahlungsverzug eintritt).“

### 2.1.2.3.2 *Projektumfeld*

Das Themengebiet des Projektumfeldes bezieht sich ebenso in Teilen auf Kriterien, die mit dem Land, in dem sich das jeweilige Projekt befindet, in Zusammenhang stehen. Zudem werden Fragen bezüglich des öffentlichen Auftraggebers und der Wettbewerbssituation aufgeworfen. Folgende Fragestellungen werden behandelt:

- 1) Verfügt das Land, in dem sich das Projekt befindet, über ein ausreichendes Länderrating?
- 2) Verfügt unser Unternehmen über Erfahrungen mit Projekten dieser Art?
- 3) Verfügt der öffentliche Auftraggeber über Erfahrungen mit Projekten dieser Art?
- 4) Ist die tatsächliche Vergabeabsicht gegeben und gibt es eine entsprechende Transparenz für die Entscheidungen des Auftraggebers?
- 5) Stehen die Bevölkerung und die politischen Entscheidungsträger hinter der Umsetzung des PPP-Projektes?
- 6) Ist ein Projektgewinn angesichts der erwarteten Wettbewerbssituation wahrscheinlich?
- 7) Ist die rechtliche, planerische und technische Vorbereitung des Projektes auf Seiten des öffentlichen Auftraggebers als ausreichend einzustufen?
- 8) Ist der Zeitrahmen zur Bearbeitung des Angebotes ausreichend?
- 9) Verfügt unser Unternehmen über die entsprechenden personellen Ressourcen zur Bearbeitung des Angebotes?
- 10) Verfügt unser Unternehmen über Kontakte zu vertrauenswürdigen und starken Partnern?
- 11) Ist unser Unternehmen bereits Mitglied eines als kompetent einzustufenden Konsortiums? Falls ja, ist dieses Konsortium klar strukturiert und verfügt es über eine geregelte und abgesicherte Verteilung der Verantwortlichkeiten und Kompetenzen?
- 12) Ist das geplante PPP-Projekt als umweltverträglich einzustufen?

### 2.1.2.3.3 *Wirtschaftlichkeit*

Das Themengebiet der Wirtschaftlichkeit bezieht sich auf Fragestellungen hinsichtlich der zu erwartenden Einnahmen und deren Prognostizierbarkeit. Folgende Fragestellungen werden behandelt:

- 1) Ist eine entsprechende Nachfrage nach diesem PPP-Projekt durch Studien, etc. nachgewiesen?
- 2) Ist eine entsprechende Zahlungsbereitschaft der späteren Nutzer dieses PPP-Projektes nachgewiesen?
- 3) Sind Sanktionsmechanismen gegen nichtbezahlende Nutzer des PPP-Projektes vorgesehen?
- 4) Besteht ein Schutz gegen zukünftige Projekte, die in Konkurrenz zum gegenständlichen PPP-Projekt<sup>128</sup> stehen könnten und können negative Wechselwirkungen mit anderen Projekten ausgeschlossen werden?
- 5) Ist eine zielgerichtete Abschätzung der Projekt-, Investitions- und Betriebskosten möglich?
- 6) Liegen die prognostizierten Investitionskosten des PPP-Projektes im üblichen Rahmen für Projekte dieser Art?
- 7) Können etwaige Wechselkurs- und Währungsrisiken gehandhabt oder abgedeckt werden?
- 8) Erscheint die laut Unternehmensvorgaben anzustrebende Zielrendite (*IRR/ NPV*) bei dem jeweiligen PPP-Projekt erreichbar und korreliert diese mit der Höhe der zu übernehmenden Risiken?
- 9) Ist die zu erwartende Risikoverteilung angemessen und ausgewogen bzw. sind durch den privaten PPP-Partner besondere, üblicherweise nicht vorhandene Risiken zu übernehmen?
- 10) Bewegen sich die zu erwartenden Angebotserstellungskosten in einem angemessenen Rahmen und ist eine Rückholung der Angebotserstellungskosten im Fall des Projekterfolges (Financial Close) möglich?
- 11) Ist bereits absehbar, dass eine Veräusserung der Beteiligung an der Projektgesellschaft möglich wäre?
- 12) Ist die Wirtschaftlichkeit des PPP-Projektes für alle beteiligten Einheiten des Unternehmens (also beispielsweise auch für einbezogene Bauabteilungen, das Facility Management, etc.) gewährleistet?

---

<sup>128</sup> Diese Fragestellung zielt insb. auf PPP-Projekte der Verkehrsinfrastruktur ab. In der Praxis kann es vorkommen, dass seitens des öffentlichen Auftraggebers im Laufe des Konzessionszeitraums eine neue Strasse errichtet wird, die eine teilweise oder gänzliche Umgehung des PPP-Strassenabschnittes ermöglicht. Dadurch kann es zu erheblichen und nicht prognostizierbaren Einnahmehinbussen auf Seiten des privaten PPP-Partners kommen.

#### 2.1.2.3.4 *Finanzierbarkeit*

Das Themengebiet der Finanzierbarkeit bezieht sich auf Fragestellungen hinsichtlich der Verfügbarkeit des zur Umsetzung des Projektes erforderlichen Kapitals. Folgende Fragestellungen werden bearbeitet:

- 1) Erscheint eine Finanzierung des PPP-Projektes durch internationale Geldgeber realistisch?
- 2) Erscheint eine Finanzierung des PPP-Projektes durch lokale, im Bereich des Projektes ansässige Geldgeber realistisch?
- 3) Lässt das jeweilige Rechtssystem bzw. der jeweilige Projektvertrag die Stellung von Kreditsicherheiten zu?
- 4) Verfügt der öffentliche Auftraggeber über eine ausreichende Bonität?
- 5) Sind ausreichende Regelungen vorhanden, die den privaten PPP-Partner vor staatlichen Eingriffen oder der vorzeitigen Beendigung des Vertragsverhältnisses schützen?
- 6) Sind die erzielten Einnahmen sicher konvertierbar und transferierbar?
- 7) Lässt sich der zu erwartende Schuldendienst aus dem Cashflow des Projektes zuzüglich eines marktüblichen Sicherheitsfaktors decken?
- 8) Sind die seitens des öffentlichen Auftraggebers geforderten Bürgschaften als akzeptabel einzustufen?

#### 2.1.2.3.5 *Strategie*

Mit den Fragestellungen zum Themengebiet Strategie wird überprüft, ob sich ein potentiell zukünftiges PPP-Projekt konform mit der strategischen Ausrichtung der Unternehmung verhält. Folgende Fragestellungen werden hierbei abgedeckt:

- 1) Liegt das PPP-Projekt in einem potentiellen Zielland (vgl. Kapitel 2.1.1)?
- 2) Liegt das zu erwartende Investitionsvolumen des PPP-Projektes in der seitens der Unternehmung angestrebten Größenordnung (vgl. Kapitel 2.1.1.2.1.7)?
- 3) Sind die erforderlichen Kompetenzen für eine erfolgreiche Umsetzung des PPP-Projektes in unserer Unternehmung vorhanden?
- 4) Ist es aus Sicht unserer Unternehmung möglich bzw. sinnvoll die Projektführerschaft in diesem PPP-Projekt zu übernehmen?
- 5) Ist das PPP-Projekt Teil einer geplanten Projektkette von mehreren PPP-Projekten?

Wie oben erwähnt wurde, ist die in den Kapiteln 2.1.2.1 bis 2.1.2.3 beschriebene Bewertung für jedes einzelne potentiell zukünftige PPP-Projekt auszufüllen und spätestens vor Beginn des Akquisitionsprozesses an das zuständige Entscheidungsgremium des Unternehmens zu übermitteln. Dieses Gremium führt schliesslich die eigentliche Projektselektion durch und legt fest, ob bei einem PPP-Projekt mit dem Akquisitionsprozess begonnen werden darf und die erforderlichen Supportprozesse hierzu eingeleitet werden können.

### **2.1.3 Zusammenfassung zur Selektion von PPP-Projekten bei industriellen, strategischen Investoren**

Wie am Beispiel eines Bauunternehmens gezeigt wurde, erfolgt die Selektion von PPP-Projekten bei industriellen, strategischen Investoren in zwei Phasen:

- 1) der Bewertung und Selektion von Ländern und Märkten sowie
- 2) der Bewertung und Selektion von potentiell zukünftigen PPP-Projekten, die nach und nach weiter konkretisiert wird.

Beide Phasen werden in der Folge zusammengefasst. Abschliessend wird zum Stand der Praxis bezüglich der PPP-Projektselektion in Bauunternehmen ein Fazit gezogen.

#### *2.1.3.1 Zusammenfassung Phase 1: Bewertung und Selektion von Ländern/Märkten*

Nach einer Vorabselektion von potentiellen Zielländern und Zielmärkten, die sich im Wesentlichen aus der übergeordneten Unternehmensstrategie ableitet, wurden die rechtlichen, wirtschaftlichen und sozialen Rahmenbedingungen sowie das Marktpotential der verbliebenen Zielländer/Zielmärkte beurteilt. Dabei wurden verschiedene Kriterien ermittelt und bewertet. In der Bewertung und Analyse der bereitgestellten Unterlagen fielen drei Dinge besonders ins Auge:

- 1) Für einige Kriterien existieren belastbare, quantitative Grössen (beispielsweise das BIP), die auf Grund der einfacheren Zusammenführung mit anderen, nur qualitativ vorliegenden Kriterien in eine ordinale Skala überführt werden. Diese Vereinfachung ist kaum sachgerecht, da bereits zu Beginn des Auswahlprozesses viel Information verloren geht. Das zur Auswahl der Länder und Märkte verwendete Diagramm, das auf Basis aller ordinal erfassten Kriterien erstellt wird (**Bild 12**), büsst dadurch an Aussagekraft ein und die getroffene Projektselektionsentscheidung verliert an Transparenz, Belastbarkeit und Qualität.
- 2) Es wird keine Gewichtung der Kriterien vorgenommen. Allen Kriterien wird so dieselbe Wichtigkeit zugesprochen, was bei den meisten Entscheidungsprob-

lemen nicht gegeben ist<sup>129</sup> und auch bei der Auswahl von Zielländern und Zielmärkten nicht den Tatsachen entspricht. Die fehlende Berücksichtigung einer Kriteriengewichtung stellt damit eine unsachgemässe Vereinfachung dar.

- 3) Die Analyse der potentiellen Zielländer und Zielmärkte erfolgt fast ausschliesslich aus einer marktorientierten Sichtweise. Eine ressourcenbasierte Betrachtung, die die internen Einflussfaktoren sowie die Stärken und Schwächen des Unternehmens berücksichtigt, findet kaum statt. Diese sollte jedoch bereits bei der Selektion von Ländern und Märkten entsprechend mit einbezogen werden.<sup>130</sup>

### 2.1.3.2 Zusammenfassung Phase 2: Bewertung und Selektion potentiell zukünftiger PPP-Projekte

Die Bewertung potentiell zukünftiger PPP-Projekte gliedert sich in drei Teile: einen Projektüberblick, eine Projektbewertung und einen Fragenkatalog. Die eigentliche Projektselektion findet anschliessend unter Berücksichtigung dieser Unterlagen durch die befugten Entscheidungsträger statt. In der derzeit in der Praxis angewandten Bewertung potentiell zukünftiger PPP-Projekte sind besonders folgende drei Punkte auffällig:

- 1) Der Projektüberblick erscheint angemessen und zeigt in der gebotenen Kürze die wesentlichen Eckdaten eines PPP-Projektes.
- 2) Die Projektbewertung beinhaltet neben bereits bekannten Hindernissen und den nächsten geplanten Schritten die Vor- und Nachteile sowie die Chancen und Risiken des jeweiligen zur Auswahl stehenden PPP-Projektes. Die Beschreibung der Vor- und Nachteile sowie der Chancen und Risiken erinnert in gewisser Weise an eine SWOT-Analyse. SWOT steht hierbei für Strengths [dt.: Stärken], Weaknesses [dt.: Schwächen], Opportunities [dt.: Chancen] und Threats [dt.: Gefahren] und vereint auf systematische Weise die ressourcenorientierte Betrachtung (Stärken und Schwächen) sowie die marktorientierte Betrachtung (Chancen und Gefahren). SWOT-Analysen werden häufig im Bereich des strategischen Managements im Zusammenhang mit Markteintrittsentscheidungen angewandt.<sup>131</sup> Die Berücksichtigung im Rahmen der Projektbewertung in der Praxis ist ebenso möglich und von einem wissenschaftlichen Standpunkt aus generell zu befürworten. Jedoch erfolgt in der konkreten Umsetzung im analysierten Bauunternehmen die Betrachtung auf rein subjektiver Ebene und auf unstrukturierte Weise, sodass sie nur in Ansätzen mit einem geordneten, strategischen Analyseprozess, wie einer korrekt durchgeführten

<sup>129</sup> Vgl. etwa HWANG, C.-L. UND YOON, K. (Multiple Attribute Decision Making 1981) S. 41

<sup>130</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Bauunternehmensmanagement 2010) S. 37ff

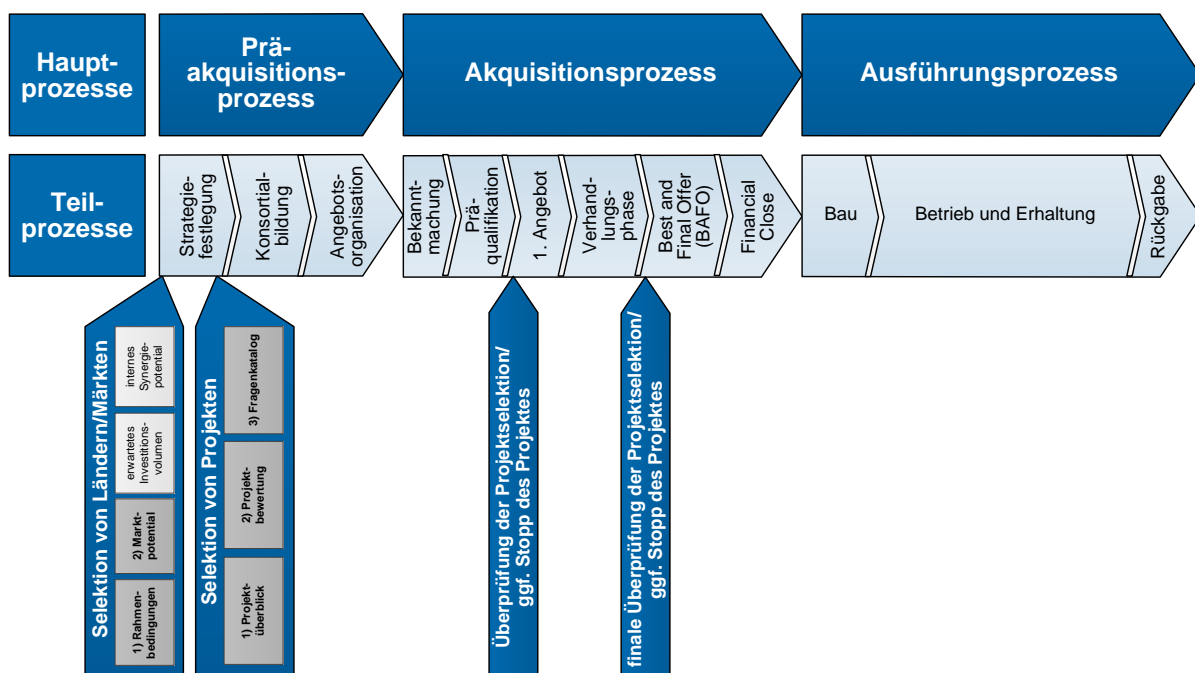
<sup>131</sup> Vgl. beispielsweise GHAZINOORY, S., et al. (Swot Methodology 2011) S. 31

SWOT-Analyse<sup>132</sup>, vergleichbar ist. So fehlt etwa eine saubere Trennung zwischen markt- und ressourcenorientierter Sichtweise.

- 3) Der Fragenkatalog behandelt eine Reihe von Fragen, die sich auf das Land, in dem sich ein potentiell zukünftiges PPP-Projekt befindet, beziehen. Da Fragen und Bewertungen bezüglich des Landes eigentlich schon im vorhergehenden Schritt über die Bewertung und Selektion von Ländern/Märkten erschöpfend behandelt worden sein sollten, gibt es hier eine Inkonsistenz im Projektselektionsprozess. Generell sollten alle Kriterien im Selektionsprozess nur einmal verwendet werden, jedoch an der Stelle umfassend und zielgerichtet.

### 2.1.3.3 Zeitlicher Ablauf der PPP-Projektselektion bei industriellen, strategischen Investoren am Beispiel eines Bauunternehmens

Der zeitliche Ablauf der PPP-Projektselektion von industriellen, strategischen Investoren am Beispiel eines grossen, internationalen Bauunternehmens sowie dessen Eingliederung in die Prozesse eines PPP-Projektes ist in **Bild 13** dargestellt.



**Bild 13:** Eingliederung der PPP-Projektselektion von Bauunternehmen in die PPP-Projektphasen<sup>133</sup>

Den ersten Schritt der Projektselektion bildet in der strategischen Frühphase die Auswahl potentieller Zielländer und Zielmärkte (Kapitel 2.1.1).

<sup>132</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Bauunternehmensmanagement 2010) S. 37ff

<sup>133</sup> Eigene Darstellung



Daran anschliessend wird eine Bewertung von potentiellen, neu auf den Markt kommenden PPP-Projekten in den identifizierten Zielländern und Zielmärkten unter Anwendung des in Kapitel 2.1.2 beschriebenen Formblattes durchgeführt. Die Bewertung dieser potentiell zukünftigen PPP-Projekte wird von der fachlich zuständigen SGE vorgenommen. Ziel dieser initialen Projektbewertung ist eine „Shortlist“ mit PPP-Projekten zu erstellen, bei denen mit dem Präakquisitions- und in weiterer Folge dem Akquisitionsprozess begonnen werden soll. Klarerweise kann bei der Bearbeitung des Formblattes nur das zu diesem Zeitpunkt im Markt vorhandene, rudimentäre Projektwissen einfließen. Nichtsdestotrotz ist schon in dieser Frühphase eine Entscheidung darüber zu treffen, ob sich das Bauunternehmen am Vergabewettbewerb um ein PPP-Projekt beteiligt. Diese Entscheidung obliegt dem übergeordneten, durch unternehmensinterne Regelungen festgelegten Entscheidungsgremium<sup>134</sup>.

Im Fall einer Entscheidung zugunsten der Beteiligung an einem konkreten PPP-Projekt wird mit den weiteren Teilprozessen des Präakquisitionsprozesses begonnen, die eine mögliche Konsortialbildung und die Aufstellung der Angebotsorganisation umfassen. Mit der offiziellen Bekanntmachung des Projektes durch die ausschreibende Stelle beginnt für das Bauunternehmen der Akquisitionsprozess. Hierbei ist zunächst die Präqualifikation für das PPP-Projekt zu bewältigen. Nach erfolgreicher Präqualifikation ist die initiale Bewertung des Projektes zu wiederholen und das entsprechende Formblatt auf Grundlage der nun besseren Datenbasis zu aktualisieren. Damit wird die Möglichkeit geschaffen, die Weiterbearbeitung des PPP-Projektes nach der ersten Vergabephase und somit vor der Erstellung eines (kostspieligen) ersten Angebotes zu stoppen, falls es Veränderungen gegeben haben sollte, die den Projektselektionskriterien des Unternehmens entgegen stehen. In diesem Schritt wird üblicherweise auch über die grundsätzliche Bereitschaft des Unternehmens, im Fall eines Projektgewinns Eigenkapital zur Umsetzung des PPP-Projektes bereit zu stellen, entschieden und das maximal für das PPP-Projekt verfügbare Eigenkapital festgelegt.<sup>135</sup>

Eine weitere, finale Überprüfung der Projektselektion findet nach einer erfolgreichen Verhandlungsphase auf Basis des dann vorliegenden, finalen PPP-Vertrages statt. Im Zusammenhang damit wird unter Einbeziehung des finalen Finanzmodells über die Bereitstellung des im BAFO exakt anzugebenden und bei einem Projektgewinn einzubringenden Eigenkapitalbetrags entschieden.

---

<sup>134</sup> Welches Entscheidungsgremium genau zuständig ist, hängt von den internen, im Unternehmen geltenden Entscheidungsrichtlinien ab. Da PPP-Projekte aber i. d. R. Grossprojekte darstellen, handelt es sich zumindest um die Führungsebene der SGE, in manchen Fällen sogar um den Unternehmensvorstand.

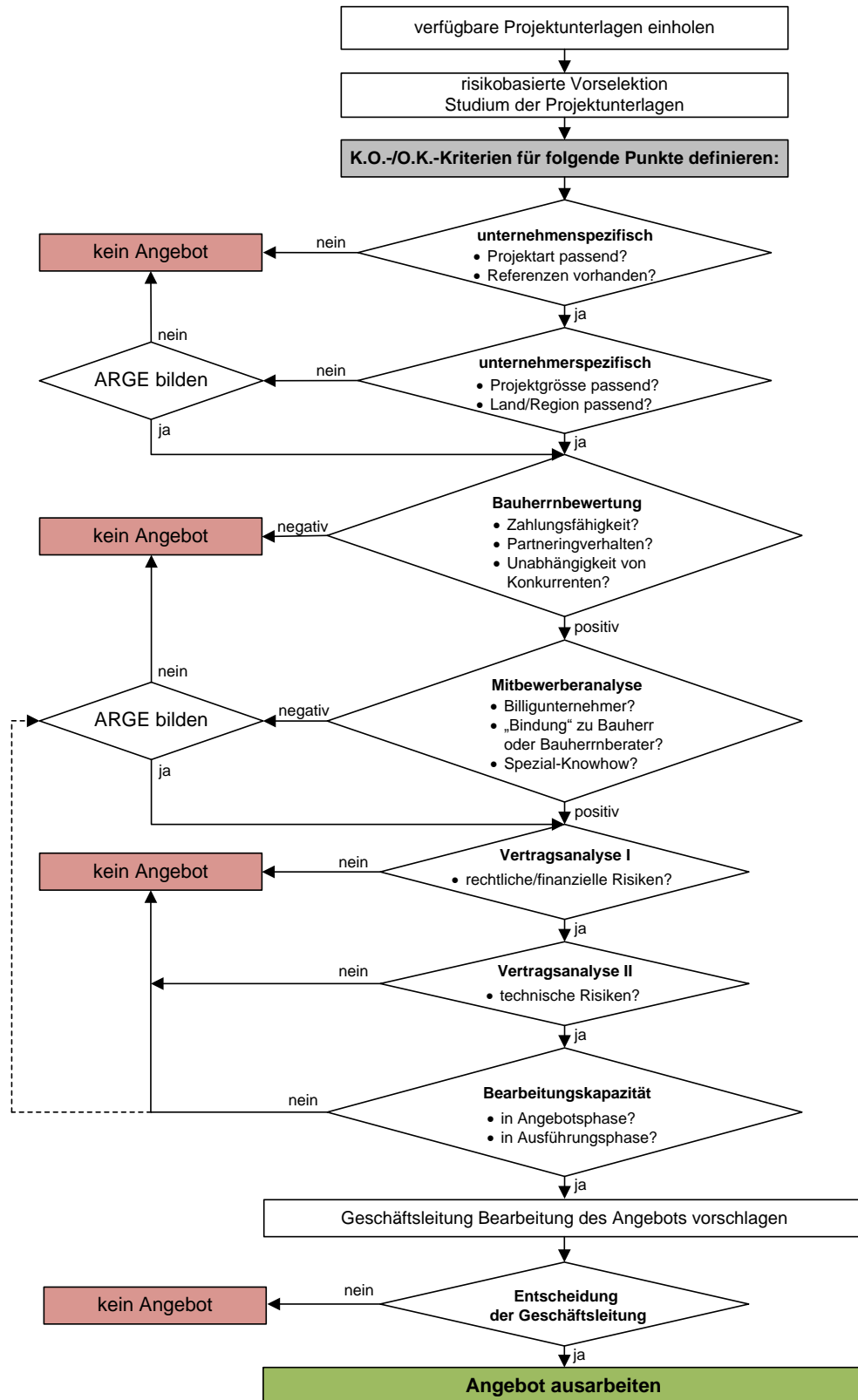
<sup>135</sup> Eine entsprechende Erklärung über die Bereitschaft zur Bereitstellung von Eigenkapital in einer anzugebenden Höhe ist üblicherweise mit dem 1. Angebot abzugeben.

### 2.1.4 Fazit zur PPP-Projektselektion bei industriellen, strategischen Investoren

Der in der Praxis derzeit angewandte PPP-Projektselektionsprozess deckt sich in Teilen mit dem von GIRMSCHIED (2010) S. 27 für klassische Bauprojekte vorgeschlagenen Prozess (**Bild 14**), wenngleich dort bereits ein konkretes auf den Markt kommendes Bauprojekt den Ausgangspunkt darstellt und nicht wie in hier analysiertem Praxisbeispiel eine Bewertung von potentiellen Zielländern und Zielmärkten. Eine von GIRMSCHIED (2010) angeregte, quantitative Risikobeurteilung erfolgt derzeit auch im Zusammenhang mit PPP-Projekten, die i. d. R. mit vergleichsweise weitreichenden Risiken behaftet sind, nicht.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die PPP-Projektselektion bestenfalls eine geringfügige Weiterentwicklung gegenüber der Projektauswahl bei klassischen Bauprojekten darstellt. Quantitative Grössen werden kaum betrachtet oder wiederum in qualitative Bewertungsschemata überführt. Die eigentliche Projektselektionsentscheidung erfolgt letztlich mangels geeigneter Instrumente weitgehend auf qualitativ-subjektiven Einschätzungen des zuständigen Managements und weniger auf Grundlage strukturierter, quantitativ abgestützter Prozesse.

Dass diese Einschätzung nicht nur auf das Bauunternehmen zutrifft, dessen Unterlagen umfassend zur Verfügung standen und im Detail analysiert werden konnten, wurde mittels telefonischer Anfragen an weitere Bauunternehmen verifiziert. Die telefonisch durchgeführten Befragungen (vgl. Anhang A) ergaben, dass der beschriebene Projektselektionsprozess in vergleichbarer Form auch in den übrigen grossen, deutschsprachigen Bauunternehmen internationaler Prägung Anwendung findet. Die festgestellten Unterschiede lagen mehrheitlich im Detail (beispielsweise Abweichungen in den einzelnen Kriterien). In einem Unternehmen stellte sich die Frage der Länderauswahl zudem von vornherein nicht, da die Zielländer bereits in der Unternehmensstrategie fest verankert sind. Von diesen kleineren Abweichungen abgesehen, kann der beschriebene PPP-Projektselektionsprozess in seiner Grundstruktur als repräsentativ für grosse Bauunternehmen im deutschsprachigen Raum angesehen werden.



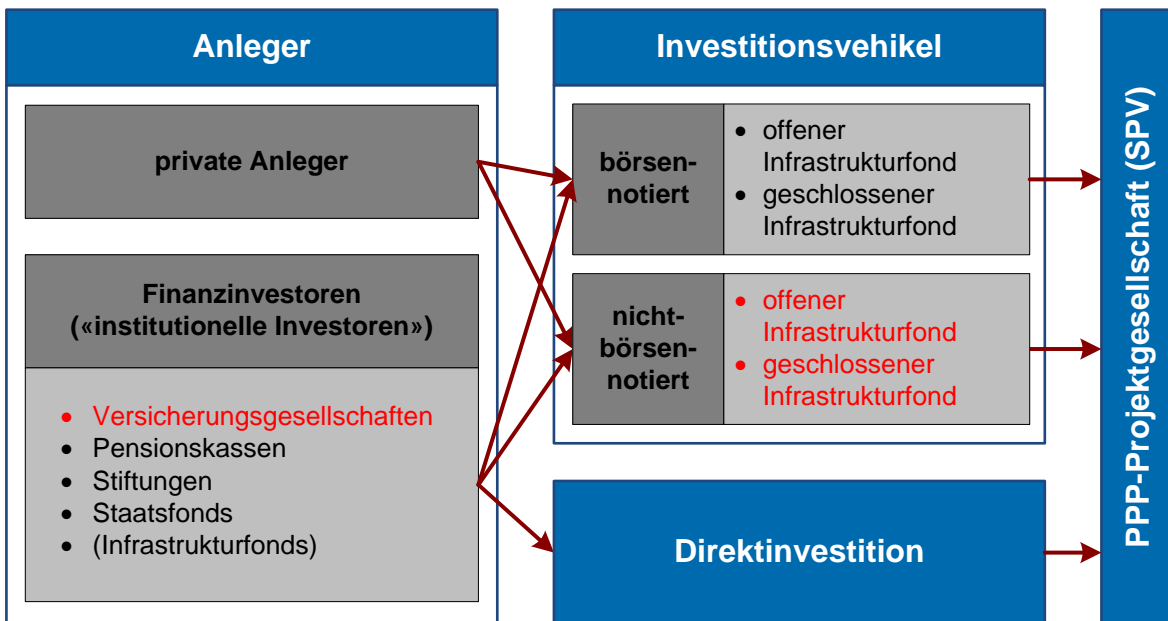
**Bild 14:** Projektselektionsprozess für klassische Bauprojekte<sup>136</sup>

<sup>136</sup> In Anlehnung an GIRMSCHIED, G. (Angebots- und Ausführungsmanagement 2010) S. 27

## 2.2 Selektion von Infrastrukturprojekten bei Finanzinvestoren

### 2.2.1 Arten von Finanzinvestoren

Während industrielle, strategische Investoren wie Bauunternehmen i. d. R. direkt<sup>137</sup> in PPP-Projekte investieren und ihre Eigenkapitalinvestition bereits zu Projektbeginn tätigen (**Bild 10**), besteht für Finanzinvestoren<sup>138</sup> neben der Direktinvestition die Möglichkeit, sich indirekt über Investitionsvehikel (**Bild 15**) an Infrastrukturprojekten<sup>139</sup> zu beteiligen. In diesem Fall ist dann das Investitionsvehikel unmittelbar am Projekt beteiligt und nimmt die Rolle eines Eigenkapitalinvestors und Gesellschafters der PPP-Projektgesellschaft ein. Zudem können sich Finanzinvestoren schon ab Projektbeginn oder erst zu einem späteren Zeitpunkt zu einem Einstieg in ein Infrastrukturprojekt entschliessen (**Bild 10**).



**Bild 15:** Arten von Finanzinvestoren bei Infrastrukturprojekten<sup>140</sup>

<sup>137</sup> Vgl. etwa BOLL, P. (Investitionen in Public-Private-Partnership-Projekte 2007) S. 119 (Abbildung 23)

<sup>138</sup> Häufig wird in diesem Zusammenhang auch der Begriff „institutionelle Investoren“ verwendet. Allgemein versteht man unter Finanzinvestoren bzw. institutionellen Investoren professionelle Investoren, die i. d. R. über grosse Mengen an Anlagekapital und eine umfassende Investitionserfahrung verfügen (vgl. GRABENWARTER, U. UND WEIDIG, T. (Exposed to the J-Curve 2005) S. 171).

<sup>139</sup> Da für Finanzinvestoren PPP-Projekte häufig nur eine Möglichkeit der Beteiligung an baulichen Infrastrukturprojekten darstellen, wird in Kapitel 2.2 der allgemeine Terminus „Infrastrukturprojekte“ verwendet und umfasst somit PPP-Projekte. Falls ausschliesslich PPP-Projekte gemeint sind, werden diese ausdrücklich als solche bezeichnet.

<sup>140</sup> Eigene Darstellung unter Einbeziehung von WEBER, B. UND ALFEN, H. W. (Infrastructure as an Asset Class 2010) S. 22ff. Im Zuge der Erstellung dieser Arbeit gelang es, den aktuellen Stand der Praxis in der Projektselektion bei drei unterschiedlichen Finanzinvestoren – einer Versicherungsgesellschaft, einem nicht-börsennotierten, offenen Infrastrukturfond sowie einem nicht-börsennotierten, geschlossenen Infrastrukturfond – detailliert anhand von aussagekräftigen, teils vertraulichen Unterlagen sowie auf Basis von Experteninterviews zu analysieren. Da diese drei Arten von Finanzinvestoren im Rahmen dieser Arbeit eingehender beleuchtet werden, sind diese in der Abbildung rot markiert.

Wie **Bild 15** zeigt, treten im Zusammenhang mit Infrastrukturprojekten folgende Arten von Finanzinvestoren auf:<sup>141</sup>

- Versicherungsgesellschaften,
- Pensionskassen,
- Stiftungen,
- Staatsfonds und
- Infrastrukturfonds<sup>142</sup> wie
  - börsennotierte, offene Infrastrukturfonds,
  - börsennotierte, geschlossene Infrastrukturfonds,
  - nicht-börsennotierte, offene Infrastrukturfonds bzw.
  - nicht-börsennotierte, geschlossene Infrastrukturfonds.

Nach diesem ersten Überblick über Arten von Finanzinvestoren, die sich mit Eigenkapital an Infrastrukturprojekten beteiligen, gilt es in einem nächsten Schritt zu beleuchten, warum diese Finanzinvestoren überhaupt daran interessiert sind, in Infrastrukturprojekte im Allgemeinen oder auch in PPP-Projekte im Speziellen zu investieren (Kapitel 2.2.2). Im Anschluss daran wird auf Basis von Publikationen diverser Finanzinvestoren, auf Grundlage bislang zu diesem Thema publizierter Studien sowie unter Einbeziehung der Erkenntnisse aus geführten Expertengesprächen dargelegt, wie Finanzinvestoren bei der Suche und Auswahl von Infrastrukturprojekten vorgehen und welche Instrumente dabei zur Anwendung gelangen.

### 2.2.2 Warum investieren Finanzinvestoren in Infrastrukturprojekte?

Die Grundidee einer (Volks-)Wirtschaft beruht darauf, eine optimale Verteilung von beschränkt zur Verfügung stehenden Ressourcen zur Deckung der menschlichen Bedürfnisse sicherzustellen. Wendet man diese Grundidee auf Finanzinvestoren an, so haben diese die Aufgabe, ihre (beschränkt) zur Verfügung stehenden Ressourcen so einzusetzen, dass sich daraus der grösste mögliche Nutzen ergibt. Die Ressourcen von Finanzinvestoren sind dabei in erste Linie zeitlicher und finanzieller Natur. Der

---

<sup>141</sup> Da die Art des jeweiligen Finanzinvestors nicht im Fokus der Betrachtung steht, wird keine genauere Definition der einzelnen Begrifflichkeiten vorgenommen. Weiterführende Informationen hierzu finden sich etwa in RIEBELING, K.-H. (Eigenkapitalbeteiligungen PPP 2009) S. 27ff bzw. GRABENWARTER, U. UND WEIDIG, T. (Exposed to the J-Curve 2005) S. 163.

<sup>142</sup> Der Begriff des Infrastrukturfonds ist in **Bild 15** in Klammer gesetzt, da die direkte Eigenkapitalbeteiligung solcher Fonds an Infrastrukturprojekten über den Bereich der Investitionsvehikel bereits dargestellt wird. Allerdings besteht die Möglichkeit, dass sich ein Infrastrukturfond an weiteren Fonds beteiligt (sog. „Dachfond“; vgl. hierzu die Definition von „Fund of Funds“ in GRABENWARTER, U. UND WEIDIG, T. (Exposed to the J-Curve 2005) S. 169). In diesem Fall tritt ein Infrastrukturfond als Anleger in einem weiteren Fond auf.

Nutzen ergibt sich aus einer möglichst hohen Rendite, die mit möglichst geringem Risiko erreicht werden soll. Da eine höhere Rendite i. d. R. mit einem höheren Risiko einhergeht, ist es erforderlich, in Abhängigkeit von der jeweiligen Risikobereitschaft eine entsprechende Investitionsstrategie zu formulieren.<sup>143</sup>

Finanzinvestoren, die sich auf Grundlage ihrer Investitionsstrategie bevorzugt nach risikoarmen, langfristigen Anlagemöglichkeiten mit tendenziell steigenden Cashflows<sup>144</sup> umsehen, ergänzen ihr Portfolio zunehmend durch Eigenkapitalbeteiligungen an Infrastrukturprojekten. Dies gilt umso mehr, seit in Folge der Staatsschuldenkrise Staatsanleihen als risikoarme, langfristige Investitionsmöglichkeit an Attraktivität verloren haben.<sup>145</sup> Allgemein schreiben Finanzinvestoren Infrastrukturinvestments folgende Eigenschaften zu, die in Abhängigkeit vom jeweiligen Projekt unterschiedlich stark ausgeprägt sind:<sup>146</sup>

- Infrastrukturinvestments<sup>147</sup> weisen eine geringere Volatilität auf als Real Estate Investments.
- Cashflows von Infrastrukturprojekten sind nicht besonders stark mit Real Estate Investments korreliert.
- Cashflows aus Infrastrukturprojekten wachsen schneller als Verbraucherpreise und Betriebskosten.
- Infrastrukturinvestments führen zu guten Diversifikationseffekten, die sich sogar zwischen den einzelnen Infrastrukturinvestments nachweisen lassen.
- Infrastrukturinvestments weisen monopolistische Nachfragecharakteristika auf, da sie weitgehend konkurrenzlos neben anderen Infrastrukturprojekten stehen.

In einer empirischen Studie von RIEBELING (2009) S. 161 heben Finanzinvestoren zudem besonders die langfristig stabilen Cashflows, das Diversifikationspotential und eine mittelfristige Wertsteigerung als wichtigste Motive für eine Investition in Infrastrukturprojekte hervor.<sup>148</sup> Decken sich diese Eigenschaften von Infrastrukturprojekten mit den in der Investitionsstrategie angestrebten Zielen, so wird der jeweilige Finanzinvestor eine Eigenkapitalinvestition in Infrastrukturprojekte allgemein oder – spezifischer – in PPP-Projekte in Betracht ziehen.

<sup>143</sup> Vgl. etwa LAOPODIS, N. (Understanding Investments Theories and Strategies 2013) S. 9

<sup>144</sup> Vgl. WEISDORF, M. A. (Infrastructure: A Growing Real Return Asset Class 2007) S. 17f

<sup>145</sup> Vgl. WEBER, B. (Infrastrukturprojekte 2011) bzw. BAHÇEÇI, S. UND WEISDORF, M. (Characteristics of Infrastructure 2014) S. 32

<sup>146</sup> Vgl. BAHÇEÇI, S. UND WEISDORF, M. (Characteristics of Infrastructure 2014) S. 32f bzw. – unter Bezugnahme auf weitere Quellen – PENG, H. W. UND NEWELL, G. (The Significance of Infrastructure in Investment Portfolios 2007) S. 2.

<sup>147</sup> Wie in Fussnote 139 erwähnt, stellt der Begriff der PPP-Projekte eine Einschränkung gegenüber Infrastrukturprojekten bzw. Infrastrukturinvestments dar. Die hier gemachten allgemeinen Anmerkungen besitzen somit auch für PPP-Projekte Gültigkeit.

<sup>148</sup> Vgl. RIEBELING, K.-H. (Eigenkapitalbeteiligungen PPP 2009) S. 161

Bislang ist für Finanzinvestoren – zumindest im deutschsprachigen Raum – insb. ein Einstieg in Infrastrukturprojekte nach der Bauphase denkbar. Dementsprechend fällt bei PPP-Projekten die Bereitstellung der Eigenkapitaleinlage zu Projektbeginn zum überwiegenden Teil den industriellen, strategischen Investoren zu.<sup>149</sup> Wie verschiedene Quellen zeigen<sup>150</sup> und auch mehrere Experten in den geführten Gesprächen<sup>151</sup> hervorhoben, ist davon auszugehen, dass die Bedeutung von Finanzinvestoren als Eigenkapitalgeber zu Projektbeginn zunehmen wird. Die Motivation von Finanzinvestoren, sich bereits ab der Bekanntmachung an einem PPP-Projekt zu beteiligen und somit die hohen Angebotserstellungskosten<sup>152</sup> und auch üblicherweise höheren Risiken mitzutragen<sup>153</sup>, liegt insb. in den erweiterten Möglichkeiten der Einflussnahme. Finanzinvestoren können bei einem Einstieg zu Projektbeginn ihr spezifisches Knowhow im Finanzierungsbereich gezielt in der Projektstrukturierung einbringen und ihre Vorstellungen in den Vertragsverhandlungen mit dem öffentlichen Partner geltend machen. RIEBELING UND WALTHER (2010) S. 11 sehen in diesen Möglichkeiten, die für Finanzinvestoren nur bei einer Beteiligung zu Projektbeginn bestehen, gar bereits „...eine zentrale Quelle ihrer [zukünftigen] Wertschöpfung.“<sup>154</sup>

Nachfolgend wird in Kapitel 2.2.3 der Projektselektionsprozess von Finanzinvestoren eingehend analysiert. Da es unterschiedliche Arten von Finanzinvestoren gibt (**Bild 15**) und somit weltweit auch ein grosse Anzahl an Versicherungsgesellschaften, Pensionskassen, Stiftungen und Fonds existiert, die als Finanzinvestoren bei Infrastrukturprojekten auftreten, gibt es deutliche Unterschiede in den Projektauswahlprozessen, die in dieser Arbeit nicht vollumfänglich abgebildet werden können. Es werden daher einzelne Finanzinvestoren aus diesem breiten Spektrum heraus gegriffen. So wird eine Versicherungsgesellschaft analysiert, bei der die Auswahl von bereits in Betrieb befindlichen Infrastrukturprojekten mit möglichst sicheren Renditen und somit möglichst geringem Risiko im Fokus steht. Ein weiteres Beispiel betrachtet einen offenen Infrastrukturfond, der in der Projektauswahl ein möglichst diversifiziertes Portfolio anstrebt und somit einen breiten Blickwinkel mit entsprechend höherer Risikobereitschaft aufweist. Das dritte und letzte Beispiel analysiert einen geschlossenen Infrastrukturfond, der – wie derzeit noch wenige Finanzinvestoren am Markt – bevorzugt in PPP-Projekte ab Projektbeginn investiert und sich bereits im Akquisitionsprozess

<sup>149</sup> In der Schweiz wurde bislang nur ein PPP-Projekt nach internationalen Standards umgesetzt. Bei diesem handelt es sich um das Pilotprojekt Neumatt im Kanton Bern. Das Eigenkapital zu Projektbeginn stammte bei diesem Projekt ausschliesslich von industriellen, strategischen Investoren (vgl. BAM PPP (Burgdorf Prison 2012)).

Auch die Eigenkapitalgeber bei dem bislang grössten PPP-Projekt in Österreich waren ausschliesslich industrielle, strategische Investoren, die jedoch nach Ende der Errichtungsphase mehrheitlich von Finanzinvestoren abgelöst wurden (vgl. BONAVENTURA STRASSENERRICHTUNGS-GMBH (Bonaventura 2013)).

Für Angaben zum deutlich grösseren PPP-Markt in Deutschland sh. RIEBELING, K.-H. UND WALTHER, U. (Finanzinvestoren und PPP 2010) S. 5.

<sup>150</sup> Vgl. etwa RIEBELING, K.-H. UND WALTHER, U. (Finanzinvestoren und PPP 2010) S. 5 bzw. S. 10, FROST, P. (Attraktive stabile Renditen 2014), HEITKER, A. (Finanzinvestoren entdecken den ÖPP-Markt 2014)

<sup>151</sup> Vgl. Anhang A: Bilfinger Project Investments North America Inc. (2014), Interview; J.P. Morgan Asset Management (2014), Interview

<sup>152</sup> Vgl. STOLZE, S.-F. (Honorierung der Angebotserstellung bei PPP-Projekten 2008) S. 73f

<sup>153</sup> Vgl. RIEBELING, K.-H. UND WALTHER, U. (Finanzinvestoren und PPP 2010) S. 5 Abb. 2

<sup>154</sup> Vgl. RIEBELING, K.-H. UND WALTHER, U. (Finanzinvestoren und PPP 2010) S. 6ff

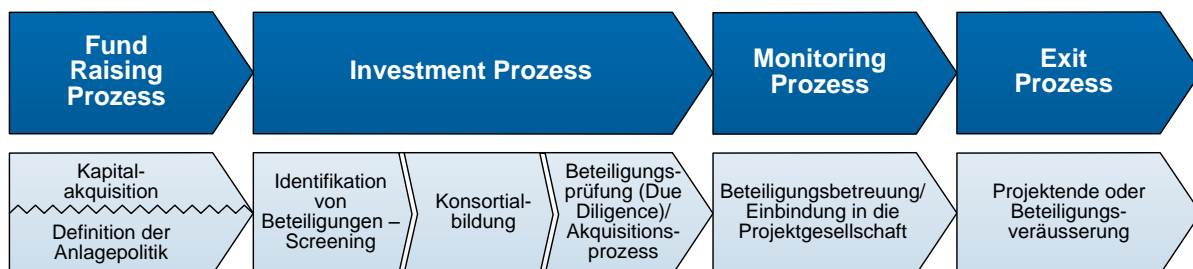
in die Projektstrukturierung einbringt. Durch die detaillierte Analyse dieser drei unterschiedlich ausgerichteten Finanzinvestoren wird ein guter, repräsentativer Querschnitt durch die derzeit in der Praxis angewandten Projektselektionsprozesse erreicht.

### 2.2.3 Projektselektionsprozess bei Finanzinvestoren

REICHARDT (2005) S. 39 und RIEBELING (2009) S. 22 gliedern den groben Beteiligungsprozess von Finanzinvestoren bei Infrastrukturprojekten in vier Hauptprozesse (**Bild 16**). Die vier Hauptprozesse

- 1) Fund Raising Prozess,
- 2) Investment Prozess,
- 3) Monitoring Prozess und
- 4) Exit Prozess

werden in vergleichbarer Form bei allen drei analysierten Finanzinvestoren angewandt und bilden daher die Grundstruktur für die nachfolgend angestellten Betrachtungen.



**Bild 16:** Allgemeiner Beteiligungsprozess von Finanzinvestoren bei Infrastrukturprojekten<sup>155</sup>

#### 2.2.3.1 Fund Raising Prozess: Kapitalakquisition und Anlagepolitik

Unter einem Fund Raising Prozess versteht man die Kapitalakquisition eines Finanzinvestors. Aus welchen Quellen der Finanzinvestor sein Kapital akquiriert, hängt von der Art des Investors ab. Handelt es sich um eine Pensionskasse oder eine Versicherungsgesellschaft, so sind es zu einem grossen Teil die Einnahmen aus den abgeschlossenen Versicherungsverträgen oder Pensionsbeiträgen. Handelt es sich hingegen um einen Fond, so sind es die Mittel der privaten oder institutionellen Anleger, die in den betreffenden Fond investieren.<sup>156</sup>

<sup>155</sup> In Anlehnung an RIEBELING, K.-H. (Eigenkapitalbeteiligungen PPP 2009) S. 22 und 122ff bzw. REICHARDT, B. (Corporate Venture Capital 2005) S. 39

<sup>156</sup> Sh. **Bild 15** bzw. vgl. BOLL, P. (Investitionen in Public-Private-Partnership-Projekte 2007) S. 121ff



In Abhängigkeit von der Art der Kapitalakquisition erfolgt auch die Definition der Anlagepolitik. Diese wird bei Versicherungen und Pensionskassen im Wesentlichen von der Laufzeit der abgeschlossenen Versicherungsverträge und den daraus übernommenen Risiken und Verpflichtungen bestimmt.<sup>157</sup> Kapitalakquisition und Anlagepolitik bedingen sich gewissermassen gegenseitig. Bei Fonds wird die Anlagepolitik, wenn auch in Abhängigkeit von der Art des Fonds<sup>158</sup>, häufig bereits vorab festgelegt, um damit gezieltes Marketing bei potentiellen Anlegern zu betreiben. Da sich keine allgemein gültige zeitliche Abfolge zwischen der Definition der Anlagepolitik und der Kapitalakquisition bei Finanzinvestoren angeben lässt und eine starke Verzahnung zwischen diesen beiden Phasen besteht, wurde die in **Bild 16** gezeigte Darstellung gewählt.

Nachfolgend werden Beispiele für die Anlagepolitik von drei Finanzinvestoren, die in Infrastrukturprojekte investieren, aufgeführt. Die gemachten Ausführungen basieren auf Internetrecherchen, die auf Basis von Interviews mit Experten aus den jeweiligen Unternehmen sowie auf Grundlage firmeninterner Unterlagen substantiiert wurden.

#### 2.2.3.1.1 *Anlagepolitik Versicherungsgesellschaft*

Ein Beispiel für eine Versicherungsgesellschaft, die sich als Finanzinvestor mit Infrastrukturprojekten beschäftigt, ist die MEAG MUNICH ERGO AssetManagement GmbH (kurz: MEAG). Dieses Unternehmen ist ein Tochterunternehmen der Munich Re, einem der grössten Rückversicherer weltweit, und innerhalb des Unternehmens für die Vermögensverwaltung zuständig. Insgesamt verwaltet die MEAG ein Vermögen von rd. EUR 228 Mrd.<sup>159</sup>, das entspricht etwa CHF 240 Mrd..

Die Anlagepolitik<sup>160</sup> der MEAG lautet wie folgt und gibt bereits einige Fakten zum Beteiligungsprozess preis:

*„Die Anlageexperten der MEAG verfolgen einen stringenten und risikokontrollierten Investmentansatz, mit dem Ziel, für ihre Anleger eine langfristig überdurchschnittliche Wertentwicklung zu erwirtschaften. Die Fondsportfolios werden je nach Anlagekategorie und Ausrichtung nach einem „Top-down“-Ansatz fundamentalorientiert zusammengestellt. Ein Investmentkomitee entscheidet auf Grund mikro- und makroökonomischer Faktoren sowie Kapitalmarktdaten über die Allokation der einzelnen Länder*

<sup>157</sup> Vgl. BOLL, P. (Investitionen in Public-Private-Partnership-Projekte 2007) S. 135 bzw. Anhang A: MEAG MUNICH ERGO AssetManagement GmbH (2014), Interview

<sup>158</sup> Bei geschlossenen Fonds steht häufig der konkrete Anlagegegenstand, etwa ein konkretes Infrastrukturprojekt oder eine Gruppe von bestimmten Projekten bereits fest, wenn nach Anlegern gesucht wird. Offene Fonds legen häufig eine Anlagepolitik fest und suchen dann gezielt nach Anlegern. Der in **Bild 16** dargestellte Beteiligungsprozess ist daher stark vereinfacht und ist nicht allgemein gültig. Die Darstellung erfüllt aber den hier geforderten Zweck einer groben Strukturierung. Zur weiteren Vertiefung betreffend PPP-Investments über Fonds, vgl. etwa. BOLL, P. (Investitionen in Public-Private-Partnership-Projekte 2007) S. 121ff.

<sup>159</sup> Vgl. MEAG MUNICH ERGO ASSETMANAGEMENT GMBH (Infrastructure 2014) S. 2; gem. Anhang A: MEAG MUNICH ERGO AssetManagement GmbH (2014), Interview kommen davon rd. 95 Prozent aus den beiden Versicherungsunternehmen Munich Re und ERGO (ebenfalls ein Tochterunternehmen der Munich Re) und rd. 5 Prozent von Anlegern ausserhalb des Unternehmens, die in Anlageprodukte der MEAG investieren.

<sup>160</sup> Die MEAG verwendet in ihren Publikationen synonym für den Begriff der Anlagepolitik das Wort „Anlagestrategie“.

*und Branchen. Anschließend sind rund 70 erfahrene Portfoliomanager für die Umsetzung der Anlageentscheidungen und Selektion der attraktiven Einzeltitel verantwortlich. [...]“<sup>161</sup>*

Wie sich im Interview<sup>162</sup> mit einem Vertreter der MEAG gezeigt hat, ergibt sich der oben erwähnte „risikokontrollierte Investmentansatz“ in erster Linie auf Basis einer Bewertung der durch die Versicherungsverträge übernommenen Risiken. Ziel der Anlagepolitik ist es, für eine entsprechende Risikodeckung zu sorgen. Die getätigten Investments müssen einen passenden „Gegenpart“ zu den geschlossenen Versicherungsverträgen bilden.<sup>163</sup> Dementsprechend ist die zuständige Risikomanagementabteilung des Versicherungsunternehmens entscheidend in den Leitungsstab eingebunden, der einmal jährlich die Entscheidung über die Anlagemandate trifft. Mittels dieser Anlagemandate wird festgelegt, wie viele Anteile des gesamten zur Verfügung stehenden Anlagekapitals in die einzelnen Anlageklassen (beispielsweise Aktien, Staatsanleihen, aber auch Infrastrukturprojekte inkl. PPP) investiert werden sollen. Bei dieser Verteilung der Anlagemandate spielen auch portfoliotheoretische Überlegungen sowie die Korrelation zwischen den einzelnen Anlageklassen eine Rolle.<sup>164</sup>

Für den auf Infrastrukturprojekte entfallenden Anteil wird in einem weiteren Schritt festgelegt, in welche Sektoren von Infrastrukturprojekten (Strassen, soziale Infrastruktur, Energieprojekte, etc.) investiert werden soll. Ebenso erfolgt eine Festlegung auf Zielländer und Zielmärkte und die Entscheidung für potentielle Zielländer und Zielmärkte wird auf Basis von Risikobetrachtungen getroffen. Hierbei spielen vor allem politische, rechtliche und finanzwirtschaftliche Risiken (Währungsrisiko, etc.) in den potentiellen Zielländern und Zielmärkten eine Rolle. Auf Grund der Risikostruktur in den geschlossenen Versicherungsverträgen wird derzeit eine konservative Einschränkung auf westeuropäische Länder (50% des Investments), nordamerikanische Länder (40% des Investments) und den Rest der Welt (bevorzugt auf weitere Mitgliedsstaaten der OECD; 10% des Investments) vorgenommen (**Bild 17**).<sup>165</sup> Bei der Auswahl der Sektoren von Infrastrukturprojekten wird das Risikoprofil der einzelnen Sektoren betrachtet. Ferner spielt die Konformität mit der Unternehmensstrategie eine entscheidende Rolle. Gem. des geführten Interviews<sup>166</sup> stehen daher insb. Investitionen in umweltfreundliche Projekte im Fokus. Aktuell stellt sich die Anlagepolitik der MEAG wie in nachfolgender Grafik gezeigt dar.

---

<sup>161</sup> Vgl. MEAG MUNICH ERGO KAPITALANLAGEGESELLSCHAFT MBH (Unternehmensporträt 2013)

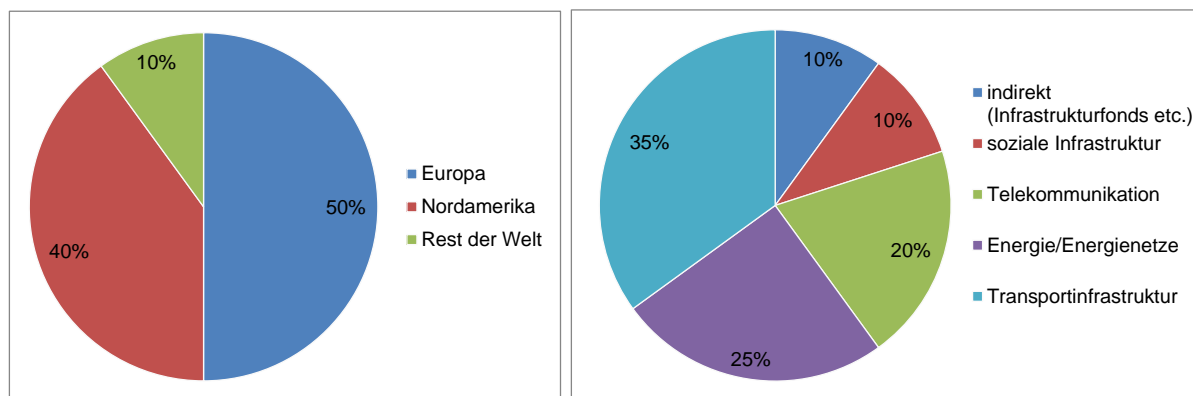
<sup>162</sup> Vgl. Anhang A: MEAG MUNICH ERGO AssetManagement GmbH (2014), Interview

<sup>163</sup> Vgl. MEAG MUNICH ERGO ASSETMANAGEMENT GMBH (Infrastructure 2014) S. 12

<sup>164</sup> Vgl. MEAG MUNICH ERGO ASSETMANAGEMENT GMBH (Infrastructure 2014) S. 8

<sup>165</sup> Vgl. MEAG MUNICH ERGO ASSETMANAGEMENT GMBH (Infrastructure 2014) S. 8

<sup>166</sup> Vgl. Anhang A: MEAG MUNICH ERGO AssetManagement GmbH (2014), Interview



**Bild 17:** Anlagepolitik Versicherungsgesellschaft (Bsp. MEAG)<sup>167</sup>

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Anlagepolitik der MEAG im Wesentlichen zwei Komponenten aufweist:

- 1) eine quantitative Komponente, die alle in den Versicherungsverträgen übernommenen Risiken bewertet und portfoliotheoretische Gesichtspunkte berücksichtigt; (auf dieser Grundlage wird einerseits die grobe Struktur der zu tätigen Investments in Form von Anlagemandaten festgelegt und andererseits finden quantitative Analysen Eingang in die Auswahl der Zielländer/Zielmärkte sowie der Sektoren von Infrastrukturprojekten);
- 2) eine qualitativ-subjektive Komponente, die auf Grundlage der Unternehmensstrategie in die Auswahlentscheidung potentieller Zielländer und Zielmärkte und Sektoren von Infrastrukturprojekten, in die investiert werden soll, einfließt.

#### 2.2.3.1.2 Anlagepolitik offener Infrastrukturfond

Ein Beispiel für einen nicht-börsennotierten, offenen Infrastrukturfond (**Bild 15**), der als Finanzinvestor in Infrastrukturprojekte investiert, ist OECD Infrastructure Investment. Dies ist ein Fond, der von J.P. Morgan Asset Management, der Anlagensparte der amerikanischen Grossbank J.P. Morgan Chase & Co., aufgelegt wird. Insgesamt verfügt J.P. Morgan Asset Management über ein Investitionsvolumen von rd. USD 9 Mrd. (das entspricht etwa CHF 8.8 Mrd.), das allein für Investitionen in Infrastrukturprojekte der verschiedenen Sektoren und Subsektoren zur Verfügung steht.<sup>168</sup>

Die Anlagepolitik des Fonds richtet sich in seiner allgemeinen Ausrichtung primär nach dem, was von potentiellen Investoren im Zuge des Fund Raising nachgefragt wird. Auf Grund einer bestehenden Nachfrage nach Infrastrukturfonds mit einer Ziel-

<sup>167</sup> Übernommen und übersetzt aus MEAG MUNICH ERGO ASSETMANAGEMENT GMBH (Infrastructure 2014) S. 8

<sup>168</sup> Vgl. J.P. MORGAN CHASE & CO. (Alternatives 2014)

rendite von zehn bis zwölf Prozent (brutto, inkl. Berücksichtigung des Leverage-Effektes<sup>169</sup>), wurde der Fond OECD Infrastructure Investment ins Leben gerufen.<sup>170</sup> Wie der Name des Fonds verrät, zielt dieser auf Infrastrukturinvestitionen in Mitgliedsstaaten der OECD ab.

Ausgehend vom angestrebten Renditeziel wird auf Basis umfangreicher quantitativer Studien die genaue Anlagepolitik festgelegt. Dabei besteht das Problem, dass die erforderlichen Daten für diese quantitativen Studien oft nicht lückenlos für alle bestehenden Projekte in potentiellen Zielländern/Zielmärkten vorliegen. Aus diesem Grund werden die folgenden beiden Möglichkeiten angewandt, um die fehlenden Daten in ausreichender Näherung ermitteln zu können:<sup>171</sup>

- Bei Projekten ohne Nutzerrisiko werden auf Basis von Daten von vergleichbaren bestehenden Projekten Hypothesen über die Renditeentwicklung eines Projektes, bei dem die Daten nicht vorliegen, gemacht.
- Historische Daten von Sektoren/Subsektoren ausserhalb des Ziellandes werden verwendet und hinsichtlich ihres Verhältnisses (Korrelation, etc.) zu anderen Anlageklassen untersucht. Aus den so ermittelten Verhältnissen werden Rückschlüsse auf Projekte im Zielland/Zielmarkt gezogen.

Als wichtigste Kenngrösse in der Analyse von Zielländern/Zielmärkten und Sektoren/Subsektoren von Projekten wird die Wachstumsrate der Cashflows herangezogen. Bei der Ermittlung dieser Kenngrösse werden sowohl die operativen Einnahmen als auch die anfallenden operativen Kosten entsprechend berücksichtigt. Nichtsdestotrotz besteht eine gewisse Unschärfe, da etwa der Wertzuwachs des Projektes, etwaige Anfangserträge (beispielsweise durch Anschubfinanzierungen der öffentlichen Hand), Kapitalkosten und insb. auch punktuell anfallende Kosten für Erhaltungsmaßnahmen nicht einbezogen werden. Dennoch wurde die Verwendung einer gemeinsamen Kenngrösse, die für viele Sektoren/Subsektoren verfügbar ist und für vergleichsweise viele Projekte vorliegt, als sinnvoll erachtet. Da die ermittelten Daten von einzelnen Projekten zu Indizes für die einzelnen Sektoren/Subsektoren in den jeweiligen Zielländern/Zielmärkten zusammengefasst werden, fallen (kurzfristige) Ungenauigkeiten bei den einzelnen Projekten nicht besonders ins Gewicht. Die verbleibende Unschärfe in den historischen Daten, deren Extrapolation in die Zukunft per se mit einer gewissen Unsicherheit behaftet ist, wird auf der Stufe der Anlagepolitik auf Grund der überwiegenden Vorteile in Kauf genommen.<sup>172</sup>

---

<sup>169</sup> Unter „Leverage Effekt“ versteht man die Hebelwirkung, die dadurch erzeugt wird, dass ein Teil der Eigenkapitalinvestitionen über Fremdkapital finanziert wird. Dadurch kommt es bei günstigem Geschäftsgang zu einer überproportionalen Erhöhung der Eigenkapitalrendite, bei schlechtem Gang des Investments auch zu überproportionalen Verlusten. Genaueres hierzu sh. etwa VOLKART, R. (Corporate Finance 2011) S. 607ff

<sup>170</sup> Vgl. Anhang A: J.P. Morgan Asset Management, Weisdorf, M. A. (2014), Interview

<sup>171</sup> Vgl. BAHÇEÇI, S. UND WEISDORF, M. (Characteristics of Infrastructure 2014) S. 32

<sup>172</sup> Vgl. BAHÇEÇI, S. UND WEISDORF, M. (Characteristics of Infrastructure 2014) S. 33

Als Cashflow-Kennzahl, die der errechneten Wachstumsrate zugrunde liegt, wird beim untersuchten Fond die Kennzahl des *EBITDA* verwendet. Der Vorteil in der Verwendung dieser Cashflow-Kennzahl liegt insb. in deren Unabhängigkeit von den länderspezifischen Steuern sowie der Kapitalstruktur der beteiligten Unternehmen. Für Projekte, bei denen keine *EBITDA*-Daten vorliegen<sup>173</sup>, werden diese auf Basis der Betriebseinnahmen abzüglich der betriebsnotwendigen Aufwendungen geschätzt. Projekte, bei denen selbst diese Schätzung mit hohem Aufwand verbunden wäre oder die beispielsweise auf Grund aussergewöhnlicher Zusatzaufwendungen weit vom Durchschnitt abweichen, werden ausgeklammert und in der Folge nicht in die Ermittlung der Indizes einbezogen. Schliesslich wurden für insgesamt 229 Projekte die Cashflows auf Basis des *EBITDA* ermittelt, deren Steigerungsraten errechnet, eine Unterteilung nach Subsektoren sowie eine grobe Unterteilung nach Regionen (EU-15/USA) vorgenommen und die Indizes für jeden so ermittelten Projekttypus (wie beispielsweise für Mautstrassen in den EU-15) ermittelt.<sup>174</sup>

Im Zuge dieser Untersuchungen ist festzustellen, dass bei der Ausbildung eines Portfolios, bei dem alle betrachteten Projekttypen mit gleichen Anteilen berücksichtigt werden, bereits ein deutlich geringeres Gesamtrisiko im Portfolio erreicht werden kann als bei einem nicht diversifizierten Portfolio von Infrastrukturprojekten.<sup>175</sup> Nachdem das Diversifikationspotential bereits bei einem nicht optimierten Portfolio offensichtlich ist, wird eine weitere Genauigkeitsstufe in die Betrachtung einbezogen, die regionale Untergliederung der Projekte<sup>176</sup> verfeinert und eine Berücksichtigung der Vertragsmodelle<sup>177</sup> den einzelnen Subsektoren hinzugefügt. Zudem werden noch weitere OECD-Mitgliedsstaaten in die Betrachtung aufgenommen.<sup>178</sup> Auf Basis dieser verfeinerten Betrachtung wird schliesslich eine portfoliotheoretische Optimierung vorgenommen, deren Ergebnisse die Grundlage für die Anlagepolitik des Fonds OECD Infrastructure Investment liefern.

Die beschriebenen Teilprozesse innerhalb des Fund Raising Prozesses sind in **Bild 18** zusammengefasst.

<sup>173</sup> Dies ist in vielen Ländern bei Infrastrukturprojekten der öffentlichen Hand der Regelfall.

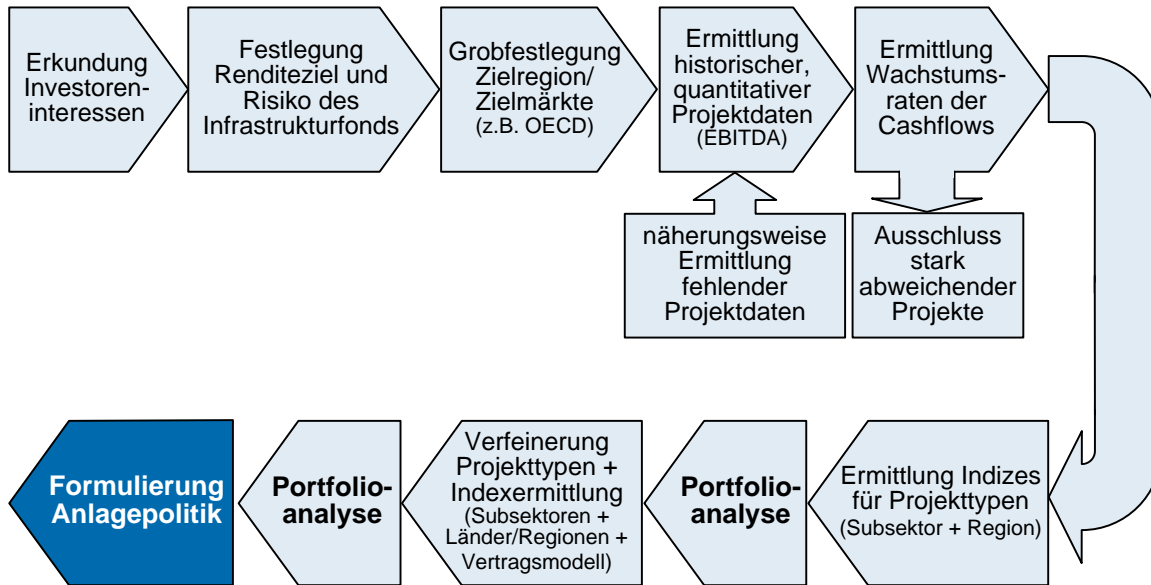
<sup>174</sup> Vgl. BAHÇECI, S. UND WEISDORF, M. (Characteristics of Infrastructure 2014) S. 33f

<sup>175</sup> Gem. BAHÇECI, S. UND WEISDORF, M. (Characteristics of Infrastructure 2014) S. 36 lag die Standardabweichung, die bei Anwendung der Portfoliotheorie das Mass für das Risiko darstellt, in einem gleichmässig diversifizierten Infrastrukturportfolio nur noch bei etwa 2.2%. Würden die Investoren hingegen ausschliesslich in Hafenprojekte in den USA investieren, läge die Standardabweichung mit etwa 6.8% deutlich darüber.

<sup>176</sup> Beispielsweise wurden nicht mehr die EU-15 gemeinsam betrachtet, sondern jeder EU-Mitgliedsstaat separat. In den USA wurden ebenso eine Unterteilung nach Bundesstaaten vorgenommen, die Unterschiede in der Gesetzgebung der einzelnen Bundesstaaten berücksichtigt. Ebenso wurden die einzelnen Provinzen in Kanada gesondert betrachtet.

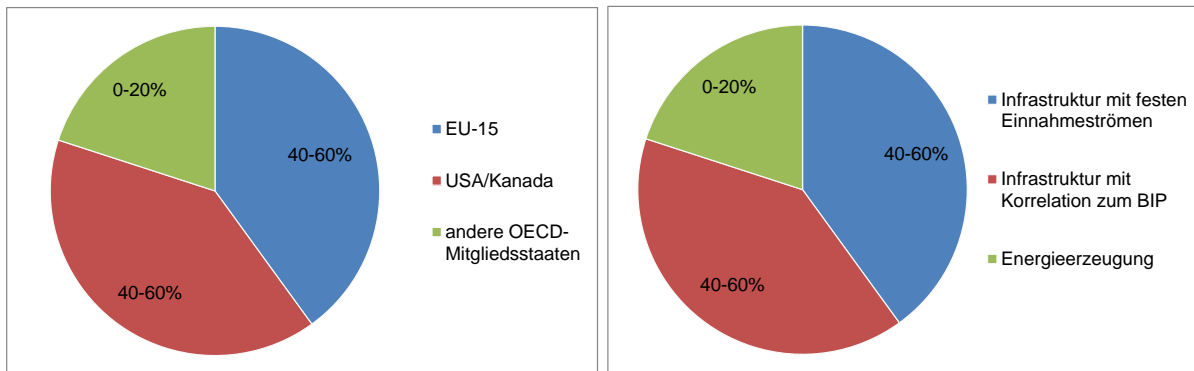
<sup>177</sup> Dieser Schritt wird häufig erst im Zuge des Screenings vollzogen, wurde aber hier bereits in der Entwicklung der Anlagepolitik berücksichtigt. Bezüglich der Vertragsmodelle vgl. die jeweiligen Unterkapitel von Kapitel 2.2.3.2.

<sup>178</sup> Vgl. Anhang A: J.P. Morgan Asset Management, Weisdorf, M. A. (2014), Interview



**Bild 18:** Fund Raising Prozess und seine Teilprozesse – offener Infrastrukturfond (Bsp. OECD Infrastructure Investment)<sup>179</sup>

Aus dem Ergebnis des in **Bild 18** gezeigten Fund Raising Prozesses und seiner Teilprozesses folgt die Anlagepolitik des Fonds OECD Infrastructure Investment (**Bild 19**).



**Bild 19:** Anlagepolitik offener Infrastrukturfond (Bsp. OECD Infrastructure Investment)<sup>180</sup>

Obwohl die Untergliederung zur Errechnung eines optimal diversifizierten Portfolios, sowohl was die Zielländer/Zielmärkte als auch die Subsektoren inkl. der Vertragsmodelle betrifft, sehr kleingliedrig ausgeführt wird, ist die Anlagepolitik selbst eher grob gefasst. Die Begründung hierfür liegt laut Expertenaussage darin, dass selbst durch die getroffene Unterteilung bereits ein hohes Diversifikationspotential erreicht wird.

<sup>179</sup> Eigene Darstellung

<sup>180</sup> Eigene Darstellung auf Basis von Anhang A: J.P. Morgan Asset Management, Weisdorf, M. A. (2014), Interview

Gleichzeitig bleibt das Fondmanagement aber flexibel genug, um sich an Marktgegebenheiten anzupassen und taktische Investitionen tätigen zu können. Zudem wären bei genauerer Formulierung der Anlagepolitik die gewünschten Projekttypen am Markt nicht in der gewünschten Ausprägung, Grösse, etc. verfügbar. Des Weiteren besteht kein Anreiz, in jedem Subsektor bzw. in jedem potentiellen Zielland und Zielmarkt investiert zu sein.<sup>181</sup> Vielmehr werden einige Kombinationen aus Zielländern/Zielmärkten und Subsektoren bereits von vornherein aus qualitativen Gründen ausgeschlossen, obwohl diese aus rein portfoliotheoretischen Überlegungen sinnvoll erscheinen.<sup>182</sup>

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Erstellung der Anlagepolitik des Infrastrukturfonds OECD Infrastructure Investment überwiegend auf quantitativer Basis abläuft. Unter Anwendung der Portfoliotheorie wird versucht, die Zielrendite der Anleger, die in den Fond investieren, bei möglichst geringem Risiko zu erreichen. Hierzu werden umfangreiche Markt- und Projektstudien durchgeführt um historische Daten zu ermitteln und Korrelationen und Abhängigkeiten zwischen Projekten zu erkennen. Auf Basis dieser Daten wird ein risikooptimales Portfolio errechnet und der Anlagepolitik zugrunde gelegt.

#### 2.2.3.1.3 *Anlagepolitik geschlossene Infrastrukturfonds*

Neben dem oben genannten, offenen Infrastrukturfond der amerikanischen Grossbank J.P. Morgan wird im Rahmen dieser Arbeit noch eine Gruppe von nicht-börsennotierten, geschlossenen Infrastrukturfonds (**Bild 15**) analysiert, die alle vom selben Finanzinvestor verwaltet werden. Da dieser Finanzinvestor sowie die interviewten Entscheidungsträger nicht namentlich genannt werden möchten, werden die geschlossenen Infrastrukturfonds anonymisiert behandelt.<sup>183</sup> Es sei jedoch erwähnt, dass der betrachtete Finanzinvestor derzeit über seine Fonds an zirka 30 Projekten beteiligt ist. Das gesamte investierte Kapitalvolumen beträgt mehr als CHF 3 Mrd.. Bei den seitens des Investors aufgelegten Fonds handelt es sich um Produkte mit fester Laufzeit von knapp 30 Jahren. Momentan sind alle Fonds des Finanzinvestors ausschliesslich in PPP-Projekten investiert. Der Grund für die bewusste Einschränkung auf PPP und die festgelegte Laufzeit ist in der Anlagepolitik zu suchen. Diese zielt darauf ab, insb. Pensionskassen als Fondinvestoren zu gewinnen. Pensionskassen suchen häufig nach langfristigen, stabilen und möglichst prognostizierbaren An-

---

<sup>181</sup> Vgl. Anhang A: J.P. Morgan Asset Management, Weisdorf, M. A. (2014), Interview

<sup>182</sup> Manche untersuchte Zielländer/Zielmärkte weisen sehr schlechte rechtliche Rahmenbedingungen für einzelne Subsektoren oder sogar für Infrastrukturprojekte im Allgemeinen auf und werden daher nicht weiter berücksichtigt (gem. Anhang A: J.P. Morgan Asset Management, Weisdorf, M. A. (2014), Interview).

<sup>183</sup> Als Informationsquellen zu den behandelten, geschlossenen Infrastrukturfonds und dem dahinter stehenden Finanzinvestor dienen Publikationen des bzw. über den analysierten Investor sowie ein mit einem Entscheidungsträger des Investors durchgeführtes, telefonisches Experteninterview.

lagemöglichkeiten, um die durch ihre Versicherungsleistungen übernommenen Verpflichtungen gut abdecken zu können.<sup>184</sup> Im Fall der analysierten Fonds wird daher eindeutig der einleitend zum Fund Raising Prozess skizzierte Fall gewählt, bei dem zuerst eine Anlagepolitik festgeschrieben und dann auf Basis dieser Anlagepolitik gezielt nach Investoren gesucht wird. Die Anlagepolitik spiegelt sich in weiterer Folge auch in den Mandaten wider, die die Anleger, welche in die Fonds investieren, unterzeichnen. Die analysierten geschlossenen Fonds sind durch diese Mandate verpflichtet, die Anlagepolitik umzusetzen und nach Infrastrukturprojekten zu suchen, die durch den Rahmen der Mandate umfasst sind. Die in den Mandaten verankerte Anlagepolitik beschreibt im Wesentlichen die potentiellen Zielländer und Zielmärkte sowie die Sektoren/Subsektoren inkl. Cashflow-Risikoprofil und Vertragsmodell der Projekte, in die investiert werden soll.<sup>185</sup>

Betreffend der in Betracht kommenden Sektoren/Subsektoren stehen Projekttypen mit möglichst stabilen Cashflows im Fokus. Aus diesem Grund wird vorwiegend in Projekte der Strassen- und Schieneninfrastruktur (Autobahnen, Strassennetze, Tunnel, Eisenbahnstrecken, etc.) mit (zumindest teilweise) festem Vergütungsanteil und in soziale Infrastrukturprojekte (Universitäten, Spitäler, Justizgebäude, u. a. m.) investiert. Trotz der Bestrebung nach möglichst stabilen Cashflows wird zum überwiegenden Teil in Neubauprojekte investiert und das Investment häufig bereits zu Beginn des Projektes getätigt. Daher ist der analysierte Finanzinvestor – wie dies auch bei industriellen, strategischen Investoren der Fall ist (Kapitel 2.1) – meist bereits in den Akquisitionsprozess und die Bauphase (**Bild 6**) der Projekte eingebunden. Der Grund für den im Vergleich zu anderen Finanzinvestoren frühzeitigen Einstieg liegt laut Aussage seitens eines Entscheidungsträgers einerseits in der Möglichkeit der bewussten Steuerung des Projektes und andererseits in einem insgesamt höheren Renditepotential, als dies bei einem Einstieg in Projekte nach Abschluss der Bauphase der Fall wäre.<sup>186</sup>

Wie aus den gemachten Beschreibungen ersichtlich ist, wird gemeinsam mit der Festlegung auf Sektoren/Subsektoren auch eine Zielsetzung bzgl. der Vertragsmodelle und der Cashflow-Risikoprofile in der Anlagepolitik verankert. So sollen etwa zwei Drittel des investierten Kapitals in Neubauprojekte<sup>187</sup> und ein Drittel in Projekte, die sich bereits in Betrieb befinden<sup>188</sup>, investiert werden. Zudem sollen zwei Drittel der Investitionen in Projekte mit sehr stabilen, vertraglich weitgehend fest definierten Einnahmeströmen und ein Drittel in Projekte mit nutzerabhängigen Einnahmeströmen investiert werden. Diese Aufteilungen werden auf Basis von Sensitivitätsanalysen

---

<sup>184</sup> Vgl. unter Bezugnahme auf weitere dort genannte Quellen BOLL, P. (Investitionen in Public-Private-Partnership-Projekte 2007) S. 136f

<sup>185</sup> Vgl. Anhang A: geschlossene Infrastrukturfonds, Entscheidungsträger (2014), Interview

<sup>186</sup> Vgl. Anhang A: geschlossene Infrastrukturfonds, Entscheidungsträger (2014), Interview

<sup>187</sup> Sog. „Greenfield-Projekte“, vgl. Fussnote 110

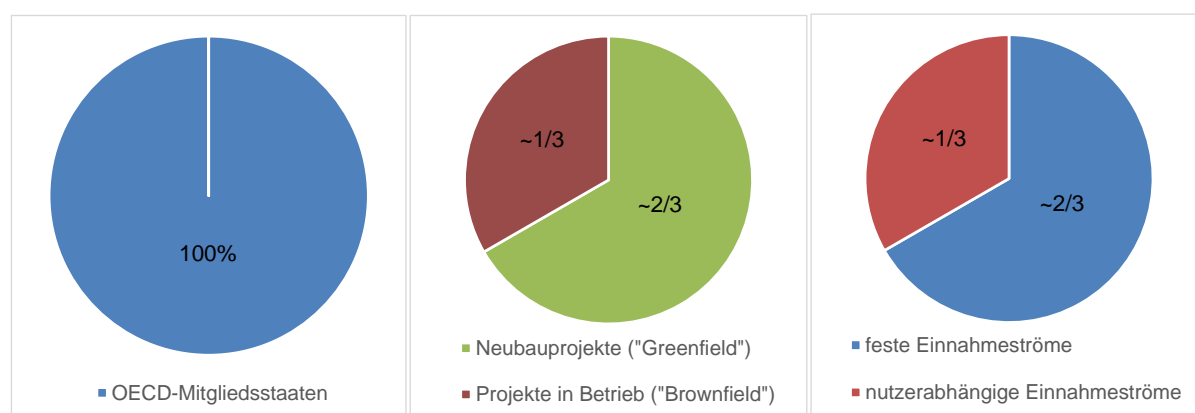
<sup>188</sup> Sog. „Brownfield-Projekte“, vgl. Fussnote 111



festgelegt. Ziel dieser Analysen ist es herauszufinden, inwiefern ein schlecht laufendes Projekt aus einem der genannten Bereiche negative Auswirkungen auf das gesamte Portfolio haben könnte. Auf die Anwendung der Portfoliotheorie, wie dies etwa im zuvor genannten Beispiel bei einem offenen Infrastrukturfond (Kapitel 2.2.3.1.2) der Fall ist, wird im Falle der analysierten geschlossenen Infrastrukturfonds verzichtet.<sup>189</sup>

Bezüglich der Zielländer und Zielmärkte richten sich alle von dem analysierte Finanzinvestor aufgelegten Fonds entsprechend der Mandate ausschliesslich auf Mitgliedsstaaten der OECD, wobei einzelne Länder bewusst ausgeklammert werden. Der Hauptfokus innerhalb der OECD-Mitgliedsstaaten richtet sich auf Projekte in den USA, in Kanada sowie in Westeuropa. Eine prozentuale Festlegung, wieviel in Projekte in den einzelnen Ländern/Regionen investiert werden soll, wird auf Grund der starken Einschränkungen bei den Sektoren/Subsektoren inkl. Cashflow-Risikoprofilen und Vertragsmodellen nicht vorgenommen. Die Anzahl an potentiell interessanten Projekten ist durch die gemachten Restriktionen ohnehin stark dezimiert. Zudem kommen als Folge der Finanzmarktkrise derzeit vergleichsweise wenige neue PPP-Projekte auf den Markt.<sup>190</sup>

Die Anlagepolitik ist in den nachfolgender Grafik im Überblick dargestellt.



**Bild 20:** Anlagepolitik geschlossene Infrastrukturfonds (Bsp. N.N.)<sup>191</sup>

### 2.2.3.2 *Investment Prozess: Identifikation von Beteiligungen – Screening*

Im Rahmen der Identifikation von Beteiligungen – im Englischen ist hierfür der Begriff „Screening“ gebräuchlich<sup>192</sup> – geht es darum, aufbauend auf die Anlagepolitik und basierend auf bestimmten Kriterien einzelne geeignete Infrastrukturprojekte für ein

<sup>189</sup> Vgl. Anhang A: geschlossene Infrastrukturfonds, Entscheidungsträger (2014), Interview

<sup>190</sup> Vgl. Anhang A: geschlossene Infrastrukturfonds, Entscheidungsträger (2014), Interview

<sup>191</sup> Eigene Darstellung auf Basis von Anhang A: geschlossene Infrastrukturfonds, Entscheidungsträger (2014), Interview

<sup>192</sup> Vgl. RIEBELING, K.-H. (Eigenkapitalbeteiligungen PPP 2009) S. 22

Investment zu identifizieren. Als wesentlichste Kriterien für diese Phase nennt RIEBELING (2009) S. 123:

- das Cashflow-Risikoprofil des Infrastrukturprojektes,
- das Investitionsvolumen des Infrastrukturprojektes,
- den Subsektor innerhalb eines Sektors von Infrastrukturprojekten<sup>193</sup> und
- das jeweilige Vertragsmodell des Infrastrukturprojektes.

Das Cashflow-Risikoprofil wird stark durch den Zeitpunkt des Einstieges und die Verweildauer in einem Projekt bestimmt.<sup>194</sup> Während der Bauphase treten hohe Herstellungsrisiken auf, denen zunächst – zumindest bei Neubauten – keine Einnahmen gegenüberstehen.<sup>195</sup> Aus diesem Grund erwägen viele Investoren erst den Einstieg in ein Projekt nach dessen baulicher Fertigstellung. Zudem hängt das Cashflow-Risikoprofil von der Art des Projektes (Strasse, Schiene, etc.)<sup>196</sup> und den vertraglich an den privaten PPP-Partner übertragenen Risiken ab (nutzerabhängige Einnahmen oder feste Verfügbarkeitszahlungen).

Des Weiteren spielt das Volumen des Investments eine entscheidende Rolle bei der Auswahl. Manche Finanzinvestoren streben aus strategischen und buchhalterischen Überlegungen eher Minderheitsbeteiligungen mit kleiner 50 Prozent des gesamten Eigenkapitals an einem Projekt an. Andere Finanzinvestoren sichern sich bewusst eine Beteiligung mit grösser 50 Prozent, um dadurch auch ein grösseres Mass an Einflussnahme in der Projektgesellschaft zu erreichen.<sup>197</sup> RIEBELING (2009) S. 123 nennt im Zusammenhang mit den in Folge einer Eigenkapitalbeteiligung von Finanzinvestoren auftretenden Transaktionskosten ein Mindestinvestitionsvolumen von EUR 5 Mio. (CHF 5.2 Mio.). Bei Infrastrukturprojekten liegt die Höhe des Eigenkapitalinvestments von Finanzinvestoren i. d. R. jedoch deutlich höher.

Der Subsektor innerhalb eines Sektors von Infrastrukturprojekten spezifiziert dieses genauer und gibt Auskunft über die ungefähr zu erwartenden Risiken, da in Abhängigkeit vom Sektor bzw. noch spezifischer vom Subsektor des Projektes verschiedene Risikoprofile typisch und daher zu unterscheiden sind. **Bild 2** zeigt einen Überblick über Sektoren und Subsektoren von Infrastrukturprojekten, die für Finanzinvestoren potentielle Investmentmöglichkeiten darstellen. Die Sektoren sind in der Grafik blau hinterlegt. Die Auflistungen darunter entsprechen den Subsektoren.

<sup>193</sup> Beispielsweise wäre hier „Soziale Infrastruktur“ ein Sektor von Infrastrukturprojekten. Innerhalb dieses Sektors kann wiederum zwischen mehreren Subsektoren unterschieden werden. Soziale Infrastrukturprojekte lassen so etwa in die Subsektoren „Öffentliche Verwaltung“, „Sicherheit“, „Bildung“, „Gesundheit“ und „Sport und Kultur“ unterteilen (vgl. RIEBELING, K.-H. (Eigenkapitalbeteiligungen PPP 2009) S. 136).

<sup>194</sup> Vgl. RIEBELING, K.-H. (Eigenkapitalbeteiligungen PPP 2009) S. 123

<sup>195</sup> Vgl. hierzu etwa FIRMENICH, J. (Risikoallokation und Risikotragfähigkeit PPP 2014) S. 237ff bzw. WEBER, B. UND ALFEN, H. W. (Infrastructure as an Asset Class 2010) S. 16f

<sup>196</sup> Vgl. WEBER, B. UND ALFEN, H. W. (Infrastructure as an Asset Class 2010) S. 81ff

<sup>197</sup> Vgl. RIEBELING, K.-H. (Eigenkapitalbeteiligungen PPP 2009) S. 34

Das Vertragsmodell<sup>198</sup> spezifiziert das durch einen Subsektor von Infrastrukturprojekten faktisch gegebene Risikoprofil weiter und gibt einen Eindruck über die wichtigsten vertraglichen Eckpunkte wie Eigentumsverhältnisse zu Beginn und zum Ende der Vertragslaufzeit, eine vorab festgelegte Verteilung wichtiger Risiken (beispielsweise das Verkehrsmengenrisiko) und andere Kernmerkmale eines Projektes.<sup>199</sup>

Nachfolgend werden drei praktische Beispiele für den Screening-Prozess bei Finanzinvestoren gegeben und die dabei angewandten Kriterien betrachtet.

#### 2.2.3.2.1 *Screening Versicherungsgesellschaft*

Das Ergebnis der Festlegung der Anlagepolitik, in der potentielle Zielländer/Zielmärkte sowie für das Unternehmen interessante Sektoren identifiziert wurden, mündet am Beispiel der MEAG in Vorschlägen für potentielle Projekte. Im nachfolgenden Schritt werden diese vorausgewählten Projekte eingehender analysiert.<sup>200</sup> Dabei werden die vier von RIEBELING (2009) S. 123 identifizierten und oben bereits allgemein beschriebenen Kriterien verwendet.

Passend zur risikoaversen Ausrichtung der MEAG zielt man vor allem auf Investments mit einem stabilen und gut vorhersehbaren Cashflow-Profil ab, deren Zielrendite eine entsprechende Deckung der mittels Versicherungsverträgen übernommen Risiken gewährleistet.<sup>201</sup> Aus diesem Grund wird derzeit überwiegend in Projekte investiert, die sich bereits in Betrieb befinden und bei denen belastbare, quantitative Daten über die Einnahmeströme vorliegen. Ein Einstieg in Projekte ab Projektbeginn ist zwar grundsätzlich denkbar, wobei dann nur Projekte in Frage kommen würden, die auf Grund ihres Sektors/Subsektors und ihres Vertragsmodells sehr stabile Cashflows aufweisen (beispielsweise Projekte mit festen Verfügbarkeitsentgelten) und dadurch ebenso gut prognostizierbar sind.<sup>202</sup>

Das Investitionsvolumen bei den für ein Investment in Frage kommenden Infrastrukturprojekten sollte im Falle der MEAG idealerweise zwischen EUR 75 Mio. (CHF 79 Mio.) und EUR 200 Mio. (CHF 210 Mio.) betragen, wobei Minderheitsbeteiligungen kleiner 50 Prozent bevorzugt werden.<sup>203</sup>

Grundsätzlich ist für die MEAG ein Investment in alle Sektoren und Subsektoren von Infrastrukturprojekten denkbar. Passend zur Unternehmensstrategie richtet sich der Fokus aber auf Projekte aus dem Sektor Energie und hierbei grösstenteils auf die Subsektoren Windenergie, Solarenergie sowie Versorgungsnetze.<sup>204</sup>

<sup>198</sup> Beispielsweise A-Modell und F-Modell für Strassenprojekte (vgl. STRICK, S. (A- und F-Modelle 2008)), Verfügbarkeitsmodell für Strassenprojekte (vgl. SCHWENZER, T. (Verfügbarkeitsmodell für mehr Effizienz 2008)), diverse Modelle für Strassennetze (vgl. JASPER, U. UND ARNOLD, H. (Kommunale Strassen in NRW 2008)) u. v. a. m.

<sup>199</sup> Vgl. RIEBELING, K.-H. (Eigenkapitalbeteiligungen PPP 2009) S. 124

<sup>200</sup> Vgl. MEAG MUNICH ERGO ASSETMANAGEMENT GMBH (Infrastructure 2014) S. 5

<sup>201</sup> Vgl. MEAG MUNICH ERGO ASSETMANAGEMENT GMBH (Infrastructure 2014) S. 8

<sup>202</sup> Vgl. Anhang A: MEAG MUNICH ERGO AssetManagement GmbH (2014), Interview

<sup>203</sup> Vgl. MEAG MUNICH ERGO ASSETMANAGEMENT GMBH (Infrastructure 2014) S. 8

<sup>204</sup> Vgl. MEAG MUNICH ERGO ASSETMANAGEMENT GMBH (Infrastructure 2014) S. 7, 11, 12

Zusätzlich zu den vier oben genannten Kriterien wird seitens der MEAG im Screening Prozess – soweit möglich – auf eine Verteilung der Projekte über die ausgewählten Zielländer/Ziellmärkte und Sektoren geachtet, um zumindest auf qualitative Weise Diversifikationseffekte zu ermöglichen.<sup>205</sup>

#### 2.2.3.2.2 *Screening offener Infrastrukturfond*

Die Erstellung der Anlagepolitik beim betrachteten offenen Infrastrukturfond erfolgt mehrheitlich auf Basis quantitativer Daten. Aus diesem Grund ist bereits in der Erstellung der Anlagepolitik notwendigerweise ein hoher Detaillierungsgrad gegeben. Dieser wird in der Stufe des Screenings weiter verfeinert.

In der Auswahl konkreter Projekte wird die Anlagepolitik herangezogen und darauf geachtet, in welchen Regionen und in welchen Sektoren/Subsektoren Projekte akquiriert werden sollen, um die auf Basis der Portfoliotheorie errechnete, prozentuale Verteilung einzuhalten. Entsprechend der Anlagepolitik sollen 40 bis 60 Prozent in Infrastrukturprojekte mit festen Einnahmeströmen (beispielsweise Projekte der Wasserver- und Abwasserentsorgung, der Telekommunikation sowie Stromversorgungsnetze), 40 bis 60 Prozent in Infrastrukturprojekte mit Korrelation zum BIP (beispielsweise Strasseninfrastrukturprojekte oder Flughäfen) und 0 bis 20 Prozent in Projekte aus dem Bereich der Energieerzeugung investiert werden (**Bild 19**).<sup>206</sup>

Zudem wird im Zuge des Screenings das Cashflow-Risikoprofil in Zusammenhang mit dem Vertragsmodell des Projektes betrachtet und analysiert, ob ein Projekt die in der Anlagepolitik formulierten Ziele einhält und ob die vertraglichen und allgemeinen rechtlichen Rahmenbedingungen sinnvoll für ein Investment sind. Auf Grund der Ausrichtung des Fonds, wird vornehmlich in Projekte investiert, bei denen die Bauphase bereits abgeschlossen ist. Grundsätzlich ist aber auch ein Investment ab Beginn eines Projektes denkbar.<sup>207</sup>

Das Investitionsvolumen bei den für ein Investment in Frage kommenden Infrastrukturprojekten ist im Fall des betrachteten Fonds durch interne Verordnungen nach oben reglementiert, um den Diversifikationseffekt nicht durch zu grosse Investments zu verringern und die personellen Ressourcen nicht zu überlasten. Das Investitionsvolumen eines einzelnen Projektes darf daher nicht mehr als 20 Prozent des gesamten Fondvermögens betragen. Zudem sind die Investitionsvolumina, die insgesamt in einen Subsektor bzw. in eine Region investiert werden dürfen, durch prozentuale Vorgaben aus der Anlagepolitik reglementiert, wodurch sich bei bereits bestehenden Projekten in einer Region bzw. in bestimmten Subsektoren zusätzliche Einschränkungen ergeben können. Nach unten gibt es keine verordneten Grenzen, jedoch wurden unternehmensinterne Richtwerte für Mindestinvestments festgelegt, die auf Grund der

<sup>205</sup> Vgl. MEAG MUNICH ERGO ASSETMANAGEMENT GMBH (Infrastructure 2014) S. 8

<sup>206</sup> Vgl. Anhang A: J.P. Morgan Asset Management, Weisdorf, M. A. (2014), Interview

<sup>207</sup> Vgl. Anhang A: J.P. Morgan Asset Management, Bahçeci, S. (2014), Interview

üblicherweise im Zusammenhang mit solchen Projekten anfallenden, hohen Transaktionskosten nicht unterschritten werden sollen.<sup>208</sup>

Bei der Suche nach Investmentmöglichkeiten steht eine optimale Nutzung des Diversifikationseffektes im Zentrum der Betrachtungen. Jedes neue Projekt muss sich in das Bestandsprojektportfolio einfügen und einen Beitrag dazu leisten, dass die angestrebte Zielrendite langfristig mit möglichst geringem Risiko erreicht werden kann. So ist für jedes potentielle Projekt eine Checkliste auszufüllen und zu bewerten, wie sich das neue Projekt in das bestehende Portfolio integrieren würde und welche Auswirkungen eine Beteiligung auf das bestehende Projektportfolio hätte.<sup>209</sup>

### 2.2.3.2.3 *Screening geschlossene Infrastrukturfonds*

Durch die Anlagepolitik und den auf deren Basis ausgestellten Mandaten ist bereits eine starke Einschränkung in regionaler Hinsicht sowie bezüglich der in Frage kommenden Sektoren/Subsektoren gegeben. Demnach stehen Projekttypen mit stabilen Cashflows im Zentrum der Betrachtung. Vorwiegend wird daher in Projekte der Strassen- und Schieneninfrastruktur (Autobahnen, Strassennetze, Tunnel, Eisenbahnstrecken, etc.) mit festem Vergütungsanteil sowie in soziale Infrastrukturprojekte (Universitäten, Spitäler, Justizgebäude, u. a. m.) investiert. Weitere Einschränkungen ergeben sich aus den in den Mandaten verankerten Vorgaben hinsichtlich des Cashflow-Risikoprofils und der Vertragsmodelle. So sollen zwei Drittel der akquirierten Projekte Neubauprojekte sein (**Bild 20**). Wie man hieraus sieht, werden einerseits die Sektoren/Subsektoren bereits gemeinsam mit dem Cashflow-Risikoprofil betrachtet und andererseits werden die angestrebten Vertragsmodelle miterfasst.<sup>210</sup>

Solange in den analysierten geschlossenen Infrastrukturfonds Kapital für neue Projekte verfügbar ist, sind alle in den Zielländern/Zielmärkten auf den Markt kommenden Projekte, die die Vorgaben der Mandate erfüllen, potentiell für ein Investment interessant. Der hinter den Fonds stehende Finanzinvestor prüft in weiterer Folge ein potentiell zukünftiges Projekt auf Basis aller vorliegenden Daten so genau wie möglich, um mit dem Projekt in Zusammenhang stehende Risiken, die einen Erfolg des Investments gefährden könnten, frühzeitig zu erkennen. Zudem werden die in dem betreffenden Land des Projektes geltenden, rechtlichen Rahmenbedingungen geprüft und die Umwelt- und Sozialverträglichkeit entsprechend der unternehmensinternen Vorgaben („Environmental and Social Governance“) bewertet.<sup>211</sup>

Das Investitionsvolumen bei den für ein Investment in Frage kommenden Infrastrukturprojekten ist im Fall der analysierten geschlossenen Infrastrukturfonds durch in-

<sup>208</sup> Vgl. Anhang A: J.P. Morgan Asset Management, Weisdorf, M. A. (2014), Interview

<sup>209</sup> Vgl. Anhang A: J.P. Morgan Asset Management, Bahçeci, S. (2014), Interview

<sup>210</sup> Vgl. Anhang A: geschlossene Infrastrukturfonds, Entscheidungsträger (2014), Interview

<sup>211</sup> Vgl. Anhang A: geschlossene Infrastrukturfonds, Entscheidungsträger (2014), Interview

terne Verordnungen nach unten reglementiert. Das Minimalvolumen der Projekte entspricht EUR 10 Mio. (CHF 10.4 Mio.). Ein regulatorisch festgelegtes, maximales Investitionsvolumen existiert nicht, allerdings wird darauf geachtet, dass zur Vermeidung von „Klumpenrisiken“ nicht mehr als 10 bis 15 Prozent der Fondvolumina in ein Projekt investiert werden. Sollte ein Projekt die Vorgaben der Anlagepolitik besonders gut erfüllen, jedoch die angestrebte Maximalgröße von 10 bis 15 Prozent übersteigen, so wird primär nach Co-Investoren gesucht, um den prozentualen Anteil der Beteiligung an einem Projekt zu verringern. Die analysierten geschlossenen Infrastrukturfonds sind dann grundsätzlich bereit, Minderheitsbeteiligungen von kleiner 50 Prozent eines Projektes zu übernehmen.<sup>212</sup>

Neben den genannten vier Kriterien Cashflow-Risikoprofil, Investitionsvolumen, Subsektor und Vertragsmodell werden Sensitivitätsbetrachtungen dahingehend durchgeführt, inwieweit ein nicht optimal verlaufendes, neues Projekt das Potential hat, die Rendite des gesamten Portfolios negativ zu beeinflussen.<sup>213</sup>

### 2.2.3.3 *Investment Prozess: Auswahl von Konsortialpartnern*

Im Gegensatz zu industriellen, strategischen Investoren, die in der Lage sind, alle Leistungen, die zur Umsetzung eines PPP-Projektes erforderlich sind, selbst zu erbringen, sind Finanzinvestoren auf Partner angewiesen, die die realwirtschaftlichen Teile der Leistung (Bauleistungen, Betriebsleistungen, Erhaltungsleistungen) und ggf. auch Teile der Finanzierungsleistung erbringen.

Steigt ein Finanzinvestor erst nach der Bauphase oder im weiteren Projektverlauf in ein Projekt ein, so ist i. d. R. keine Suche nach einem Partner erforderlich. Der Finanzinvestor übernimmt dann Anteile am Eigenkapital der Projektgesellschaft ganz oder teilweise von anderen am Projekt beteiligten Finanzinvestoren oder industriellen, strategischen Investoren. Die Suche nach Konsortialpartnern spielt in diesem Fall meist keine Rolle.

In dem Fall, in dem ein Finanzinvestor bereits zu Beginn eines Projektes einsteigt, sind drei Szenarien denkbar:

- 1) der Finanzinvestor initiiert die Teilnahme am Vergabeprozess und macht sich aktiv auf die Suche nach Konsortialpartnern,
- 2) der Finanzinvestor wird von industriellen, strategischen Investoren oder anderen Finanzinvestoren kontaktiert und zur Beteiligung an einem bereits bestehenden Konsortium eingeladen, oder

---

<sup>212</sup> Vgl. Anhang A: geschlossene Infrastrukturfonds, Entscheidungsträger (2014), Interview

<sup>213</sup> Vgl. Anhang A: geschlossene Infrastrukturfonds, Entscheidungsträger (2014), Interview

- 3) ein Finanzinvestor und ein industrieller, strategischer Investor schliessen sich langfristig zu einer Partnerschaft zusammen, wählen gemeinsam Projekte aus und bewerben sich gemeinsam um diese Projekte<sup>214</sup>.

Bei der Auswahl eines Konsortialpartners spielen in Hinsicht auf das hohe Investitionsvolumen und die lange Vertragslaufzeit insb. die folgenden Kriterien eine Rolle:<sup>215</sup>

- die technische Leistungsfähigkeit,
- die wirtschaftliche/finanzielle Leistungsfähigkeit,
- die Wettbewerbsfähigkeit und
- die Nähe zum Projekt und zur ausschreibenden Stelle.

Wie man aus diesen Kriterien erkennen kann, werden in der Auswahl der Partner sowohl qualitative Kriterien (technische Leistungsfähigkeit, Wettbewerbsfähigkeit, Nähe zum Projekt) als auch quantitative Kriterien (wirtschaftliche/finanzielle Leistungsfähigkeit) einbezogen.<sup>216</sup>

Normalerweise ist es dem Finanzinvestor ein Anliegen, vor dem Hintergrund der hohen Angebotserstellungskosten<sup>217</sup>, die Wahrscheinlichkeit für einen Zuschlag so weit wie möglich zu erhöhen. Zudem sollten schon frühzeitig im Konsortialbildungsprozess projekt- und angebotsstrategische Überlegungen und Zielsetzungen einbezogen werden, da eine Kongruenz der Ziele die Entscheidungsfindung im Konsortium deutlich erleichtert. Dabei sind vor allem die Höhe und zeitliche Verteilung der angestrebten Renditen zu nennen.<sup>218</sup>

Da zwei der analysierten Finanzinvestoren primär in Infrastrukturprojekte nach Abschluss der Bauphase investieren (vgl. Kapitel 2.2.3.2.1 bzw. 2.2.3.2.2), stellt sich für diese die Frage nach der Auswahl der Konsortialpartner nicht. Der dritte analysierte Finanzinvestor (Kapitel 2.2.3.2.3) steigt bevorzugt bereits im Akquisitionsprozess in PPP-Projekte ein und ist zur erfolgreichen Akquisition und Realisierung dieser Projekte auf Konsortialpartner angewiesen. Für den Ablauf der Konsortialpartnerauswahl sind alle drei oben genannten Szenarien denkbar. Die Auswahl der Konsortialpartner verläuft analog der oben beschriebenen Kriterien.<sup>219</sup>

---

<sup>214</sup> Vgl. BAM PPP (About Us 2012)

<sup>215</sup> Vgl. RIEBELING, K.-H. (Eigenkapitalbeteiligungen PPP 2009) S. 125 bzw. HOFMANN, A. (PPP-Verfahren aus Bietersicht 2008) S. 32

<sup>216</sup> Vgl. Anhang A: Geschlossene Infrastrukturfonds, Entscheidungsträger (2014), Interview

<sup>217</sup> Vgl. STOLZE, S.-F. (Honorierung der Angebotserstellung bei PPP-Projekten 2008) S. 73f

<sup>218</sup> Vgl. Anhang A: Geschlossene Infrastrukturfonds, Entscheidungsträger (2014), Interview

<sup>219</sup> Vgl. Anhang A: Geschlossene Infrastrukturfonds, Entscheidungsträger (2014), Interview

#### 2.2.3.4 *Investment Prozess: Beteiligungsprüfung*

Da im Laufe des Akquisitionsprozesses die Verfügbarkeit von Informationen zu Infrastrukturprojekten stark zunimmt, kann es vorkommen, dass Projektauswahlentscheidungen auf Basis vertiefter Erkenntnisse revidiert werden müssen. Dies trifft im Speziellen auf Projekte zu, bei denen ein Einstieg zu Projektbeginn geplant ist. Um feststellen zu können, ob ein Infrastrukturprojekt auch bei Vorliegen genauerer Daten noch die mit dem Investment in Zusammenhang stehenden Ziele erfüllt, ist eine schrittweise weitere Prüfung des potentiellen Infrastrukturinvestments erforderlich. Dabei werden – ggf. unter Einbeziehung externer Fachleute – technische, finanzielle, rechtliche und steuerliche Aspekte berücksichtigt. Zudem erfolgt üblicherweise eine Einschätzung der übrigen Mitbewerber, sofern Kenntnisse über diese vorhanden sind.<sup>220</sup>

Das Kernstück der Beteiligungsprüfung bildet aus Sicht des Finanzinvestors das Finanzmodell des Projektes und die daraus hervorgehenden Projektkennzahlen. Das Finanzmodell beinhaltet alle vorliegenden Kosten- und Einnahmendaten über die gesamte Projektlaufzeit und enthält Prognosen über die erwarteten Inflations- und Zinssentwicklungen, Wechselkurse und Risikoabschätzungen. Das Finanzmodell wird während des Akquisitionsprozesses laufend aktualisiert und mit immer exakter ermittelten Kosten- und Einnahmendaten hinterlegt. Zusätzlich werden veränderte Risikoverteilungen oder eine Anpassung des PPP-Vertrages im Zuge der Verhandlungen im Finanzmodell entsprechend abgebildet.

Die aus dem Finanzmodell gewonnenen Projektkennzahlen werden i. d. R. gebündelt und verschiedenen Entscheidungsgremien vorgelegt, die über die weitere Beteiligung am Akquisitionsprozess des Infrastrukturprojektes befinden. Wie dieser Entscheidungsprozess bei den drei analysierten Finanzinvestoren in der Praxis aussieht, wird in der Folge beschrieben.

##### 2.2.3.4.1 *Beteiligungsprüfung Versicherungsgesellschaft*

Nachdem in der Anlagepolitik der MEAG geeignete Zielländer/Zielmärkte und Sektoren erkannt und in diesen geeignete Projekte identifiziert wurden (Kapitel 2.2.3.1.1), wurde in der Phase des Screenings auf Basis der genannten Kriterien ein konkretes Projekt vorausgewählt (Kapitel 2.2.3.2.1).

Bevor mit der Einleitung der Akquisition des vorausgewählten Projektes begonnen werden kann, muss die zuständige Risikomanagementabteilung des Versicherungsunternehmens bestätigen, dass das Projekt tatsächlich in die Anlagepolitik des Unternehmens passt und aus risikoanalytischer Sicht geeignet ist, einen entsprechenden Gegenpart zu den mit den Versicherungsverträgen eingegangenen Risiken zu

---

<sup>220</sup> Vgl. RIEBELING, K.-H. (Eigenkapitalbeteiligungen PPP 2009) S. 126



bilden. Sobald die Zustimmung der Risikomanagementabteilung erfolgt ist, kann mit dem eigentlichen Akquisitionsprozess begonnen werden.<sup>221</sup>

Während dieses Akquisitionsprozesses erfolgt auf Basis der nun im Detail vorliegenden Projektdokumente eine vertiefte Prüfung des Projektes, eine Prognose bzw. Analyse der Einnahmeströme sowie eine Überprüfung und Bewertung der zu übernehmenden Risiken. Mit dem Prinzip der doppelten Vorsicht werden die mit einem Infrastrukturprojekt in Zusammenhang stehenden Verpflichtungen und Risikoerwartungen nicht nur von dem zuständigen Projektteam betrachtet, sondern auch von Fachabteilungen des Unternehmens oder ggf. auch externen Fachkräften „durchleuchtet“. Diese Phase der „Durchleuchtung“ bzw. Überprüfung einer potentiellen Beteiligung wird in der Praxis häufig als „Due Diligence“ bezeichnet.<sup>222</sup> Bei der MEAG werden dabei Fachabteilungen aus den Bereichen Recht, Steuern, Rechnungswesen und Risikomanagement beigezogen. Diese Fachabteilungen geben nach Prüfung des Projektes eine schriftliche Stellungnahme und eine Einschätzung zum geplanten Infrastrukturinvestment ab und reichen dieses bei der Geschäftsführersitzung der MEAG ein. Stimmt dieses Gremium dem Angebot und dem damit in Verbindung stehenden Investment zu, wird ein Kurzabriss des Projektes an die zuständigen Vorstände der Unternehmung gegeben, die in letzter Instanz über die Abgabe des Angebotes entscheiden („Investment Decision“).<sup>223</sup> Bei gestaffelten Akquisitionsprozessen, die in mehreren Phasen ablaufen, laufen auch diese Genehmigungsprozesse repetitiv ab.

#### 2.2.3.4.2 *Beteiligungsprüfung offener Infrastrukturfond*

Im Zuge des Akquisitionsprozesses werden die in der Phase der Screenings mittels Checkliste evaluierten Parameter auf Basis neuer Erkenntnisse weiter verfeinert, überprüft und notwendigenfalls angepasst. Im Zentrum stehen dabei jeweils portfoliotheoretische Überlegungen. Es wird daher fortschreitend überprüft, welche Auswirkungen ein neues Projekt auf das Bestandsprojektportfolio haben kann. Diese Überprüfung findet vierteljährlich statt und führt sowohl alle Bestandsprojekte als auch alle potentiell neuen Projekte in ein potentiell zukünftiges Gesamtportfolio zusammen.<sup>224</sup>

In den Prozess der Beteiligungsprüfung sind mehrere Abteilungen des Unternehmens eingebunden, wobei alle Abteilungen zustimmen müssen, um mit dem Akquisitionsprozess voranschreiten zu können. Beim betrachteten Fond sind insb. die Abteilung, die für die Erhebung der quantitativen Markt- und Projektdaten zuständig ist, die Portfoliomanager und die für Bestandsprojekte zuständige Abteilung eingebunden.<sup>225</sup>

<sup>221</sup> Vgl. MEAG MUNICH ERGO ASSETMANAGEMENT GMBH (Infrastructure 2014) S. 5 bzw. Anhang A: MEAG MUNICH ERGO AssetManagement GmbH (2014), Interview

<sup>222</sup> Vgl. MEAG MUNICH ERGO ASSETMANAGEMENT GMBH (Infrastructure 2014) S. 5 bzw. VOLKART, R. (Corporate Finance 2011) S. 1120ff

<sup>223</sup> Vgl. MEAG MUNICH ERGO ASSETMANAGEMENT GMBH (Infrastructure 2014) S. 5 bzw. Anhang A: MEAG MUNICH ERGO AssetManagement GmbH (2014), Interview

<sup>224</sup> Vgl. Anhang A: J.P. Morgan Asset Management, Bahçeci, S. (2014), Interview

<sup>225</sup> Vgl. Anhang A: J.P. Morgan Asset Management, Bahçeci, S. (2014), Interview

#### 2.2.3.4.3 *Beteiligungsprüfung geschlossene Infrastrukturfonds*

Entsprechend der Anlagepolitik, die eine verstärkte Investition in Neubauprojekte ab deren Beginn vorsieht, versuchen die analysierten geschlossenen Infrastrukturfonds Projekte im Akquisitionsprozess sowie in den Verhandlungen mit den öffentlichen Partnern bewusst so zu strukturieren, dass die Renditeziele der Anleger mit möglichst geringem Risiko erreicht werden können.

Ein Ausstieg aus einem Projekt während des Akquisitionsprozesses ist auf Grund der detaillierten Prüfung vor Beginn eines Projektes selten. Nichtsdestotrotz wird während des Akquisitionsprozesses eine vertiefte Prüfung der Ausschreibungsunterlagen, eine Prognose bzw. Analyse der Einnahmeströme sowie eine Überprüfung und Bewertung der zu übernehmenden Risiken auf Basis der nun im Detail vorliegenden Projektdokumente vorgenommen. Sollte sich während des Akquisitionsprozesses das Risikoprofil eines Projektes ändern und deswegen den durch die Mandate vorgegebenen Rahmen nicht mehr einhalten, ist ein Ausstieg die logische Konsequenz.

Eine Überprüfung über die Einhaltung des durch die Mandate vorgegebenen Rahmens erfolgt üblicherweise vor Abgabe bindender Angebotsunterlagen, also vor Abgabe des ersten Angebotes bzw. vor Abgabe des BAFO.<sup>226</sup>

Die weiteren Schritte im Beteiligungsprozess von Finanzinvestoren, die sich mit dem Monitoring Prozess und dem Exit Prozess beschäftigten (**Bild 16**), werden hier nicht weiter betrachtet, da sie nicht mehr zum Projektselektionsprozess gehören und somit nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit sind.

### 2.2.4 **Zusammenfassung der Projektselektion von Finanzinvestoren**

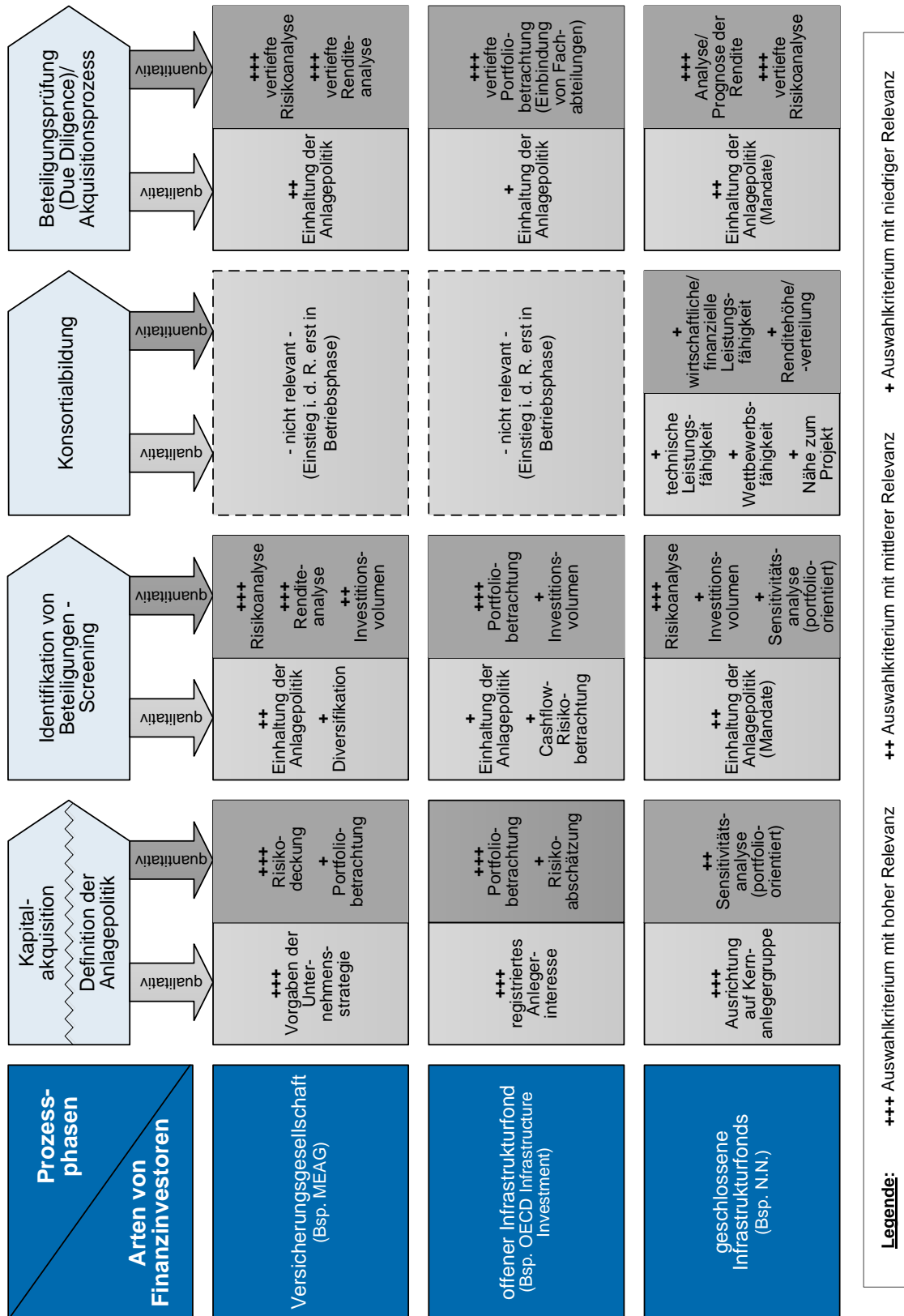
In den vorangehenden Unterkapiteln wurden Beispiele für den Projektselektionsprozess von Finanzinvestoren, die in Infrastrukturprojekte investieren, analysiert. Ziel des Kapitels war es dabei nicht, eine vollumfängliche Darstellung aller angewandten Projektselektionsprozesse wiederzugeben. Vielmehr wurde ein guter, repräsentativer Querschnitt durch die derzeit in der Praxis bei unterschiedlichen Finanzinvestoren angewandten Projektselektionsprozesse angestrebt. Dieses Ziel konnte durch die eingehende Analyse einer Versicherungsgesellschaft, eines offenen Infrastrukturfonds sowie geschlossener Infrastrukturfonds, die gemeinsam von einem Finanzinvestor gemanagt werden, erreicht werden. Die drei analysierten Finanzinvestoren sind in ihrer grundlegenden Zielsetzung sowie den angewandten Kriterien zur Erreichung einer Projektauswahlentscheidung durchaus unterschiedlich und führten somit

---

<sup>226</sup> Vgl. Anhang A: geschlossene Infrastrukturfonds, Entscheidungsträger (2014), Interview

zu einem Spektrum an Parametern und Analyseinstrumenten, die mitunter in adaptierter Weise auch für die Anwendung im PPP-Projektselektionsprozess bei Bauunternehmen geeignet sind.

**Bild 21** stellt den grundsätzlichen Ablauf des Projektselektionsprozesses sowie die entscheidungsrelevanten qualitativen und quantitativen Kriterien für jeden der drei analysierten Finanzinvestoren im Überblick dar. Im Folgenden werden die Analyseergebnisse für alle drei betrachteten Finanzinvestoren zusammenfassend beschrieben.



**Bild 21:** Überblick über den Projektselektionsprozess bei Finanzinvestoren<sup>227</sup>

<sup>227</sup> Eigene Darstellung

#### 2.2.4.1 *Zusammenfassung Projektselektionsprozess Versicherungsgesellschaft*

Der Projektselektionsprozess der MEAG ist darauf ausgerichtet, ein Portfolio von Investments zusammenzustellen, das einen möglichst guten Gegenpart zu den durch Versicherungsverträge übernommenen Risiken bildet. Dementsprechend stark ist die Risikomanagementabteilung des Unternehmens in die Festlegung der Anlagepolitik eingebunden. Infrastrukturprojekte stellen nur einen Bruchteil aller getätigten Investments dar. Auch wenn Infrastrukturinvestments nicht mit andere Anlageformen wie etwa Wertpapieranlagen vergleichbar sind, so steht dennoch die Risikobetrachtung im Zentrum der Überlegungen und hat entsprechenden Einfluss auf die Auswahl von Zielländern/Zielmärkten, Sektoren/Subsektoren und konkreten Projekten.

Neben den genannten, quantitativen Risikobewertungen spielen auch qualitativ-subjektive Komponenten, die auf Grundlage der Unternehmensstrategie festgelegt werden, sowie qualitative Ansätze der Diversifikation eine Rolle im Selektionsprozess von Infrastrukturprojekten.

#### 2.2.4.2 *Zusammenfassung Projektselektionsprozess offener Infrastrukturfond*

Als offener Infrastrukturfond ist OECD Infrastructure Investment darauf ausgerichtet, Anleger anzusprechen, die ihr eigenes Anlageportfolio gezielt durch indirekte Infrastrukturinvestitionen (**Bild 15**) ergänzen möchten. Den Anlegern wird dabei eine angestrebte Zielrendite genannt. Die Erreichung dieser Zielrendite bei möglichst geringem Risiko unter Einhaltung der in den Anlagemandaten vorgegebenen Rahmenbedingungen stellt die oberste Maxime im Projektselektionsprozess dar. Folglich stehen Portfoliobetrachtungen zur risikominimierten Selektion von Zielländern/Zielmärkten sowie Sektoren und Subsektoren im Zentrum des Selektionsprozesses. Die Portfoliobetrachtung erfolgt rein auf quantitativer Basis unter Anwendung der Modern Portfolio Theory (MPT). Die hierfür erforderlichen Ausgangsdaten werden durch umfangreiche Markt- und Projektstudien ermittelt. Falls keine Daten verfügbar sind, werden diese auf Basis von Näherungen errechnet. Die portfoliotheoretischen Betrachtungen liefern ein optimal diversifiziertes Zielportfolio, das die Grundlage für die fondspezifische Anlagepolitik bildet. Auch in der Auswahl konkreter neuer Projekte wird deren Einfluss auf das Bestandsprojektportfolio bewertet. Das Hauptaugenmerk liegt stets auf der Betrachtung des gesamten Portfolios und weniger auf der Betrachtung des einzelnen neuen Projektes.

Der gesamte Projektselektionsprozess erfolgt so weit als möglich auf quantitativer Basis. Qualitativ-subjektive Parameter spielen zwar auch eine Rolle, sind jedoch von untergeordneter Bedeutung.

### 2.2.4.3 Zusammenfassung Projektselektionsprozess geschlossene Infrastrukturfonds

Der Projektselektionsprozess des analysierten Finanzinvestors, der sich über mehrere nicht-börsennotierte, geschlossene Infrastrukturfonds an PPP-Projekten beteiligt, ist darauf ausgerichtet, Pensionskassen als Investoren anzusprechen. Dementsprechend werden Investments in langfristige Projekte mit möglichst stabilen Cashflows angestrebt, wobei die Investitionen mehrheitlich bereits zu Beginn des Projektes stattfinden sollen. Durch die starken regionalen Einschränkungen bzw. die frühzeitige Einschränkung auf Vertragsmodelle, Cashflow-Risikoprofile und Projekttypen steht eine überschaubare Menge an potentiell geeigneten Projekten einer relativ grossen Menge an investierbarem Kapital gegenüber. Dadurch reduziert sich der Projektselektionsprozess im Wesentlichen auf eine detaillierte Prüfung, ob ein Projekt alle Vorgaben der Anlagepolitik (bzw. der Mandate der Anleger) erfüllt, sowie auf portfolioorientierte Sensitivitätsanalysen.

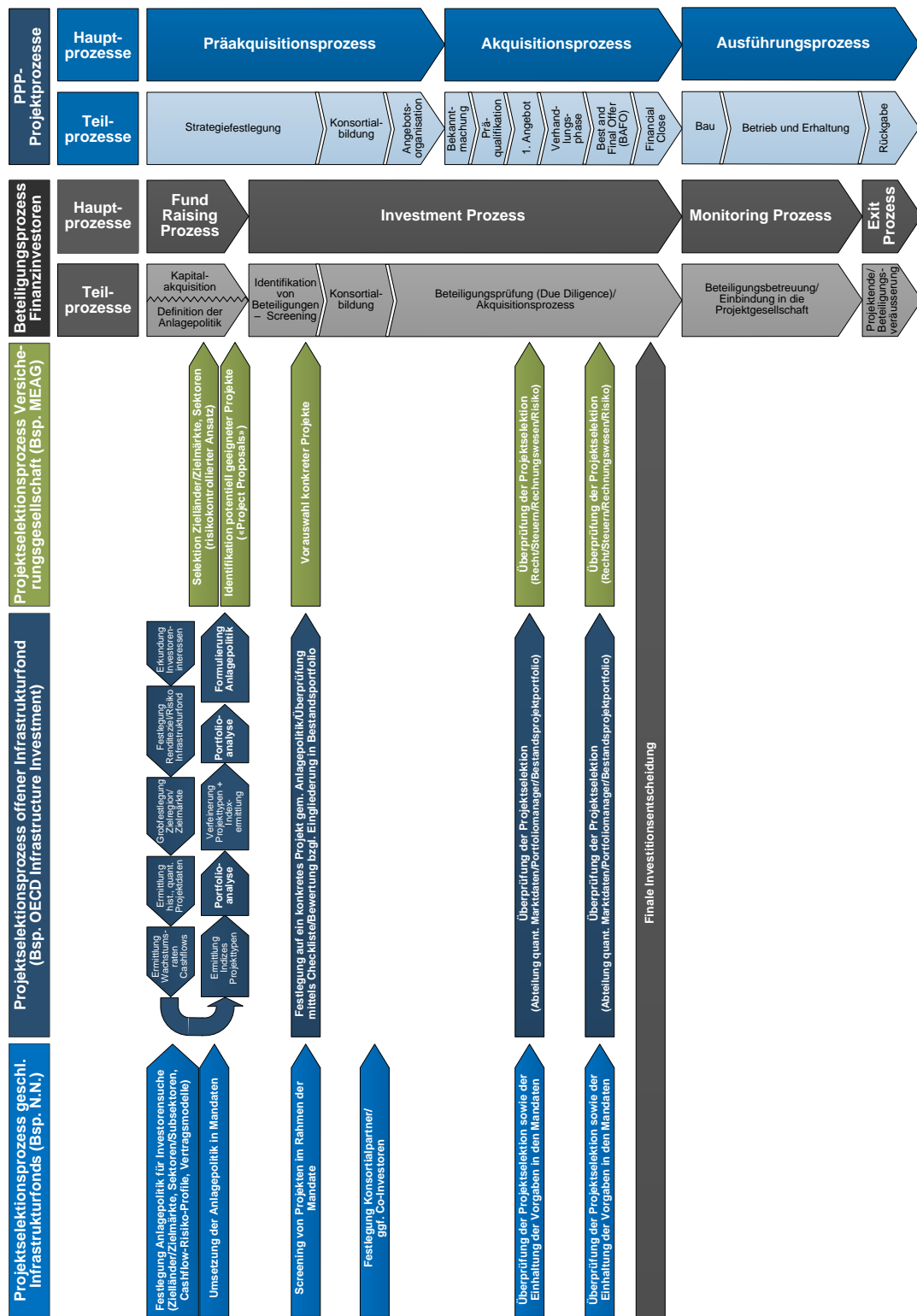
Der gesamte Projektselektionsprozess erfolgt mehrheitlich strategiegeleitet auf Basis der vordefinierten Anlagepolitik. Quantitative Analysen reduzieren sich auf die genannten Sensitivitätsbetrachtungen, wobei das gesamte Portfolio in die Beurteilung einbezogen wird.

### 2.2.4.4 Zeitlicher Ablauf der Projektselektion bei Finanzinvestoren

Um den zeitlichen Ablauf der Projektselektion bei Finanzinvestoren mit demjenigen bei Bauunternehmen, die sich an PPP-Projekten beteiligen, vergleichen zu können, (Kapitel 2.1.3.3), wird in **Bild 22** der grundsätzliche Ablauf eines PPP-Projektes (**Bild 6**) zugrunde gelegt und der allgemeine Beteiligungsprozess von Finanzinvestoren (**Bild 16**) denklogisch zugeordnet. Darauf aufbauend erfolgt die zeitliche Zuteilung der Selektionsprozesse bei den drei analysierten Finanzinvestoren.

Dabei ist erneut anzumerken, dass zwei der drei analysierten Finanzinvestoren – die betrachtete Versicherungsgesellschaft und der offene Infrastrukturfond – zwar in bauliche Infrastrukturprojekte investieren, diese Investments jedoch bislang nicht in Form von PPP-Modellen tätigen. Vor diesem Hintergrund stellt die Zuordnung der Selektionsprozesse zum Ablauf eines PPP-Projektes eine theoretische Übung dar, die in dieser Form bislang nicht praktiziert wurde. Die hier vorgenommene, denklogische Zuteilung erfolgte in Rücksprache mit Vertretern der jeweiligen Unternehmen<sup>228</sup> und ist für die Zukunft durchaus praktisch denkbar. Der dritte analysierte Finanzinvestor beteiligt sich über geschlossene Infrastrukturfonds ausschliesslich an PPP-Projekten. Der dargestellte zeitliche Ablauf ist für diesen somit gängige Praxis.

<sup>228</sup> Vgl. Anhang A: MEAG MUNICH ERGO AssetManagement GmbH (2014), Interview bzw. Anhang A: J.P. Morgan Asset Management, Weisdorf, M. A. (2014), Interview



**Bild 22:** Eingliederung der Investitionsentscheidungsprozesse von Finanzinvestoren in den allgemeinen Beteiligungsprozess sowie die Haupt- und Teilprozesse eines PPP-Projektes<sup>229</sup>

<sup>229</sup> Weitgehend eigene Darstellung; Teile der Grafik in Anlehnung an RIEBELING, K.-H. (Eigenkapitalbeteiligungen PPP 2009) S. 22, 122ff, REICHARDT, B. (Corporate Venture Capital 2005) S. 39 bzw. MEAG MUNICH ERGO ASSETMANAGEMENT GMBH (Infrastructure 2014) S. 5

### 2.2.5 Fazit zur Projektselektion bei Finanzinvestoren

Die Betrachtung verschiedener Finanzinvestoren, die Eigenkapital in Infrastrukturprojekte investieren, hat deutliche Unterschiede in den zur Anwendung gelangenden Projektselektionsprozessen gezeigt. Im Allgemeinen lässt sich festhalten, dass stets eine starke Orientierung am Kerngeschäftsfeld erkennbar ist. So steht bei einer Versicherungsgesellschaft, bei der Infrastrukturinvestitionen das Gegenstück zu den durch Versicherungsleistungen eingegangenen Risiken darstellen, die Gewährleistung einer optimalen Risikodeckung im Zentrum. Bei einem von einer Grossbank aufgelegten Infrastrukturfond richtet sich die Betrachtung hingegen auf die Erreichung einer Zielrendite bei möglichst geringem Risiko, wobei die Portfoliotheorie zielgerichtet zum Einsatz kommt, um ein risikominimiertes, optimal diversifiziertes Projektportfolio zu erreichen. Ein weiterer betrachteter Finanzinvestor hat sich darauf spezialisiert, PPP-Investmentfonds speziell für Pensionskassen anzubieten und richtet daher seine Projektselektion nach den Bedürfnissen dieser Kernanlegergruppe aus.

Insgesamt ist bei Finanzinvestoren eine – wenn auch unterschiedlich stark ausgeprägte – Tendenz zur Anwendung von quantitativen Instrumenten aus den Bereichen des Risikomanagements, der Portfoliooptimierung sowie der Cashflow-Analyse und -Prognose erkennbar. Diese quantitativen Instrumente werden unterstützend in den Projektselektionsprozess einbezogen und helfen den verantwortlichen Entscheidungsträgern bei der Auswahlentscheidung für neue Projekte. Neben diesem quantitativen Analyseteil ist aber auch dem qualitativen Teil, vor allem in der initialen Phase der Projektselektion, ein nicht zu unterschätzender Anteil zuzuschreiben. Letztlich führt bei allen drei analysierten Finanzinvestoren die holistische Gesamtbetrachtung aus qualitativen und quantitativen Kriterien zur Projektselektionsentscheidung. In welchen Phasen der Projektselektion und mit welcher Gewichtung eine Einbindung von quantitativen und qualitativen Instrumenten erfolgt, ist in **Bild 21** dargestellt.

Des Weiteren ist erkennbar, dass vor allem den ersten Teilprozessen – der Definition der Anlagepolitik und der Kapitalakquisition – die grösste Aufmerksamkeit zukommt und schon in diesen Prozessen eine starke Einschränkung auf potentiell neue Projekte erfolgt. In den nachfolgenden Teilprozessen steht insb. die Überprüfung der Einhaltung der zuvor definierten Anlagepolitik im Fokus.

Im nachfolgenden Kapitel wird ein abschliessendes Fazit zum Stand der Praxis bei industriellen, strategischen Investoren wie Bauunternehmen sowie bei Finanzinvestoren gezogen. Des Weiteren werden Schlussfolgerungen aus dem Stand der Praxis abgeleitet und erkannte Potentiale für eine Verbesserung des PPP-Projektselektionsprozesses in Bauunternehmen genannt.



## 2.3 Gesamtfazit zum Stand der Praxis

Die Analyse des Standes der Praxis hinsichtlich der Projektselektionsprozesse bei industriellen, strategischen Investoren am Beispiel von Bauunternehmen sowie von Finanzinvestoren, die in Infrastrukturprojekte investieren, hat gezeigt, dass sich die Projektselektion bei allen untersuchten Unternehmen stark am jeweiligen Kerngeschäft orientiert. Bei Bauunternehmen findet die Projektselektion bei PPP-Projekten dementsprechend in ähnlicher Weise statt, wie dies bei herkömmlichen, grösseren Bauprojekten der Fall ist oder zumindest gem. Lehrmeinung<sup>230</sup> der Fall sein sollte. Durch die mit der Ausführung von PPP-Projekten in Zusammenhang stehende Erweiterung des Leistungsbereiches vom reinen Planen und Bauen hin zum Planen, Bauen, Betreiben, Erhalten und Finanzieren ändert sich jedoch zumindest für die betreffende SGE der „Kern des Geschäftes“, auf den sich der Prozess der Projektselektion bezieht. Insofern müssten im optimalen Fall auch die mit diesem noch vergleichsweise neuen SGF in Verbindung stehenden Prozesse entsprechend an diesen neuen „Kern“ angepasst und erweitert werden.

Wie die Analyse des Standes der Praxis bei Bauunternehmen (Kapitel 2.1) gezeigt hat, hat diese Anpassung und Erweiterung bislang nicht ausreichend stattgefunden. So mangelt es aktuell an den geeigneten Entscheidungs- und Steuerungsinstrumenten, die Entscheidungsträger in Bauunternehmen bei der Auswahl neuer PPP-Projekte unterstützen. Vor allem dem neuen Aufgabengebiet der Finanzierung und dem Umstand, nicht nur Planer und Ersteller sondern auch industrieller, strategischer Investor zu sein, wird bislang nicht ausreichend Rechnung getragen. Dabei wäre ein gut überlegter, auf belastbaren Instrumenten abgestützter Projektselektionsprozess besonders für PPP-Projekte von besonderer Relevanz, da zum einen der Akquisitionsprozess vergleichsweise teuer ist<sup>231</sup> und zum anderen im Fall eines Zuschlags überproportional hohe Risiken eingegangen werden, zu deren wirtschaftlicher Kompensation langfristig gesicherte Renditen erwirtschaftet werden müssen.

Wie sich in den durchgeführten Expertengesprächen gezeigt hat, ist zudem zu erwarten, dass Finanzinvestoren zukünftig häufiger als bisher bereits zu Beginn eines PPP-Projektes in dieses einsteigen, um von der Möglichkeit zu profitieren, das Portfolio durch „massgeschneiderte“ Projekte zu ergänzen. Diese Finanzinvestoren stehen dann in unmittelbarem Wettbewerb zu Bauunternehmen, die die Möglichkeit der Eigenkapitalinvestition in PPP-Projekte zur Optimierung der Rendite und zur Intensivierung der Wertschöpfung nutzen möchten. Daher ist zu erwarten, dass der Wettbewerb um neue PPP-Projekte zukünftig zunehmen wird.<sup>232</sup> Durch vergleichsweise wenige Neuprojekte, die derzeit bzw. in absehbarer Zukunft auf den Markt kommen bzw.

<sup>230</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Angebots- und Ausführungsmanagement 2010) S. 27

<sup>231</sup> Vgl. Fussnote 107

<sup>232</sup> Vgl. Anhang A: Bilfinger Project Investments North America Inc. (2014), Interview bzw. MEAG MUNICH ERGO AssetManagement GmbH (2014), Interview

kommen werden, wird dieses Problem weiter verstärkt. Dadurch steigt die Bedeutung eines geeigneten und zielgerichteten Projektselektionsprozesses.

Wie PORTER (1996) S. 63 betont, liegt die schnellste Möglichkeit zur Verbesserung einer aktuellen Situation darin, von der „Best-Practice“ anderer Unternehmen zu lernen und deren Prozesse massgeschneidert weiter zu entwickeln. Einen guten Anhaltspunkt, wie der in Bauunternehmen bislang kaum berücksichtigte Leistungsbe- reich der Finanzierung in die Projektselektion integriert werden kann, lieferte folglich die Analyse des Standes der Praxis bei Finanzinvestoren (Kapitel 2.2), die sich an vergleichbaren Infrastrukturprojekten oder sogar an PPP-Projekten beteiligen. Diese Analyse hat ergeben, dass quantitative Instrumente wie beispielsweise die Cashflow- Analyse und -Prognose, eine vertiefte Risikobetrachtung zur Sicherstellung einer ent- sprechenden Risikodeckung sowie eine Portfoliobetrachtung auf Basis der Modern Portfolio Theory (MPT) neben qualitativen Auswahlkriterien zum Einsatz kommen.

Die Cashflow-Analyse und -Prognose spielen bereits jetzt unter Verwendung von Kennzahlen der dynamischen Investitionsrechnung (*IRR/NPV*) eine Rolle im Projekt- selektionsprozess von Bauunternehmen (vgl. Kapitel 2.1.2.3.3).

Die quantitative Risikobetrachtung wird im PPP-Projektselektionsprozess in Bauun- ternehmen bislang nicht entsprechend umgesetzt. GIRMSCHIED legt in zahlreichen Publikationen<sup>233</sup> jedoch umfassend dar, wie quantitative Risikobetrachtungen und eine entsprechende Risikodeckung auf Projektebene und auf Bauunternehmense- bene gewährleistet werden können. Die Anwendbarkeit und Implementierung des quantitativen Risikomanagements für Bauprojekte ist somit nachgewiesen und er- forscht. Auf diese Erkenntnisse kann im Rahmen der Modellbildung des PPP-PSM unter Berücksichtigung der Besonderheiten von PPP-Projekten (Langfristigkeit, Le- benszyklusorientierung mit der einhergehenden Ausweitung der Zuständigkeitsberei- che des privaten PPP-Partners, Risikoverteilung) zurückgegriffen werden.

Die quantitative Portfoliotheorie als Instrument zur gezielten Risikominimierung und Nutzbarmachung des Diversifikationseffektes scheint hingegen weder in der bauwirt- schaftlichen Praxis noch in der bisherigen wissenschaftlichen Auseinandersetzung eine wichtige Rolle zu spielen. Dabei haben BAHÇECI UND WEISDORF (2014) S. 32 nachgewiesen, dass grundsätzlich ein hohes Diversifikationspotential bei Infrastruk- turinvestments in unterschiedlichen Sektoren/Subsektoren sowie Ländern/Märkten gegeben ist. Es ist daher anzunehmen, dass dieses Diversifikationspotential auch für PPP-Projektportfolien zumindest dann realisiert werden kann, wenn eine entspre- chende Streuung über unterschiedliche Länder/Märkte und Sektoren/Subsektoren

---

<sup>233</sup> Vgl. etwa GIRMSCHIED, G. (Risikomanagement-Prozess-Modell, Teil 1 2007), GIRMSCHIED, G. (Risikomanagement- Prozess-Modell, Teil 2 2007), GIRMSCHIED, G. (RIA-Modell 2009), GIRMSCHIED, G. (RA-Modell: Risikominimierung 2011), GIRMSCHIED, G. (RA-Modell: Zeitliche Risikobelastung 2011), GIRMSCHIED, G. (RA-Modell: Risikotragfähigkeit 2011), GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Unternehmensrisikomanagement 2008), GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Projektrisikomanagement 2014)

angestrebt wird. Dieses Potential der Risikominimierung innerhalb des PPP-Projektportfolios gilt es vor allem in grossen, international tätigen Bauunternehmen zu nutzen.

Die Erkenntnis, dass die Portfoliotheorie bei Finanzinvestoren gezielt eingesetzt wird und offenbar das Potential zur Verbesserung des PPP-Projektselektionsprozesses in Bauunternehmen besitzt, bildet die Grundlage für die Formulierung der Fragen der Praxis an die Forschung.

## 2.4 Fragen der Praxis an die Forschung

Die Fragen der Praxis an die Forschung werden aus der Analyse des Standes der Praxis abgeleitet. Dabei können vier relevante Leitfragen identifiziert werden:

**Leitfrage 1:** Ist eine Anwendung der Portfoliotheorie für Unternehmen der Bauwirtschaft im Allgemeinen sowie für die Selektion von PPP-Projekten im Speziellen möglich und sinnvoll?

**Leitfrage 2:** Wie muss ein portfoliobasierter Projektselektionsprozess aufgebaut sein, um die zielgerichtete, rendite- und risikooptimale Auswahl von PPP-Projekten in Bauunternehmen zu erreichen?

**Leitfrage 3:** Welche Eingangsdaten und Parameter müssen zur Verfügung stehen, um die Portfoliotheorie anwenden zu können und wie können diese Daten am Beispiel von PPP-Projekten mit ökonomisch gerechtfertigtem Aufwand ermittelt werden?

**Leitfrage 4:** Wie können die spezifischen Charakteristika von PPP-Projekten hinsichtlich der Langfristigkeit, der Lebenszyklusorientierung und der erweiterten Leistungsbereiche aus Planung, Bau, Betrieb, Erhaltung und Finanzierung zielgerichtet in den Projektselektionsprozess einfließen, um zu einer portfoliobasierten, rendite- und risikooptimalen Auswahlentscheidung zu gelangen?



### **3 Stand der Forschung und Fragen der Forschung**

Aufbauend auf die im vorherigen Kapitel gewonnenen Erkenntnisse zum Stand der Praxis und die dort aufgeworfenen Fragen der Praxis an die Forschung wird in diesem Kapitel der Stand der Forschung zu diesen Fragestellungen untersucht. Dabei werden einerseits die Möglichkeiten der Anwendung der Portfoliotheorie auf Bauunternehmen im Allgemeinen und den PPP-Projektselektionsprozess im Speziellen wissenschaftlich analysiert (Kapitel 3.1). Andererseits werden die erforderlichen Datengrundlagen für die Verwendung der Portfoliotheorie sowie mögliche Probleme in der Anwendung auf PPP-Projektselektionsprozesse aufgezeigt und es werden Entwicklungspotentiale anhand von portfoliotheoretischen Anwendungen, die mit PPP-Projektselektionsprozessen vergleichbar sind, erarbeitet (Kapitel 3.2). Zudem wird beleuchtet, wie ein portfoliobasierter Projektselektionsprozess aufgebaut sein muss und wie die spezifischen Charakteristika von PPP-Projekten optimal in diesen Ablauf integriert werden können. Nach einer Zusammenfassung (Kapitel 3.3) werden die Fragen der Forschung aus der Synthese der Fragen der Praxis an die Forschung sowie des Standes der Forschung abgeleitet (Kapitel 3.4). Den Abschluss des Kapitels bildet die Beschreibung der Forschungslücke und des Forschungsgegenstandes (Kapitel 3.5).

#### **3.1 Projektselektion in Bauunternehmen auf Basis der Modern Portfolio Theory (MPT)**

Unter dem Begriff der Portfoliotheorie oder präziser der „Modern Portfolio Theory“ (MPT)<sup>234</sup> versteht man ein mathematisches Instrument, das den Investor bei der Entscheidung unterstützt, wie er sein verfügbares Kapital idealerweise auf verschiedene Anlagealternativen aufteilen soll.

Zum Einstieg werden die Entstehung der MPT (Kapitel 3.1.1) sowie die grundlegenden Prämissen und Modellannahmen dieser Theorie (Kapitel 3.1.2) beleuchtet. Im Anschluss daran wird gezeigt, ob – und wenn ja in welcher Form – wissenschaftliche Erkenntnisse über eine Anwendung der MPT in Bauunternehmen vorliegen (Kapitel 3.1.3). Des Weiteren werden Rückschlüsse auf den PPP-Projektselektionsprozess gezogen und Vor- und Nachteile einer Anwendung der MPT in Bauunternehmen aufgezeigt (Kapitel 3.1.4).

---

<sup>234</sup> Der Begriff „Portfoliotheorie“ wird in dieser Arbeit synonym für „Modern Portfolio Theory“, kurz „MPT“, verwendet.

### 3.1.1 Entstehung der MPT

Den Grundstein der MPT legt MARKOWITZ Anfang der 1950er Jahre mit seinen Werken zur Portfolio Selection<sup>235</sup>, für die er 1990 den Nobelpreis erhielt.<sup>236</sup> MARKOWITZ erkennt, dass Anleger – offenbar automatisch – nicht ihr gesamtes Geld in eine besonders vielversprechende Aktie investieren, sondern aus Gründen der Risikoreduktion auf mehrere verschiedene Wertpapiere aufteilen. Allerdings folgt aus diesem, wie BECK im Vorwort zu MARKOWITZ (2008) S. vii treffend schreibt, zufälligen „...“Zusammenkaufen“ von aussichtsreichen Aktien ein entscheidendes Problem [...]: Es resultiert daraus ein Portfolio mit einer zufälligen Struktur, das somit auch ein zufälliges Risiko besitzt.“ MARKOWITZ folgert daraus, dass „...die qualitative Analyse einzelner Aktien um einen ganz wesentlichen zweiten Schritt [...] [ergänzt werden muss]: die quantitative Analyse der Struktur des ganzen Portfolios.“<sup>237</sup>

MARKOWITZ zeigt aufbauend auf dieser Erkenntnis, wie sich das Risiko, das als Streuung um den Mittelwert der Rendite  $\mu_r$  in Form der Standardabweichung  $\sigma_r$  ausgedrückt wird (vgl. **Bild 23**), innerhalb eines Anlageportfolios reduzieren lässt. Dabei werden gezielte Investments getätigt, die nicht perfekt positiv korreliert zueinander sind und sich somit unter wechselnden Umweltbedingungen nicht gleichläufig zueinander verhalten.<sup>238</sup> Der Risikoausgleich ergibt sich also im Zeitablauf durch unterschiedliche Risiko-Rendite-Verläufe der einzelnen Anlagen. Bei perfekt gegenläufiger Korrelation lässt sich das Risiko theoretisch gänzlich ausschalten, was praktisch jedoch kaum möglich sein wird. Ziel eines Anlegers muss es sein, sein Anlageportfolio so zu strukturieren, dass dieses bei einem möglichst adäquaten Risiko eine optimale Rendite erreicht.<sup>239</sup>

MARKOWITZ definiert in seiner Theorie aufbauend auf diesen Überlegungen die sog. „effizienten Portfolien“ als diejenigen Portfoliozusammensetzungen, bei denen bei einer bestimmten Rendite ein Minimum an Risiko erreicht wird, oder – umgekehrt – bei einem bestimmten Risiko eine maximale Rendite erzielt wird. Ein effizientes Portfolio stellt somit ein Optimum dar und lässt sich durch zusätzliche Diversifikation nicht mehr weiter verbessern. Die Summe aller effizienten Portfolien ergibt eine Kurve, die MARKOWITZ als „Efficient Frontier“ bezeichnet. Risiko-Rendite-Beziehungen oberhalb der Kurve sind nach dieser Definition nicht möglich. Risiko-Rendite-Beziehungen unterhalb der Kurve sind nicht effizient und können durch eine optimalere Portfoliozusammensetzung weiter verbessert werden (**Bild 23**).<sup>240</sup>

<sup>235</sup> Vgl. MARKOWITZ, H. M. (Portfolio Selection 1952) sowie MARKOWITZ, H. M. (Portfolio Selection - Diversification 1959)

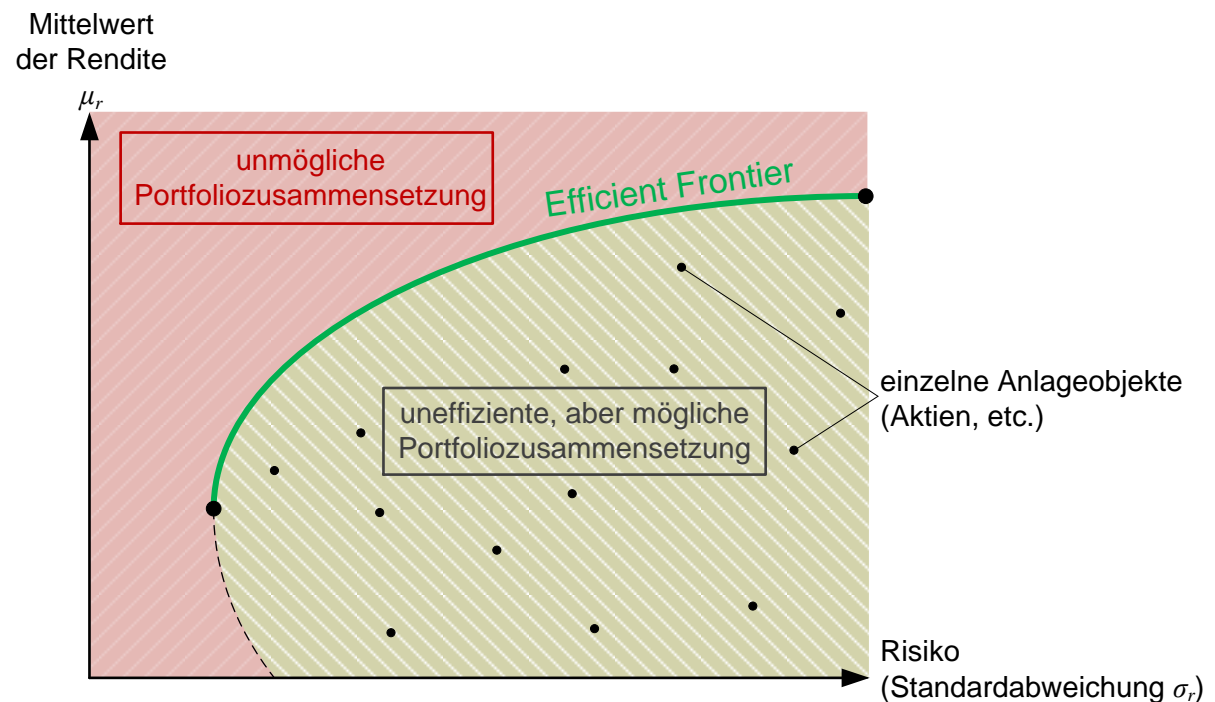
<sup>236</sup> Vortrag anlässlich der Nobelpreisverleihung, vgl. MARKOWITZ, H. M. (Foundations of Portfolio Theory 1991)

<sup>237</sup> Übernommen aus dem Vorwort von BECK in MARKOWITZ, H. M. (Portfolio Selection 2008) S. vii

<sup>238</sup> Vgl. RAJAGOPAL, S. (Portfolio Management 2013) S. 96

<sup>239</sup> Vgl. WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 65

<sup>240</sup> Vgl. RAJAGOPAL, S. (Portfolio Management 2013) S. 96



**Bild 23:** Portfoliozusammensetzungen und Efficient Frontier<sup>241</sup>

Grundsätzliche Kritik an der ursprünglichen Form der MPT gibt es vor allem durch:<sup>242</sup>

- 1) die grosse erforderliche Datenmenge (quantitative Bewertung der Risiken, der Renditen und der Korrelation zwischen den einzelnen Investments) sowie
- 2) die schwierigen Prognostizierbarkeit zukünftiger Risiken und Renditen.

Um diese Probleme zu lösen und die MPT praxistauglicher zu machen, wird der ursprüngliche Ansatz durch MARKOWITZ selbst sowie durch diverse andere Wissenschaftler weiter entwickelt.<sup>243</sup> Bezüglich des erstgenannten Problems der grossen Datenmenge erlangt vor allem das „Indexmodell“ von SHARPE<sup>244</sup>, das die Ermittlung der Korrelation zwischen den einzelnen Anlagen erleichtert und effizienter gestaltet, besondere Bedeutung. Bezüglich der einfacheren Prognostizierbarkeit von Renditen und Risiken wurden im Laufe der Zeit verschiedene Modelle entwickelt. Hier sind insb. das Marktmodell<sup>245</sup>, das Capital Asset Pricing Model (CAPM)<sup>246</sup> sowie die Arbitrage Pricing Theory (APT)<sup>247</sup> zu nennen.

<sup>241</sup> In Anlehnung an SCHMIDT-VON RHEIN, A. (Moderne Portfoliotheorie 1996) S. 240

<sup>242</sup> Vgl. WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 65f bzw. VERGARA, A. J. (Portfolio Theory in Construction 1977) S. 169f

<sup>243</sup> Für einen genaueren Überblick über die historische Weiterentwicklung der MPT vgl. etwa MARKOWITZ, H. M. (Foundations of Portfolio Theory 1991) S. 470ff sowie WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 65ff

<sup>244</sup> Vgl. SHARPE, W. F. (A Simplified Model for Portfolio Analysis 1963)

<sup>245</sup> Vgl. WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 68f

<sup>246</sup> Vgl. SCHMIDT-VON RHEIN, A. (Moderne Portfoliotheorie 1996) S. 226ff bzw. WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 69ff

<sup>247</sup> Vgl. SCHMIDT-VON RHEIN, A. (Moderne Portfoliotheorie 1996) S. 227f bzw. WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 73ff

Wie bereits erwähnt wurde, wurde die MPT ursprünglich rein für Wertpapieranlagen konzipiert. Neben der Lösung der beiden genannten Probleme steht daher eine Ausweitung des Anwendungsbereiches auf andere Anlagegüter im Zentrum der wissenschaftlichen Auseinandersetzung. Wie SCHMIDT-VON RHEIN (1996) S. 229 ausführt, kann aber „...eine Übertragung auf andere Anlageformen [...] nicht ohne weiteres vorausgesetzt werden.“ Es ist dabei für jeden neuen Anwendungsbereich zu überprüfen, ob die Prämissen und Modellannahmen der Portfoliotheorie (Kapitel 3.1.2) eingehalten werden und eine Anwendung der MPT als möglich und sinnvoll erscheint.

### 3.1.2 Prämissen und Modellannahmen der MPT

Die wesentlichen Prämissen und Annahmen, die der MPT zugrundeliegen und erfüllt sein müssen, werden im Folgenden erläutert.

#### 3.1.2.1 *Risikoaversion des Anlegers*

Aus Sicht eines Anlegers stellt sich die Frage nach der optimalen Portfoliozusammensetzung erst, sobald dieser neben der Renditemaximierung zumindest ein weiteres Ziel verfolgt. Das Ziel einer maximalen Rendite liesse sich ja auch mit einem Investment in eine Aktie oder ein Projekt und somit ohne Portfoliobildung erreichen.<sup>248</sup> Neben dem Rentabilitätsziel muss also, wie SCHMIDT-VON RHEIN (1996) S. 220 betont, zumindest ein „[...] zielkonkurrierendes [...] Sicherheitsstreben bzw. Risikovermeidungsstreben...“ gegeben sein, das den Anleger dazu motiviert, sein Risiko unter Inkaufnahme von Renditeeinbußen zu limitieren. Entsprechend wird bei der Anwendung der MPT vorausgesetzt, dass sich der Anleger risikoavers verhält.<sup>249</sup>

#### 3.1.2.2 *Renditen sind probabilistisch abhängige Zufallsvariablen*

Der Anleger richtet seine Entscheidung über die Zusammensetzung des Portfolios am Mittelwert der Rendite  $\mu_r$  sowie an der durchschnittlich zu erwartenden Standardabweichung  $\sigma_r$  aus.<sup>250</sup> Das Risiko entspricht der Standardabweichung  $\sigma_r$  und ist somit als Schwankung der Rendite zu verstehen.<sup>251</sup>

---

<sup>248</sup> Vgl. SCHMIDT-VON RHEIN, A. (Moderne Portfoliotheorie 1996) S. 220

<sup>249</sup> Vgl. SCHMIDT-VON RHEIN, A. (Moderne Portfoliotheorie 1996) S. 222 und S. 230, WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 79 bzw. VERGARA, A. J. UND BOYER, L. T. (Portfolio Theory 1977) S. 25

<sup>250</sup> Vgl. SCHMIDT-VON RHEIN, A. (Moderne Portfoliotheorie 1996) S. 230 bzw. WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 79

<sup>251</sup> Vgl. DICHTL, H. (Ganzheitliche Gestaltung von Investmentprozessen 2001) S. 102



### 3.1.2.3 *Normalverteilung der Rendite*

Es muss eine Verteilung verwendet werden, für die der Mittelwert der Rendite  $\mu_r$  sowie die Standardabweichung  $\sigma_r$  ermittelt werden können.<sup>252</sup> Üblicherweise wird eine GAUSS'sche Normalverteilung verwendet.<sup>253</sup>

### 3.1.2.4 *Anleger strebt nach Nutzenmaximierung*

Der Anleger strebt danach, den erwarteten Gesamtnutzen aus Rendite  $\mu_r$  und Risiko (ausgedrückt über die Standardabweichung  $\sigma_r$ ) einer Anlagemöglichkeit zu maximieren. Er verhält sich dabei rational gem. dem BERNOULLI-Prinzip<sup>254</sup> sowie nach seiner individuell festgelegten Risiko-Nutzenfunktion.<sup>255</sup>

### 3.1.2.5 *Planungshorizont umfasst eine Periode*

Es ist dabei nicht entscheidend, wie lange diese Periode dauert<sup>256</sup>, bzw. was nach Ablauf der Periode passiert. Entscheidend ist lediglich, dass innerhalb der Periode keine Eingriffe in die Portfoliostruktur getätigt werden<sup>257</sup> und somit keine Diskontierungs- oder Wiederanlageprobleme entstehen.<sup>258</sup>

### 3.1.2.6 *Ausschluss von Leerverkäufen*

Der Anleger kann keine Leerverkäufe tätigen. Das bedeutet, er kann keine Investments ohne deren Vorhandensein verkaufen. Alle Assets weisen also stets positive Anteile auf.<sup>259</sup> Der Anleger kann zudem keine Wertpapiere emittieren und dadurch sein Portfolio erweitern.<sup>260</sup>

### 3.1.2.7 *Anleger investieren im Umfeld eines vollkommenen Marktes*

Die Anwendung der Portfoliotheorie setzt ein vollkommenes Marktumfeld voraus, in dem die getätigten Investments weiter teilbar sind, Steuern und Transaktionskosten

---

<sup>252</sup> Vgl. SCHMIDT-VON RHEIN, A. (Moderne Portfoliotheorie 1996) S. 230

<sup>253</sup> Vgl. WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 79 bzw. VERGARA, A. J. UND BOYER, L. T. (Portfolio Theory 1977) S. 25

<sup>254</sup> Unter dem BERNOULLI-Prinzip versteht man in diesem Zusammenhang einen Entscheidungsgrundsatz, der die subjektive Einstellung des Investors gegenüber dem gewünschten Anlagerisiko beinhaltet. Dem Investor ist es möglich, jeder Zielrendite einen Nutzen zuzuordnen, woraus sich eine Nutzenfunktion zeigen lässt (Weiterführendes hierzu etwa in DICHTL, H. (Ganzheitliche Gestaltung von Investmentprozessen 2001) S. 104ff, SCHMIDT-VON RHEIN, A. (Moderne Portfoliotheorie 1996) S. 256ff bzw. MARKOWITZ, H. M. (Portfolio Selection 2008) S. 240ff.

<sup>255</sup> Vgl. SCHMIDT-VON RHEIN, A. (Moderne Portfoliotheorie 1996) S. 231

<sup>256</sup> In den Ausführungen im Rahmen dieser Arbeit wird ein Geschäftsjahr als Periode verwendet. Teilweise kommen in der Praxis aber auch Halbjahre oder Quartale zur Anwendung.

<sup>257</sup> Vgl. DICHTL, H. (Ganzheitliche Gestaltung von Investmentprozessen 2001) S. 111

<sup>258</sup> Vgl. SCHMIDT-VON RHEIN, A. (Moderne Portfoliotheorie 1996) S. 231

<sup>259</sup> Vgl. SCHMIDT-VON RHEIN, A. (Moderne Portfoliotheorie 1996) S. 231 bzw. WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 80

<sup>260</sup> Vgl. SCHMIDT-VON RHEIN, A. (Moderne Portfoliotheorie 1996) S. 231

fehlen und vollkommener Wettbewerb zwischen den Marktteilnehmern unter gleichen Wettbewerbsbedingungen herrscht.<sup>261</sup>

Wie man anhand der genannten Prämissen und Modellannahmen, die der MPT zugrunde liegen, erkennen kann, sind PPP-Projekte bzw. Bauprojekte im Allgemeinen keine optimalen Anlagegüter im Sinne der Portfoliotheorie. Vor allem das Kriterium eines vollkommenen Marktes ohne Transaktionskosten, etc. ist im Fall von PPP-Märkten i. d. R. nicht gegeben.<sup>262</sup> Bei Bauprojekten liegt zudem das Problem der beschränkten Teilbarkeit vor. Dennoch wurde, wenn auch vergleichsweise spät<sup>263</sup>, unter Einhaltung gewisser Restriktionen versucht, die MPT auf Immobilien bzw. die Bauprojektselektion anzuwenden.

### 3.1.3 Anwendung der MPT auf Bauunternehmen

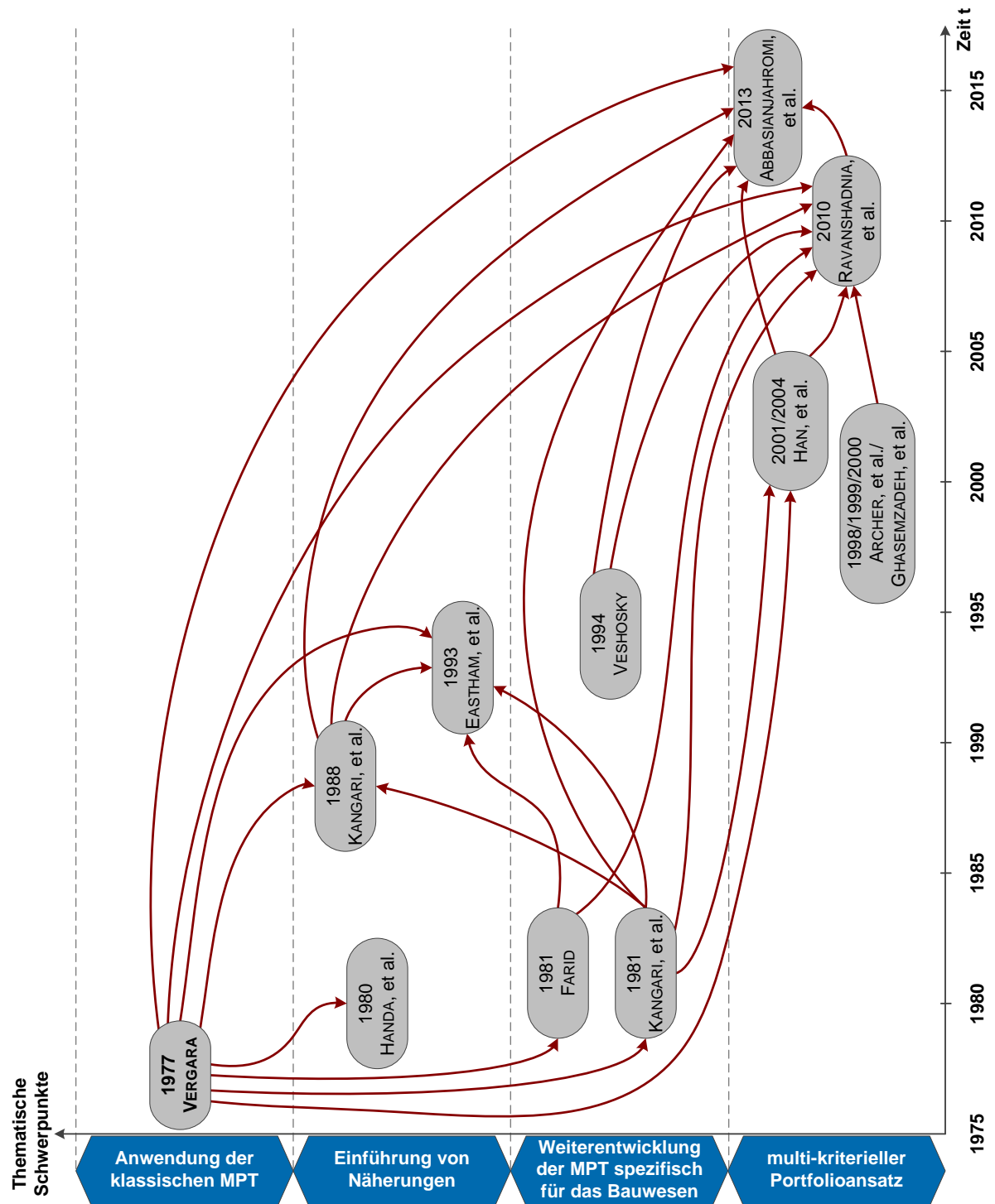
Seit Ende der 1970er Jahre wird auch im Zusammenhang mit der Selektion von klassischen Bauprojekten versucht, sich die Erkenntnisse der MPT zu Nutze zu machen. **Bild 24** gibt einen Überblick über die wichtigsten Publikationen, die seither zur Anwendung der Portfoliotheorie in Bauunternehmen veröffentlicht wurden, zeigt deren Zusammenhänge und gliedert diese nach deren thematischen Schwerpunkt in vier Bereiche. Im Anschluss daran werden die in **Bild 24** genannten Publikationen genauer vorgestellt.

---

<sup>261</sup> Vgl. DICHTL, H. (Ganzheitliche Gestaltung von Investmentprozessen 2001) S. 112ff, SCHMIDT-VON RHEIN, A. (Moderne Portfoliotheorie 1996) S. 231f bzw. WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 80

<sup>262</sup> Vgl. VIEZER, T. W. (Modern Portfolio Theory and Real Estate 2010) S. 734 bzw. WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 80

<sup>263</sup> Vgl. VIEZER, T. W. (Modern Portfolio Theory and Real Estate 2010) S. 733



**Bild 24:** Überblick über die wichtigsten Publikationen zur Projektselektion in Bauunternehmen basierend auf portfoliotheoretischen Ansätzen<sup>264</sup>

<sup>264</sup> Eigene Darstellung

### 3.1.3.1 VERGARA (1977): *Erstmalige Anwendung der MPT zur Bauprojektselektion*

VERGARA (1977) hat in seiner Doktorarbeit erstmals<sup>265</sup> gezeigt, dass das Konzept der Portfoliotheorie auch für die Projektselektion in der Bauwirtschaft anwendbar ist und dass die grundlegenden Zusammenhänge der MPT auch im Bauwesen Gültigkeit haben.<sup>266</sup> In einer auf die Doktorarbeit aufbauenden Publikation betonen VERGARA UND BOYER (1977), dass die Anwendung der MPT den Status quo des Bauunternehmens gut widerspiegelt und zudem das Potential hat, zu rationaleren Projektselektionsentscheidungen zu führen.<sup>267</sup>

VERGARA (1977) ermittelt in dem von ihm vorgeschlagenen Modell die Auswirkungen, die ein potentiell zukünftiges Zielprojekt auf das bestehende Portfolio hat, um zu einer konkreten Projektselektionsentscheidung zu kommen. Das Projekt, bei dem mit dem Akquisitionsprozess begonnen werden soll, ist demnach dasjenige, das den grössten positiven Einfluss – gemessen in Form des inkrementellen Nutzens – auf das Bestandsprojektportfolio aufweist.<sup>268</sup>

Da in VERGARA (1977) erstmals die MPT für das Bauwesen angewandt wurde, wird in der Folge das von ihm konzipierte Berechnungsmodell etwas genauer vorgestellt. Das Modell untergliedert sich in vier Module:<sup>269</sup>

- 1) die Kostenanalyse der einzelnen bestehenden Bauprojekte,
- 2) die Bewertung des Bestandsprojektportfolios,
- 3) die Kostenanalyse potentiell zukünftiger Zielprojekte sowie
- 4) die Bewertung potentiell zukünftiger Projektportfoliozusammensetzungen.

#### 3.1.3.1.1 *Modul 1: Kostenanalyse der einzelnen bestehenden Bauprojekte*

Die Anwendung der MPT auf klassische Bauprojekte beginnt in dem von VERGARA (1977) vorgeschlagenen Modell mit der Analyse der einzelnen Bauprojekte, an denen ein Bauunternehmen gegenwärtig arbeitet. Hauptziel dieses Moduls ist es, die Baukosten und die Schwankungsbereiche der Baukosten jedes einzelnen Projektes quantitativ zu erfassen.

Um dies zu erreichen, werden zunächst die zu erwartenden Baukosten auf probabilistischer Basis ermittelt. Hierzu wird für jede Einheitspreisposition (EHP-Position) ein möglicher Kostenbereich (Mindest- und Maximalkosten für die Ausführung der jeweiligen Position) angegeben und der Erwartungswert der Baukosten errechnet. Des

<sup>265</sup> Die erstmalige Anwendung der MPT im Bereich des Bauwesens wird durch KANGARI, R. UND RIGGS, L. S. (Portfolio Management in Construction 1988) S. 162 sowie RAVANSHADNIA, M., et al. (Establishing a Project Priority System 2010) S. 172 und ABBASIANJAHROMI, H. R. UND RAJAIE, H. (CBR and MODM in Project Portfolio Selection 2013) S. 144 bestätigt.

<sup>266</sup> Vgl. hierzu eine spätere Stellungnahme in VERGARA, A. J. UND BOYER, L. T. (Portfolio Theory - Discussion 1978)

<sup>267</sup> Vgl. VERGARA, A. J. UND BOYER, L. T. (Portfolio Theory 1977) S. 23

<sup>268</sup> Vgl. VERGARA, A. J. UND BOYER, L. T. (Portfolio Theory 1977) S. 35f

<sup>269</sup> Vgl. VERGARA, A. J. (Portfolio Theory in Construction 1977) S. 172

Weiteren wird unterstellt, dass die einzelnen EHP-Positionen nicht miteinander korrelieren und die Gesamtkosten normalverteilt sind.<sup>270</sup>

Mit Fortschreiten eines Bauprojektes  $B_i$  stehen die tatsächlichen Kosten von immer mehr EHP-Positionen fest, da diese bereits umgesetzt wurden. Da so das Risiko der Kostenschwankung für einzelne EHP-Positionen entfällt, nimmt das Risiko der Kostenschwankung für das Gesamtprojekt, die mit der Varianz  $\sigma^2(B_i)$  errechnet wird, ab. Ebenso verändert sich der Erwartungswert der Gesamtprojektkosten  $E(B_i)$  mit fortschreitendem Projektverlauf.<sup>271</sup>

### 3.1.3.1.2 Modul 2: Bewertung des Bestandsprojektportfolios

Ziel des zweiten Moduls ist es, die portfoliotheoretischen Charakteristika des Bestandsprojektportfolios eines Bauunternehmens zu ermitteln. Für jedes bestehende Bauprojekt  $B_i$  ist es möglich, 1) den jeweils aktuellen Erwartungswert der Gesamtprojektkosten  $E(B_i)$ , 2) die im Angebot genannten Kosten  $b(B_i)$ , 3) den Fertigstellungsgrad des Bauprojektes und 4) die aktuelle Standardabweichung des Erwartungswertes der Kosten  $\sigma(B_i) = \sqrt{\sigma^2(B_i)}$  zu ermitteln. Fügt man diese Informationen von allen aktuellen Bauprojekten zusammen, so erhält man unter Berücksichtigung der Korrelation das Bestandsprojektportfolio des Bauunternehmens. Da dieselben EHP-Positionen bei mehreren Projekten zur Anwendung kommen können, ergibt sich aus Gründen der Logik, dass eine positive Korrelation zwischen Projekten mit vielen gleichen Arbeitsabläufen und Gemeinsamkeiten gegeben sein wird. VERGARA (1977) S. 188ff subsumiert diese technischen Charakteristika unter den Schlagworten „Art des Projektes“ sowie unter „Bauverfahren“ und nennt unter anderem<sup>272</sup> folgende Punkte, welche die Korrelation zwischen zwei Projekten beeinflussen:

- 1) geografische Nähe: Projekte, die sich in derselben geografischen Region befinden, sind auf Grund der ähnlichen Witterungsbedingungen, der lokalen Preise, etwa bei Subunternehmern oder desselben politischen Umfeldes (Steuerrecht, etc.), stärker korreliert als Projekte in unterschiedlichen Regionen.
- 2) Art des Projektes: Ähnliche Projekte, wie etwa zwei Wohnungsbauten, weisen i. d. R. mehrere gemeinsame EHP-Positionen auf und sind daher stärker korreliert als weniger vergleichbare Projekte, wie beispielsweise der Vergleich eines Wohnungsbaus mit einer Stahlbrücke.
- 3) Zeitplan oder Grad der Fertigstellung des Bauprojektes.

<sup>270</sup> Vgl. VERGARA, A. J. (Portfolio Theory in Construction 1977) S. 173ff

<sup>271</sup> Vgl. VERGARA, A. J. (Portfolio Theory in Construction 1977) S. 178ff

<sup>272</sup> Der Autor dieser Arbeit beschränkt sich in der Auflistung auf die aus heutiger Sicht und im Zusammenhang mit dieser Arbeit als wesentlich erscheinende Punkte. In der Arbeit von VERGARA, A. J. (Portfolio Theory in Construction 1977) sind darüber hinaus einige weitere Punkte genannt (vgl. VERGARA, A. J. (Portfolio Theory in Construction 1977) S. 188ff). Jedoch betont VERGARA, A. J. (Portfolio Theory in Construction 1977) S. 190, dass es sich hierbei um keine vollständige Liste handelt und die Aufzählung indikativen Charakter besitzt.

- 4) Auftraggeber: Haben zwei Projekte denselben Auftraggeber, so sind diese stärker korreliert, da bei Problemen oder Veränderungen auf Seiten des Auftraggebers i. d. R. beide Projekte betroffen sind.
- 5) wirtschaftliche Lage: Die allgemeine wirtschaftliche Lage hat i. d. R. Auswirkungen auf die einzelnen Projekte. Daher sollten u. a. die allgemeine Wettbewerbssituation, die Produktivität sowie die Inflationsrate berücksichtigt werden.
- 6) Subunternehmer: Sind an zwei Projekten dieselben Subunternehmer beteiligt, so sind diese stärker korreliert, da bei Problemen oder Veränderungen bei einem Subunternehmer i. d. R. beide Projekte betroffen sind.
- 7) politische Faktoren: Gehaltsentwicklung, Streiks, Regierungswechsel, etc. sind bei der Ermittlung der Korrelation zu berücksichtigen.
- 8) Bauverfahren: Die zur Anwendung gelangenden Bauverfahren sind bei der Korrelation zu berücksichtigen.
- 9) Ressourcenverfügbarkeit: Die Verfügbarkeit von Baumaterialien, Baumaschinen, Arbeitskräften und von monetären Mitteln ist bei der Korrelation zu berücksichtigen.
- 10) technische Normen und Vorschriften: Kommen bei zwei Projekten dieselben technischen Normen zur Anwendung, so sind diese stärker korreliert, da bei Veränderungen der Normen und Vorschriften beide Projekte betroffen sind.

Bei den meisten Bauprojekten sind nur wenige Faktoren hauptverantwortlich für die Korrelation mit anderen Projekten.<sup>273</sup> Der Korrelationsfaktor zwischen zwei Projekten wird im von VERGARA (1977) vorgeschlagenen Modell letztlich dadurch ermittelt, dass die wesentlichen Treiber der Korrelation erkannt, der Korrelationskoeffizient für jeden einzelnen dieser Faktoren festgelegt, eine Gewichtung vorgenommen und schliesslich der gewichtete Korrelationskoeffizient errechnet wird.

**Tabelle 6** zeigt beispielhaft, wie der Korrelationskoeffizient  $c_{ij}$  für zwei Bauprojekte  $B_i$  und  $B_j$  ermittelt wird. Die Berechnung zeigt, dass die beiden Projekte positiv korreliert sind, die Korrelation mit einem Betrag von 0.28 jedoch nicht besonders stark ausfällt.<sup>274</sup>

<sup>273</sup> Vgl. VERGARA, A. J. (Portfolio Theory in Construction 1977) S. 191f

<sup>274</sup> Die theoretischen und mathematischen Grundlagen zur Korrelation werden in Kapitel 6.3.3 genauer vorgestellt. Grundsätzlich ist hier festzuhalten, dass der Korrelationskoeffizient  $c_{ij}$  nur zwischen +1 und -1 liegen kann. +1 bedeutet, dass sich zwei Projekte  $B_i$  und  $B_j$  gänzlich gleichlaufend verhalten, -1 bedeutet, dass diese sich gänzlich gegenläufig verhalten (sh. hierzu etwa WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 100ff).

**Tabelle 6:** Beispiel für die Errechnung des Korrelationskoeffizienten zwischen zwei Projekten<sup>275</sup>

relevante Faktoren	Korrelationskoeffizienten	relative Gewichtung [%]	gewichtete Korrelationskoeffizienten
Art des Projektes	0.80	20.0%	0.16
geografische Nähe	0.00	20.0%	0.00
Auftraggeber	0.00	10.0%	0.00
Subunternehmer	0.00	10.0%	0.00
Bauverfahren	0.60	20.0%	0.12
andere	0.00	20.0%	0.00
<b>SUMME</b>		<b>100.0%</b>	<b>0.28</b>

Auch wenn die Ermittlung der Korrelationskoeffizienten im gezeigten Beispiel stark subjektiv geprägt ist, so ist diese Vorgehensweise, wie VERGARA (1977) S. 193 betont, dennoch vorteilhaft gegenüber Ansätzen, die die Korrelation gänzlich unberücksichtigt lassen. Die Korrelationskoeffizienten sind im Verlauf der Projekte fortzuschreiben und anzupassen. Generell ist davon auszugehen, dass die Korrelation mit dem Zeitverlauf abnimmt, da mit grösserem Projektfortschritt eine kleiner werdende Anzahl an beeinflussbaren Grössen vorliegt. Sobald ein Bauprojekt komplett abgeschlossen wurde, ist dieses aus der Liste der Bestandsprojekte zu entnehmen und geht damit nicht weiter in die Portfolioberechnung ein.<sup>276</sup>

**Tabelle 7** zeigt beispielhaft für vier Bestandsprojekte ( $B_1$  bis  $B_4$ ) die Korrelationsmatrix des Bestandsprojektportfolios.

**Tabelle 7:** Beispiel einer Korrelationsmatrix für ein Bestandsprojektportfolio von vier Projekten<sup>277</sup>

	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$
$B_1$	$1$	$c_{12}$	$c_{13}$	$c_{14}$
$B_2$	$c_{21}$	$1$	$c_{23}$	$c_{24}$
$B_3$	$c_{31}$	$c_{32}$	$1$	$c_{34}$
$B_4$	$c_{41}$	$c_{42}$	$c_{43}$	$1$

Aus der Summation des Erwartungswertes der einzelnen Gesamtprojektkosten  $E(B_i)$  ergibt sich der Erwartungswert der Kosten des Bestandsprojektportfolios  $E(BP)$ .

<sup>275</sup> Gem. VERGARA, A. J. (Portfolio Theory in Construction 1977) S. 192

<sup>276</sup> Vgl. VERGARA, A. J. (Portfolio Theory in Construction 1977) S. 193f bzw. S. 196

<sup>277</sup> Eigene Darstellung auf Basis von VERGARA, A. J. (Portfolio Theory in Construction 1977) S. 216ff

$$E(BP) = \sum_{i=1}^l E(B_i) \quad (3.1)$$

mit:  $E(BP)$  Erwartungswert der Kosten des Bestandsprojektportfolios  
 $E(B_i)$  Erwartungswertes der Gesamtprojektkosten des jeweiligen Bestandsprojektes  $B_i$

Nachdem die Korrelationskoeffizienten  $c_{ij}$  zwischen allen bestehenden Bauprojekten  $B_1$  bis  $B_4$  ermittelt wurden, kann die Portfoliovarianz  $\sigma^2(BP)$  des gesamten Bestandsprojektportfolios berechnet werden:

$$\sigma^2(BP) = \sum_{i=1}^l \sigma^2(B_i) + \sum_{i=1}^l \sum_{j=1(j \neq i)}^l c_{ij} \sigma(B_i) \sigma(B_j) \quad (3.2)$$

mit:  $\sigma^2(BP)$  Varianz der Kosten des Bestandsprojektportfolios  
 $\sigma^2(B_i)$  Varianz der Gesamtprojektkosten des jeweiligen Bestandsprojektes  $B_i$   
 $c_{ij}$  Korrelationskoeffizient zwischen zwei Bestandsprojekten  $B_i$  und  $B_j$   
 $\sigma(B_i)$  Standardabweichung der Gesamtprojektkosten des Bestandsprojektes  $B_i$   
 $\sigma(B_j)$  Standardabweichung der Gesamtprojektkosten des Bestandsprojektes  $B_j$

Wie aus Formel ( 3.2 ) erkennbar ist, verringert sich die Varianz des Bestandsprojektportfolios, sofern die einzelnen Bestandsprojekte negativ korreliert sind. Allerdings wird, wie oben schon angedeutet und von VERGARA (1977) S. 196 treffend formuliert wird, eine negative Korrelation bei einer Fokussierung ausschliesslich auf klassische Bauprojekte kaum zu realisieren sein, da die einzelnen Projekte im Regelfall eine zu hohe Ähnlichkeit aufweisen.<sup>278</sup>

Die Umsetzung von Modul 2 gibt den verantwortlichen Entscheidungsträgern einen quantitativen Eindruck über das Bauunternehmen und ermöglicht basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen die zielgerichtete Einleitung von Massnahmen zur Verbesserung der Situation des Unternehmens. Allein durch die Umsetzung von Modul 2 wird, wie VERGARA (1977) S. 197 betont, bereits eine Rationalisierung des Projektselektionsprozesses erreicht.

<sup>278</sup> Bei PPP-Projekten stellt sich dies auf Grund der Langfristigkeit der Projekte und den projektspezifischen Risikoverlauf mitunter anders dar.



### 3.1.3.1.3 Modul 3: Kostenanalyse potentiell zukünftiger Zielprojekte

Ziel des dritten Moduls innerhalb des von VERGARA (1977) vorgeschlagenen Modells ist die Identifikation von potentiell zukünftigen Zielprojekten, bei denen mit dem Akquisitionsprozess begonnen werden soll. VERGARA (1977) zieht für diese Vorselektion von Bauprojekten u. a. folgende Analyse Kriterien heran:<sup>279</sup>

- 1) Ziele und Ressourcen des Unternehmens sowie die Wettbewerbs- und Marktsituation,
- 2) Ort des Projektes sowie Art, Ort und Zeitpunkt der Angebotsabgabe,
- 3) Zugang zu den Ausschreibungsunterlagen sowie zu geltenden Vorschriften,
- 4) vorhandene Eignung des Unternehmens sowie
- 5) Umfang und Volumen des Auftrages sowie Art des Projektes und geplanter Fertigstellungstermin.

Üblicherweise durchlaufen mehrere Projekte diese überwiegend qualitative Vorselektion positiv und es kommen somit mehrere Zielprojekte für die Einleitung des Akquisitionsprozesses in Frage. Bei der Festlegung auf ein konkretes Bauprojekt aus allen in der engeren Auswahl befindlichen Zielprojekten wird wieder die Portfoliotheorie angewandt.<sup>280</sup>

### 3.1.3.1.4 Modul 4: Bewertung potentiell zukünftiger Projektportfoliozusammensetzungen

Die Projektankündigung in Verbindung mit allen übrigen zu diesem Zeitpunkt vorliegenden Unterlagen beinhaltet üblicherweise ausreichende Informationen, sodass die Anbieter in der Lage sind, eine grobe Kostenschätzung und auf Basis dieser den Erwartungswert der Gesamtprojektkosten des Zielprojektes  $Z_i$  zu ermitteln. Dennoch ist mit dem geringen Kenntnisstand über ein Zielprojekt ein gewisses Risiko verbunden, welches durch eine entsprechend grössere Varianz  $\sigma^2(Z_i)$  zu berücksichtigen ist.<sup>281</sup>

In weiterer Folge kann die Korrelation zwischen den Zielprojekten und den einzelnen Bestandsprojekten ermittelt werden. Die dabei angewandte Vorgehensweise folgt der in Kapitel 3.1.3.1.2 vorgestellten Methodik, wobei die Korrelationsmatrix der Bestandsprojekte (im gezeigten Beispiel wird das Bestandsprojektportfolio aus vier Projekten  $B_1$  bis  $B_4$  gebildet (vgl. **Tabelle 7**)) um die Zielprojekte (im Beispiel handelt es sich um zwei potentiell zukünftige Zielprojekte  $Z_1$  und  $Z_2$ ) zu erweitern ist (**Tabelle 8**). Dabei ist zu beachten, dass der Baubeginn des neuen Projektes abzuschätzen und bei den Bestandsprojekten als Stichtag für die Bewertung des Erwartungswertes der Gesamtprojektkosten  $E(B_i)$  und der Varianz  $\sigma^2(B_i)$  anzusetzen ist. Nur durch diese

<sup>279</sup> Vgl. VERGARA, A. J. (Portfolio Theory in Construction 1977) S. 198f

<sup>280</sup> Vgl. VERGARA, A. J. (Portfolio Theory in Construction 1977) S. 199

<sup>281</sup> Vgl. VERGARA, A. J. (Portfolio Theory in Construction 1977) S. 199

stichtagsbezogene Betrachtung unter Berücksichtigung des bis zu diesem Zeitpunkt erreichten Fertigstellungsgrades und den dann noch zu erwartenden Kostenschwankungen erhält man eine belastbare Aussage über das zukünftige Projektportfolio.

**Tabelle 8:** Beispiel einer Korrelationsmatrix für ein um zwei potentiell zukünftige Zielprojekte erweitertes Bestandsprojektportfolio von vier Projekten<sup>282</sup>

	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$Z_1$	$Z_2$
$B_1$	$1$	$c_{12}$	$c_{13}$	$c_{14}$	$c_{15}$	$c_{16}$
$B_2$	$c_{21}$	$1$	$c_{23}$	$c_{24}$	$c_{25}$	$c_{26}$
$B_3$	$c_{31}$	$c_{32}$	$1$	$c_{34}$	$c_{35}$	$c_{36}$
$B_4$	$c_{41}$	$c_{42}$	$c_{43}$	$1$	$c_{45}$	$c_{46}$
$Z_1$	$c_{51}$	$c_{52}$	$c_{53}$	$c_{54}$	$1$	$c_{56}$
$Z_2$	$c_{61}$	$c_{62}$	$c_{63}$	$c_{64}$	$c_{65}$	$1$

Unter sinngemässer Anwendung der Formeln ( 3.1 ) und ( 3.2 ) kann der Erwartungswert der Kosten und die Varianz der Kosten für alle potentiell zukünftigen Projektportfoliozusammensetzungen berechnet werden. Durch einen anschliessenden Vergleich der Auswirkungen, den die Ergänzung eines potentiell zukünftigen Zielprojektes auf das aktuelle Bestandsprojektportfolio hat, lässt sich eine Rangfolge der einzelnen potentiell zukünftigen Zielprojekte festlegen und eine Projektselektionsentscheidung treffen. In der Bewertung der Auswirkungen spielt insb. der inkrementelle Nutzen der einzelne Projekte eine Rolle, der auf Basis der Wahrscheinlichkeit für den Erhalt des Zuschlages und dem erwarteten Gewinn aus den potentiell zukünftigen Zielprojekten ermittelt wird. Des Weiteren wird die Veränderung der Varianz des Portfolios gewürdigt.<sup>283</sup>

Zusammenfassend zu den vier beschriebenen Modulen lässt sich festhalten, dass VERGARA (1977) erstmals potentiell neue Bauprojekte nicht als losgelöste Elemente betrachtet, sondern diese im Zusammenhang mit dem existierenden Ganzen – dem Bestandsprojektportfolio – bewertet. Das von ihm entwickelte Modell versucht auf iterativer, quantitativer Basis dasjenige neue Projekt zu finden, welches das aktuelle Bestandsprojektportfolio optimal ergänzt. Als Hauptbestandteil seiner Projektanalyse dienen die möglichen Schwankungen der einzelnen EHP-Positionen. Erkennbare Schwächen von VERGARA (1977) entwickelten Ansatz sind:

<sup>282</sup> Eigene Darstellung auf Basis von VERGARA, A. J. (Portfolio Theory in Construction 1977) S. 223ff

<sup>283</sup> Vgl. VERGARA, A. J. (Portfolio Theory in Construction 1977) S. 204

- Der Ansatz ist rein stichtagsbezogen. Eine Betrachtung von möglichen Veränderungen über die Bauzeit findet nicht statt.
- Der Ansatz ist rein auf EHP-Verträge ausgerichtet und verwendet die Schwankung der zugrundeliegenden Kosten als Ausgangsgrößen.
- Die Festlegung der Korrelationskoeffizienten zwischen den einzelnen Projekten erfolgt rein auf qualitativer Basis.

Aufbauend auf den ersten Versuchen von VERGARA<sup>284</sup> wurden im Laufe der Zeit weitere Anstrengungen unternommen, um die MPT in geeigneterer Form auf den Projektselektionsprozess in Bauunternehmen anzuwenden und die genannten Schwächen zu beheben. Die nennenswerten Publikationen zur bauunternehmensspezifischen Weiterentwicklung der MPT werden in den nachfolgenden Kapiteln vorgestellt.

### 3.1.3.2 *HANDA UND GEORGIADES (1980): Vereinfachung durch Approximation der Wahrscheinlichkeitsverteilung sowie Schätzung der Korrelation auf qualitativer Basis*

HANDA UND GEORGIADES (1980) betonen die Wichtigkeit der Projektselektion für den Unternehmenserfolg auf Grund des unmittelbaren Zusammenhangs zwischen den Risiken eines Unternehmens und den sich hinter diesen Risiken verbergenden, ausgewählten Projekten. Die Autoren weisen in diesem Zusammenhang auch darauf hin, dass bei der Auswahl neuer Projekte das Bestandsprojektportfolio des Bauunternehmens zu berücksichtigen ist und sie befürworten zudem die Diversifikation als nützliches Instrument zur Erzielung stabilerer Cashflows und langfristig höherer Renditen. Allerdings wird angemerkt, dass die Berechnungen zur Anwendung der Portfoliotheorie die Erhebung vieler Inputdaten erfordern und leistungsstarke Rechner benötigen. Diese waren Ende der 1970er bzw. Anfang der 1980er Jahre noch nicht in der Breite vorhanden, was HANDA UND GEORGIADES (1980) dazu veranlasst, Approximationen bezüglich der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Rendite in die Berechnung einzuführen. Zudem wird eine auf subjektiven Ansätzen beruhende Näherung<sup>285</sup> bezüglich der Korrelation zwischen den einzelnen Projekten vorgenommen.<sup>286</sup>

<sup>284</sup> Vgl. VERGARA, A. J. (Portfolio Theory in Construction 1977), VERGARA, A. J. UND BOYER, L. T. (Portfolio Theory 1977) bzw. VERGARA, A. J. UND BOYER, L. T. (Portfolio Theory - Discussion 1978)

<sup>285</sup> Die Näherung in HANDA, V. K. UND GEORGIADES, I. F. (Construction Project Selection 1980) S. 365 wird durch Schätzwerte für die Korrelationskoeffizienten erzeugt und hat grundsätzlich einen eher subjektiven Charakter. So soll bei hoher Korrelation ein Korrelationskoeffizient von 0.85 verwendet werden, bei mittlerer Korrelation von 0.50, bei niedriger Korrelation von 0.10 und für negative Korrelation ein Koeffizient von -0.10.

<sup>286</sup> Vgl. HANDA, V. K. UND GEORGIADES, I. F. (Construction Project Selection 1980) S. 363ff

### 3.1.3.3 *KANGARI UND BOYER (1981): NPV der Cashflows als Basis der portfoliotheoretischen Berechnungen*

KANGARI UND BOYER (1981) verwenden nicht, wie dies bei VERGARA (1977) der Fall war, die Kosten des Projektes und deren Schwankung als Grundlage für die portfoliotheoretischen Berechnungen sondern ziehen den Net Present Value (NPV) der Cashflows als Basis für die Renditeermittlung heran. KANGARI UND BOYER (1981) heben hervor, dass die Portfoliotheorie die Risiken eines Projektes in den Zusammenhang mit anderen Projekten bzw. dem jeweiligen Unternehmen setzt. Schliesslich kann ein spezifisches Projekt für ein Unternehmen A mit grossen Risiken behaftet sein, während selbiges Projekt für ein Unternehmen B, das über viel Erfahrung im Aufgabenbereich dieses Projektes verfügt oder dessen Bestandsprojektportfolio durch dieses Projekt optimal ergänzt wird, deutlich weniger Risiken aufweist.<sup>287</sup>

### 3.1.3.4 *FARID (1981): Portfoliotheorie für Bauunternehmen in Verbindung mit dem Capital Asset Pricing Model*

FARID (1981) zeigt in seiner Doktorarbeit, wie die Portfoliotheorie mit dem von SHARPE (1963) entwickeltem Capital Asset Pricing Model (CAPM)<sup>288</sup> in Zusammenhang gebracht werden kann. Mit seinem „Fair and Reasonable Markup (FaRM) Pricing Model“ errechnet er, wie hoch der Gewinnzuschlag bei einem bestimmten Bauprojekt mindestens sein muss, um den Wert des Unternehmens zumindest konstant zu halten. In die Berechnung bezieht er das gesamte Bauunternehmen unter Berücksichtigung der Risikostruktur, der Geschäftsgemeinkosten und des Bestandsprojektportfolios ein.<sup>289</sup>

### 3.1.3.5 *KANGARI UND RIGGS (1988): Modell zur Evaluierung des Projektrisikos und der Korrelation*

Nach KANGARI UND RIGGS (1988) ist die Bewertung des Risikos in Form eines einzelnen Wertes, wie dies bei Anwendung der MPT in Form der Standardabweichung der Rendite erfolgt, für Bauprojekte nicht sachgerecht. Das Gesamtrisiko bei Bauprojekten ergibt sich – anders als bei Wertpapieren – aus einer Kumulation von vielen einzelnen Projektrisiken und ist keine einzelne Grösse. Um dennoch die Portfoliotheorie anwenden zu können, ist nach KANGARI UND RIGGS (1988) sowohl eine sachgerechte als auch effiziente Beurteilung der Risiken erforderlich. Die von VERGARA (1977) vorgeschlagene Vorgehensweise, die alle einzelnen EHP-Positionen bewertet und Bereiche für minimale und maximale Preise angibt (vgl. Kapitel 3.1.3.1.1), erfüllt diese Vorgabe auf Grund des hohen Aufwandes nicht. KANGARI UND RIGGS (1988) haben

<sup>287</sup> Vgl. KANGARI, R. UND BOYER, L. T. (Project Selection under Risk 1981) S. 598ff

<sup>288</sup> Vgl. hierzu auch Kapitel 3.1.1

<sup>289</sup> Vgl. FARID, F. UND BOYER, L. T. (FaRM Pricing Model 1985) S. 376

daher einen neuen Ansatz gewählt, der auf probabilistischer Basis die wichtigsten Projektrisiken erfasst, gruppiert und bewertet.<sup>290</sup>

KANGARI UND RIGGS (1988) heben zudem das Problem der Ermittlung der Korrelationskoeffizienten hervor, das bei der Anwendung der MPT auf Bauprojekte besteht. Bei Bauprojekten liegen – im Vergleich zu Wertpapieren – keine historischen Daten über die Rendite vor und können folglich auch nicht zur Ermittlung der Korrelationskoeffizienten herangezogen werden. KANGARI UND RIGGS (1988) nutzen aber die ermittelten und gruppierten Projektrisiken, um auf Basis der jeweiligen Risikoprofile die Korrelationskoeffizienten zwischen den Bestandsprojekten sowie dem Bestandsprojektportfolio und einem potentiell zukünftigen Projekt zu errechnen. Durch diese Vorgehensweise wird ein für Bauprojekte besser passender, weniger aufwändiger und realistischerer Ansatz zur Ermittlung der Korrelation gewählt, als dieser bis dahin im Stand der Forschung verankert war.<sup>291</sup>

### 3.1.3.6 *EASTHAM UND SKITMORE (1993): Bestätigung des Ansatzes von KANGARI UND RIGGS (1988)*

EASTHAM UND SKITMORE (1993) beschäftigen sich mit der Frage, ob die Anwendung der Portfoliotheorie im Bauwesen, wie sie bis zu diesem Zeitpunkt vorangetrieben wurde, tatsächlich sinnvoll ist. Die Autoren untersuchen daher auf Basis eines Kataloges von 19 Kriterien ein Beispiel der Projektselektion von Bauprojekten und bestätigen die Sinnhaftigkeit des Ansatzes von KANGARI UND RIGGS (1988), die die Risiken der jeweiligen Projekte als Ausgangspunkt zur Berechnung der Korrelation heranziehen.

EASTHAM UND SKITMORE (1993) kommen zu dem Schluss, dass eine Anwendung der Portfoliotheorie mit grosser Wahrscheinlichkeit eine sinnvolle Unterstützung des Projektselektionsprozesses bei Bauunternehmen darstellt.<sup>292</sup> Es wird jedoch kritisch angemerkt, dass sich im Fall der Anwendung der Portfoliotheorie auf klassische Bauprojekte nur eine begrenzte Risikoreduktion erreichen lässt, da die positive Wirkung einer gegenläufigen Korrelation bei Projekten, die alle aus derselben Branche stammen, begrenzt ist. Nach EASTHAM UND SKITMORE (1993) lassen sich folglich nur die projektspezifischen Risiken im Portfolio reduzieren, wohingegen das grundsätzliche Marktrisiko der Baubranche nicht durch Diversifikation ausgeschaltet werden kann.<sup>293</sup>

<sup>290</sup> Vgl. KANGARI, R. UND RIGGS, L. S. (Portfolio Management in Construction 1988) S. 164ff

<sup>291</sup> Vgl. KANGARI, R. UND RIGGS, L. S. (Portfolio Management in Construction 1988) S. 163ff

<sup>292</sup> Vgl. EASTHAM, R. A. UND SKITMORE, M. (Contractor's Project Selection 1993) S. 8

<sup>293</sup> Vgl. EASTHAM, R. A. UND SKITMORE, M. (Contractor's Project Selection 1993) S. 8

### 3.1.3.7 *VESHOSKY (1994): Anwendung der Portfoliotheorie bei der Projektauswahl von Architektur- und Ingenieurbüros*

VESHOSKY (1994) zeigt auf empirischer Basis, dass die Anwendung der Portfoliotheorie – zumindest in rudimentärer Form – auch für Architektur- und Ingenieurbüros sinnvoll sein kann. Der Autor begründet dies mit dem Vorteil, dass eine zielgerichtete Diversifikation in der Projektauswahl in regionaler Hinsicht oder über mehrere Projektarten hinweg eine geringere Fluktuation in der Auftragslage bzw. der Rendite des jeweiligen Unternehmens zur Folge haben wird.<sup>294</sup>

### 3.1.3.8 *ARCHER UND GHASEMZADEH (1998/1999/2000): Entwicklung eines Entscheidungsprozesses zur portfoliobasierten Projektauswahl auf rechnergestützter Basis unter Einsatz von multi-kriteriellen Optimierungen*

ARCHER und GHASEMZADEH<sup>295</sup> versuchen um die Jahrtausendwende, einen Portfolioauswahlprozess für Projekte aller Art<sup>296</sup> zu entwickeln, der möglichst einfach, flexibel und auf rechnergestützter Basis umsetzbar ist und sich unkompliziert in die Organisation von verschiedenen Unternehmen integrieren lässt. Sie entwickeln dazu ein sog. „Decision Support System“ (DSS), das die Projektselektion auf Basis des Portfolioansatzes unterstützt. Dem DSS liegen nach ARCHER UND GHASEMZADEH (1999) S. 208ff elf Prämissen zugrunde:

- 1) Dem portfoliobasierten Projektselektionsprozess sollen strategische Überlegungen vorangestellt werden, um die grundlegende Zielrichtung festzulegen.
- 2) Der grundlegende portfoliobasierte Projektselektionsprozess soll möglichst flexibel gestaltet sein, um sich den unterschiedlichen Projektarten, Methoden und Unternehmensbedürfnissen anpassen zu können.
- 3) Der portfoliobasierte Projektselektionsprozess soll sich aus Gründen der besseren Nachvollziehbarkeit in mehrere Stufen untergliedern, logisch aufgebaut und für Entscheidungsträger gut nachvollziehbar sein.
- 4) Die verwendete Datenbasis soll sich auf ein notwendiges, sinnvolles Mindestmass beschränken.

<sup>294</sup> Vgl. VESHOSKY, D. (Portfolio Approach to Strategic Management of A/E Firms 1994) S. 43ff

<sup>295</sup> Vgl. ARCHER, N. P. UND GHASEMZADEH, F. (DSS for Project Portfolio Selection 1998), ARCHER, N. P. UND GHASEMZADEH, F. (Framework for Portfolio Selection 1999), GHASEMZADEH, F., et al. (A Zero-One Model for Project Portfolio Selection and Scheduling 1999) sowie GHASEMZADEH, F. UND ARCHER, N. P. (Project Portfolio Selection through Decision Support 2000)

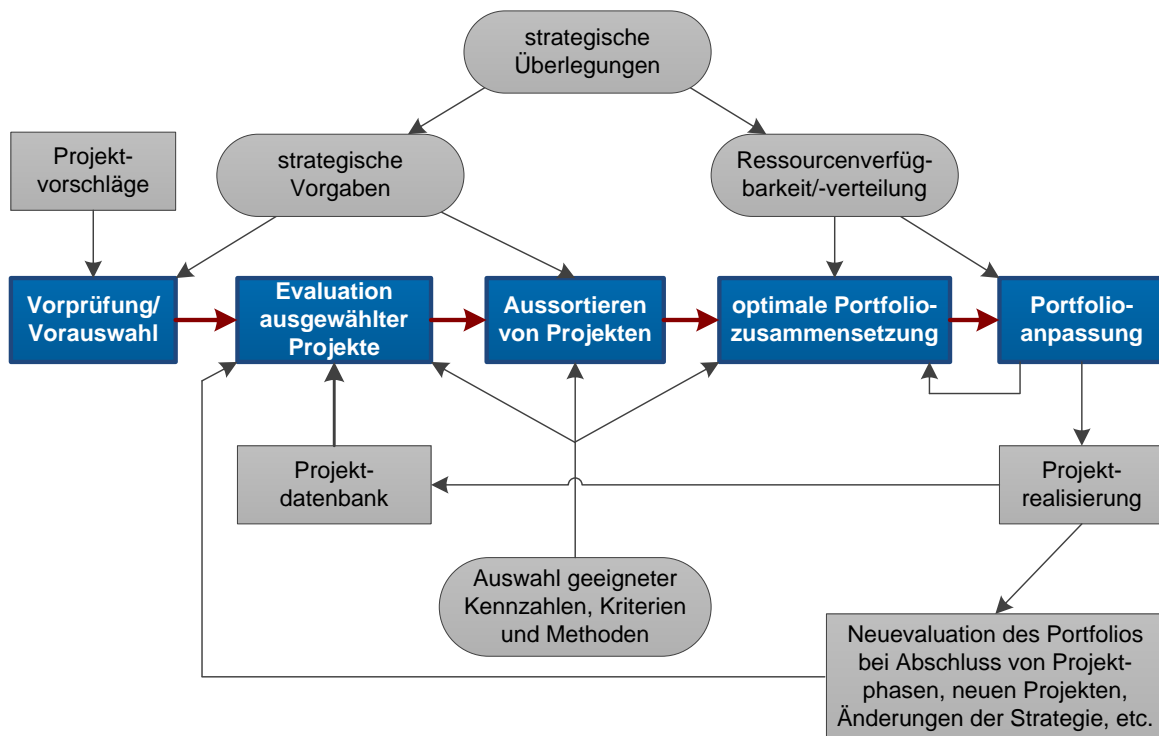
<sup>296</sup> ARCHER, N. P. UND GHASEMZADEH, F. (DSS for Project Portfolio Selection 1998) S. 106 bzw. ARCHER, N. P. UND GHASEMZADEH, F. (Framework for Portfolio Selection 1999) S. 208 definieren den von ihnen entwickelten Prozess nicht explizit für Bauprojekte sondern auf Projekte im Allgemeinen. Sie sehen Projekte dabei als komplexe Aufgaben, die häufig eine Dauer von weniger als drei Jahren umfassen, voneinander abhängige Arbeitsschritte aufweisen, die wiederum von mehreren unterschiedlichen Parteien wahrgenommen werden und denen klare Zielvorgaben, Zeitpläne sowie ein einzuhaltenes Budget zugrunde liegen. Da diese Vorgaben Bauprojekten sehr nahe kommen und die Arbeiten von ARCHER und GHASEMZADEH die Grundlage für weitere Forschungsarbeiten liefert, werden diese trotz eines mangelnden ausdrücklichen Bezugs zu Bauprojekten aufgenommen.

- 5) Da es eine Vielzahl an Möglichkeiten zur Bestimmung der Rendite und des Risikos gibt, ist zu beachten, dass Kennzahlen und Kriterien verwendet werden, die zur jeweiligen Projektart passen und verfügbar sind.
- 6) Bestandsprojekte sind in die Betrachtung einzubeziehen und bei Erreichen von wichtigen Meilensteinen oder sonstigen tiefgreifenden Änderungen einer Neu-evaluation zu unterziehen.
- 7) Nach der Evaluation der in der Vorauswahl ausgewählten Projekte soll ein kriterienbasierter Ausschluss weiterer Projekte erfolgen, um die spätere Ermittlung der optimalen Portfoliozusammensetzung möglichst effizient zu gestalten.
- 8) Interaktionen zwischen den einzelnen Projekten sind mittels Korrelationskoeffizienten zu berücksichtigen.
- 9) Veränderungen der Projekte im zeitlichen Ablauf hinsichtlich des Ressourcenbedarfs, etc. sind zu berücksichtigen.
- 10) Durch die Anwendung von Projektselektionsmodellen auf portfoliotheoretischer Basis darf es nicht zu einer „Entmachtung“ der Entscheidungsträger kommen. Eingriffsmöglichkeiten der verantwortlichen Entscheidungsträger müssen daher bestehen bleiben.
- 11) Der portfoliobasierte Projektselektionsprozess muss sich an die firmeninternen Entscheidungsprozesse anpassen und ausreichend flexibel sein.

Aufbauend auf diesen Prämissen wurde von ARCHER und GHASEMZADEH<sup>297</sup> der in **Bild 25** dargestellte, portfoliobasierte Projektselektionsprozess entwickelt.

---

<sup>297</sup> Vgl. ARCHER, N. P. UND GHASEMZADEH, F. (DSS for Project Portfolio Selection 1998) S. 107 bzw. ARCHER, N. P. UND GHASEMZADEH, F. (Framework for Portfolio Selection 1999) S. 208



**Bild 25:** Portfoliobasierter Projektselektionsprozess nach ARCHER und GHASEMZADEH<sup>298</sup>

Die in **Bild 25** blau hinterlegten Felder kennzeichnen den eigentlichen Portfolioauswahlprozess, der sich nach ARCHER UND GHASEMZADEH (1999) in fünf Phasen gliedert:

- 1) Vorprüfung/Vorauswahl: In dieser Phase werden Projektvorschläge ausgeschlossen, die gewisse Kriterien nicht erfüllen. Die angewandte Auswahlmethode ist vor allem qualitativer Natur und erfolgt auf Basis strategischer Überlegungen.
- 2) Evaluation ausgewählter Projekte: In dieser Phase werden die zuvor festgelegten Kennzahlen und Kriterien für alle verbliebenen Projekte ermittelt oder berechnet. Die angewandten Methoden sind vor allem quantitativer Natur und beinhalten etwa die Berechnung des *NPV*, des *ROI*, des Ressourcenverbrauches sowie eine Risikobewertung.
- 3) Aussortieren von Projekten: In dieser Phase werden auf Grundlage der in der zweiten Phase ermittelten Kriterien und Kennzahlen weitere Projekte ausgeschlossen. Die angewandten Methoden sind wiederum vor allem qualitativer Natur und vergleichen die errechneten Kriterien und Kennwerte mit den strategischen Vorgaben.
- 4) optimale Portfoliozusammensetzung: In dieser Phase werden die Bestandsprojekte sowie potentiell zukünftige Projekte einer Portfoliobetrachtung

<sup>298</sup> In Anlehnung an ARCHER, N. P. UND GHASEMZADEH, F. (Framework for Portfolio Selection 1999) S. 211



unterzogen. ARCHER UND GHASEMZADEH (1999) wenden hier jedoch nicht die MPT im klassischen Sinn an, sondern bringen Methoden wie AHP, Sensitivitätsanalysen, Scoring Modelle oder multi-kriterielle Optimierungen zum Einsatz.

- 5) Portfolioanpassung: In dieser Phase werden bewusste, durch die Entscheidungsträger herbeigeführte Anpassungen in der Portfoliozusammensetzung durchgeführt.

Auch wenn der von ARCHER UND GHASEMZADEH (1999) entwickelte portfoliobasierte Projektselektionsprozess nicht spezifisch für Bauunternehmen konzipiert wurde, so ist dieser in der Entwicklung des PPP-PSM sicherlich – in entsprechend auf Bauunternehmen und PPP-Projekte angepasster Form – zu berücksichtigen.

### 3.1.3.9 HAN, et al. (2001/2004): Projektselektion von international tätigen Bauunternehmen auf Basis von Portfoliobetrachtungen

HAN et al. beschäftigen sich mit Projektselektionsprozessen im Zusammenhang mit dem Markteintritt von grossen, international tätigen Bauunternehmen in neue Länder und Märkte. Sie merken in diesem Zusammenhang an, dass die MPT grundsätzlich zur Unterstützung dieser Projektselektionsprozesse geeignet ist, jedoch Probleme im Zusammenhang mit dem Markteintritt nicht gezielt beleuchtet werden.<sup>299</sup> Da HAN, et al. (2004) in ihren Untersuchungen den Fokus auf den Erfolg des Unternehmens in seiner Gesamtheit und nicht auf den Erfolg des einzelnen Projektes richten, rücken Portfolioüberlegungen automatisch ins Zentrum der Betrachtung.<sup>300</sup>

HAN, et al. (2004) entwickeln daher auf Basis des *NPV*, des *ROI* und des *VaR* ein Modell, das diese Kennwerte für alle Bestandsprojekte sowie alle potentiellen Neuprojekte bestimmt und auf Unternehmensebene zusammenführt. Die Zusammenführung auf Unternehmensebene erfolgt jedoch, wie auch schon bei ARCHER UND GHASEMZADEH (Kapitel 3.1.3.8), nicht auf Basis der klassischen MPT sondern unter Anwendung von multi-kriteriellen Optimierungen und Sensitivitätsanalysen.

Das von HAN, et al. (2004) vorgeschlagene Modell setzt sich aus drei Elementen zusammen:

- 1) die Analyse der finanziellen Risiken, die Eingang in die Ermittlung der Kennzahlen *NPV*, *ROI* und *VaR* finden,
- 2) die quantitative Bewertung der Unternehmensziele sowie

<sup>299</sup> Vgl. HAN, S. H. UND DIEKMANN, J. E. (Risk-Based Go/No-Go Decision 2001) S. 302

<sup>300</sup> Vgl. HAN, S. H., et al. (Multicriteria Financial Portfolio Risk Management 2004) S. 346f

- 3) die Selektion des optimalen Portfolios unter Verwendung der in 1) und 2) beschriebenen Grössen, wobei Sensitivitätsanalysen und multi-kriterielle Optimierungsverfahren zur Anwendung kommen.<sup>301</sup>

HAN, et al. (2004) überprüften die Anwendbarkeit des entwickelten Modells empirisch im Rahmen eines Workshops mit 15 Wirtschaftsexperten, die den Ansatz, das Bestandsprojektportfolio in der Projektauswahl zu berücksichtigen, grundsätzlich als gut und geeignet einstufen.<sup>302</sup>

### 3.1.3.10 RAVANSHADNIA, et al. (2010): Fuzzy-Multi-kriterielles-Projektselektionsentscheidungsmodell (FMPS-Modell)

RAVANSHADNIA, et al. (2010) entwickeln ein so genanntes Fuzzy-Multi-kriterielles-Projektselektionsentscheidungsmodell (FMPS-Modell), um das optimale Projektportfolio für Bauunternehmen zu ermitteln. Das FMPS-Modell ist stufenweise aufgebaut und versucht in fünf Schritten das optimale Portfolio zu bestimmen. Diese fünf Schritte sind:<sup>303</sup>

- 1) die Entwicklung der Diversifikationsstrategie,
- 2) die Identifikation und Kategorisierung der Entscheidungskriterien,
- 3) die Gewichtung der Kriterien,
- 4) die Bewertung der Projekte und
- 5) die Projektselektion.

Bezüglich des ersten Schrittes der Diversifikationsstrategie unterscheiden RAVANSHADNIA, et al. (2010) S. 1084 drei mögliche Fälle: 1) denjenigen einer weitestgehenden Diversifikation, 2) den einer Konzentration auf Kernmärkte sowie 3) einen neutralen Ansatz. Des Weiteren nehmen die Autoren eine Untersuchung bezüglich Projektselektionskriterien vor (Schritt 2) und identifizierten 103 Kriterien, die im Rahmen von Projektselektionsentscheidungen zur Anwendung gelangen. Diese Kriterien werden in fünf Gruppen eingeteilt (Unternehmensziele/Projektcharakteristika/Risiken/Finanzkriterien/Synergie- und Portfolioeffekte), wobei je Gruppe nur jeweils die wichtigsten fünf der insgesamt 103 Kriterien berücksichtigt werden.<sup>304</sup> Die Festlegung der Gewichtungen (Schritt 3) erfolgt unter Anwendung der AHP-Methode, wobei je nach gewählter Diversifikationsstrategie unterschiedliche Gewichtungen verwendet werden.<sup>305</sup> Die Bewertung der einzelnen Projekte (Schritt 4) erfolgt durch Befragung der Entscheidungsträger. Die Befragungsergebnisse werden unter Anwendung der

<sup>301</sup> Vgl. HAN, S. H., et al. (Multicriteria Financial Portfolio Risk Management 2004) S. 352

<sup>302</sup> Vgl. HAN, S. H., et al. (Multicriteria Financial Portfolio Risk Management 2004) S. 352ff

<sup>303</sup> Vgl. RAVANSHADNIA, M., et al. (Hybrid Fuzzy MADM Project-Selection Model 2010) S. 1084

<sup>304</sup> Vgl. RAVANSHADNIA, M., et al. (Hybrid Fuzzy MADM Project-Selection Model 2010) S. 1084f

<sup>305</sup> Vgl. RAVANSHADNIA, M., et al. (Hybrid Fuzzy MADM Project-Selection Model 2010) S. 1085 bzw. S.1087

Fuzzy-Logik ausgewertet.<sup>306</sup> Die Projektselektion erfolgt in einem fünften Schritt unter Berücksichtigung der Bestandsprojekte und unter Einbeziehung von Expertenbefragungen zu allen potentiell zukünftigen Projekten. Auch hier kommt die Fuzzy-Logik zur Anwendung.

Wie schon die vorangehenden Autoren, berücksichtigen RAVANSHADNIA, et al. (2010) den Portfolioansatz nicht auf Basis der klassischen MPT sondern unter Anwendung multi-kriterieller Optimierungsverfahren. Sie bringen in diesem Zusammenhang jedoch Fuzzy-Logik-Anwendungen auf Basis von Expertenbefragungen zum Einsatz.

### 3.1.3.11 *ABBASIANJAHROMI UND RAJAIE (2013): Case-Based Reasoning (CBR) und multi-kriterielle Entscheidungsmodelle zur Portfolioselektion*

ABBASIANJAHROMI UND RAJAIE (2013) entwickeln aufbauend auf den Erkenntnissen von RAVANSHADNIA, et al. (2010) ein Modell, das unter der Anwendung von CBR in Verbindung mit multi-kriteriellen Verfahren versucht, portfoliobasierte Projektselektionsentscheidungen zu unterstützen. Das von ABBASIANJAHROMI UND RAJAIE (2013) vorgeschlagene Modell ist ebenfalls stufenweise aufgebaut und gliedert sich in drei Hauptphasen:<sup>307</sup>

- 1) die risikobasierten Vorprüfung und Vorauswahl von potentiell zukünftigen Projekten: In dieser Phase kommt das CBR zur Anwendung. Es wird dabei versucht, das firmeninterne Wissen über Projektauswahlprozesse und Projektrisiken bestmöglich zu nutzen und die Erfahrung aus der Vergangenheit systematisiert und rational in die Vorprüfung und Vorauswahl von potentiell zukünftigen Projekten einfließen zu lassen.<sup>308</sup>
- 2) die Ermittlung des angestrebten Risikolevels des Unternehmens: Auch hier kommt das Wissen über ehemalige und noch bestehende Projekte zum Einsatz. Das bei diesen Projekten eingegangene Risiko wird unter quantitativen Gesichtspunkten sowie auf Basis von Expertenmeinungen bewertet und eine Gewichtung vorgenommen. Darauf aufbauend wird das durchschnittlich bei Projekten eingegangene Risiko bewertet und in der Selektion von neuen Projekten angewandt.<sup>309</sup>
- 3) die Auswahl des optimalen neuen Portfolios unter Anwendung von multi-kriteriellen Optimierungsverfahren: Dabei wird ein Zielsystem verwendet, das nach demjenigen Projekt sucht, welches die Differenz zwischen dem angestrebten

<sup>306</sup> Vgl. RAVANSHADNIA, M., et al. (Hybrid Fuzzy MADM Project-Selection Model 2010) S. 1085ff

<sup>307</sup> Vgl. ABBASIANJAHROMI, H. R. UND RAJAIE, H. (CBR and MODM in Project Portfolio Selection 2013) S. 145ff

<sup>308</sup> Vgl. ABBASIANJAHROMI, H. R. UND RAJAIE, H. (CBR and MODM in Project Portfolio Selection 2013) S. 145ff

<sup>309</sup> Vgl. ABBASIANJAHROMI, H. R. UND RAJAIE, H. (CBR and MODM in Project Portfolio Selection 2013) S. 147f

Risikolevel und dem tatsächlichen Portfolio-Risikolevel minimiert, den finanziellen Nutzen des Portfolios maximiert und qualitative Ziele berücksichtigt.<sup>310</sup>

ABBASIANJAHROMI UND RAJAIE (2013) sehen als erwiesen an, dass das Bestandsprojektportfolio in der Auswahl neuer Projekte zu berücksichtigen ist. Interessanterweise wird jedoch im Zusammenhang mit der Berechnung des angestrebten Risikos die risikomindernde Wirkung des Diversifikationseffektes im Zielsystem vernachlässigt. Zur Lösung des Portfoliooptimierungsproblems wird wiederum ein multi-kriterielles Optimierungsverfahren eingesetzt.

### 3.1.4 Vor- und Nachteile einer Anwendung der MPT in Bauunternehmen

Im Zuge der Analyse des Standes der Forschung konnten einige Vor- und Nachteile im Zusammenhang mit der Anwendung der Portfoliotheorie für die Projektselektion in Bauunternehmen identifiziert werden. Die für die gegenständliche Zielsetzung wesentlichen Vorteile werden nachfolgend zusammengefasst (**Tabelle 9**).

**Tabelle 9:** Identifizierte Vorteile der MPT im Projektselektionsprozess von Bauunternehmen

Nr.	Beschreibung der identifizierten Vorteile
1	<p><b>Projektselektionsprozesse auf quantitativ-rationaler Basis</b></p> <p>Der grösste Vorteil der Anwendung der MPT zur Projektselektion in Bauunternehmen besteht darin, dass die Portfoliotheorie grösstenteils auf quantitativer Basis abläuft. Die Anwendung der MPT stellt daher ein geeignetes Gegenstück zu den mehrheitlich qualitativ-subjektiven Projektauswahlprozessen, die derzeit in Bauunternehmen zur Anwendung gelangen, dar und trägt in hohem Mass zu einer Rationalisierung des Projektselektionsprozesses bei. Ein hohes Mass an Rationalität wird dabei durch eine quantitative Bewertung der Risiken der Bestandsprojekte sowie eine quantitative Risikoabschätzung potentiell zukünftiger PPP-Projekte in Verbindung mit der Berechnung der Korrelation erreicht.<sup>311</sup></p>
2	<p><b>Ausrichtung auf den Unternehmenserfolg bzw. den Erfolg der SGE</b></p> <p>Grundsätzlich bestätigen alle betrachteten Publikationen die Sinnhaftigkeit der portfolioorientierten Projektselektion dahingehend, dass diese zur Auswahl desjenigen Projektes führt, das den Erfolg des Unternehmens oder der betreffenden SGE maximiert. Im Gegensatz dazu fokussiert eine Projektselektion, die das Bestandsprojektportfolio des Unternehmens ausser Acht lässt, ausschliesslich auf den Erfolg des einzelnen potentiellen Neuprojektes, unabhängig von dessen Beitrag und Einfluss auf das hinter dem Projekt stehende Unternehmen. Am deutlichsten wird dieser Vorteil von HAN, et al. (2004) hervorgehoben, die auf Basis von Expertenbefragungen die positive Wirkung, den eine portfoliobasierte Projektauswahl auf Unternehmen hat, bestätigen.<sup>312</sup></p>

<sup>310</sup> Vgl. ABBASIANJAHROMI, H. R. UND RAJAIE, H. (CBR and MODM in Project Portfolio Selection 2013) S. 148f

<sup>311</sup> Vgl. VERGARA, A. J. UND BOYER, L. T. (Portfolio Theory 1977) S. 33

<sup>312</sup> Vgl. HAN, S. H., et al. (Multicriteria Financial Portfolio Risk Management 2004) S. 352ff

Nr.	Beschreibung der identifizierten Vorteile
3	<p><b>unternehmensspezifische Risikobeurteilung</b></p> <p>KANGARI UND BOYER (1981) betonen, dass sich Risiken nicht nur von Projekt zu Projekt unterscheiden, sondern auch zwischen den jeweiligen Unternehmen, die ein bestimmtes Projekt umsetzen, variieren. Ein Projekt kann für ein Unternehmen A grosse Risiken bergen, aber für ein Unternehmen B auf Grund seiner spezifischen Erfahrung und Ausstattung mit deutlich geringen Risiken behaftet sein. Die Anwendung der MPT im Projektselektionsprozess erlaubt diese Differenzierung und berücksichtigt die quantifizierten Projektrisiken im Kontext zum jeweiligen Unternehmen.<sup>313</sup></p>
4	<p><b>Potential zur Verbesserung der Chancen im Vergabewettbewerb</b></p> <p>Ein weiterer Vorteil der Anwendung der Portfoliotheorie in der Projektauswahl besteht darin, dass eine vorteilhafte (negative) Korrelation eines neuen Projektes mit dem Bestandsprojektportfolio zu einer Reduktion des Risikos im neuen (zukünftigen) Bestandsprojektportfolio führt. Dieser vorteilhafte Diversifikationseffekt kann gezielt im Wettbewerb um ein besonders gut geeignetes, neues PPP-Projekt genutzt werden und sich in einer bewusst niedrigeren Zielrendite widerspiegeln. Die kalkulatorische Berücksichtigung dieser niedrigeren Rendite führt zu einem niedrigeren Angebotspreis, was in weiterer Folge eine Verbesserung der Wettbewerbssituation zur Folge hat und die Zuschlagswahrscheinlichkeit erhöht.<sup>314</sup> Dieser Vorteil kommt bei PPP-Projekten auf Grund der hohen Angebotskosten (Kapitel 1.2) besonders zum Tragen.</p>
5	<p><b>MPT erlaubt kumulierte Betrachtung verschiedener Projekte in unterschiedlichen Projektphasen</b></p> <p>Ein weiterer Vorteil der Anwendung der Portfoliotheorie besteht darin, dass eine stichtagsbezogene Ermittlung des Risikos bei den einzelnen Projekten sowie eine stichtagsbezogene Berechnung der Korrelation der Projekte untereinander die kumulierte Betrachtung der Projekte als ein Portfolio erlaubt, und zwar unabhängig davon, in welcher Projektphase sich die einzelnen Projekte gerade befinden.<sup>315</sup> Insb. bei PPP-Projekten, bei denen die jährliche Risikobelastung stark variiert, kommt dieser Vorteil besonders zum Tragen. PPP-Projekte, die sich in der Bauphase befinden, weisen i. d. R. eine andere jährliche Risikobelastung auf, als PPP-Projekte, die sich bereits seit mehreren Jahren in Betrieb befinden. Diese Besonderheit zieht einen weiteren, sehr entscheidenden Vorteil der Portfoliobetrachtung bei PPP-Projekten nach sich: ein erhöhtes Diversifikationspotential und somit niedrigeres Risiko im Bestandsprojektportfolio, sofern sich die einzelnen PPP-Projekte in unterschiedlichen Projektphasen befinden.</p>

In der Analyse des Standes der Forschung wurden auch einige Nachteile der Portfoliotheorie deutlich. Die entscheidenden sind nachfolgend in **Tabelle 10** zusammengefasst. Wie mit diesen Nachteilen im Rahmen des PPP-PSM umgegangen werden kann, wird im Rahmen des Lösungsansatzes (Kapitel 4, **Tabelle 11**) beschrieben.

<sup>313</sup> Vgl. KANGARI, R. UND BOYER, L. T. (Project Selection under Risk 1981) S. 598ff

<sup>314</sup> Vgl. VERGARA, A. J. UND BOYER, L. T. (Portfolio Theory 1977) S. 35 bzw. S. 202

<sup>315</sup> Vgl. VERGARA, A. J. (Portfolio Theory in Construction 1977) S. 187ff

**Tabelle 10:** Identifizierte Nachteile der MPT im Projektselektionsprozess von Bauunternehmen

Nr.	Beschreibung der identifizierten Nachteile
1	<p><b>beschränktes Diversifikationspotential bei Investments ausschliesslich in Bauprojekte</b></p> <p>Investoren, die ihr Geld in Aktien anlegen, machen sich bei Anwendung der Portfoliotheorie gezielt zu Nutze, dass Investments in unterschiedliche Güter bzw. Branchen kaum oder sogar gegenläufig zueinander korreliert sind. Bei Investments ausschliesslich in Bauprojekte besteht dieses Diversifikationspotential nur in eingeschränktem Mass, weshalb VERGARA (1977) S. 196 sowie EASTHAM UND SKITMORE (1993) S. 8 nur ein geringes Potential für nutzbare Diversifikationseffekte in klassischen Bauunternehmen sehen.</p>
2	<p><b>mangelnde Datenverfügbarkeit zum Zeitpunkt der Projektselektionsentscheidung</b></p> <p>Die wenigen Informationen, die zum Zeitpunkt der Projektselektionsentscheidung über ein PPP-Projekt vorliegen, stellen ein grosses Problem für die MPT bzw. quantitative Modelle im Allgemeinen dar, da die Aussagekraft der errechneten Ergebnisse unmittelbar mit der Qualität der Inputdaten zusammenhängt.<sup>316</sup></p>
3	<p><b>MPT-konforme Risikobewertung bei Bauprojekten</b></p> <p>KANGARI UND RIGGS (1988) merken an, dass die Bewertung des Risikos in Form eines einzelnen Wertes, wie dies bei Anwendung der MPT in Form der Standardabweichung der Rendite erfolgt, für Bauprojekte nicht sachgerecht ist, da sich das Gesamtrisiko hier – anders als bei Wertpapieren – aus der Kumulation vieler einzelner Projektrisiken zusammensetzt.</p>
4	<p><b>Ermittlung der Korrelation bei Bauprojekten</b></p> <p>KANGARI UND RIGGS (1988) heben hervor, dass bei der Anwendung der MPT für das Bauwesen die Ermittlung der Korrelationskoeffizienten schwierig ist, da für Bauprojekte – anders als etwa für Wertpapiere – keine historischen Daten über die Rendite vorliegen.</p>
5	<p><b>mangelnde Betrachtung des Gesamtrisikos und der Risikotragfähigkeit</b></p> <p>HAN, et al. (2004) kritisieren an der Anwendung der Portfoliotheorie im Bauwesen, dass sowohl die durch Bestandsprojekte übernommenen Risiken als auch die Risikotragfähigkeit nicht ausreichend einbezogen werden.</p>
6	<p><b>fehlende Berücksichtigung von Markteintrittsrisiken</b></p> <p>HAN UND DIEKMANN (2001) heben hervor, dass in der Portfoliotheorie üblicherweise keine Risiken in Zusammenhang mit dem Eintritt in neue Zielländer oder Zielmärkte berücksichtigt werden.</p>

In Anbetracht der gewichtigen identifizierten Vorteile (**Tabelle 9**) erscheint eine Berücksichtigung der MPT im Projektselektionsprozess von Bauunternehmen, die sich

<sup>316</sup> Vgl. VERGARA, A. J. (Portfolio Theory in Construction 1977) S. 246

mit PPP-Projekten beschäftigen, als sinnvoll und soll in der Folge eingehender untersucht werden. In diesem Zusammenhang sind die identifizierten Nachteile so weit als möglich auszugleichen.

**Leitfrage 1** (Kapitel 2.4) kann hinsichtlich der grundsätzlichen Anwendbarkeit der Portfoliotheorie für Unternehmen der Bauwirtschaft positiv beantwortet werden. Dass eine Anwendbarkeit auf langfristige, investitionsintensive PPP-Projekte ebenso gegeben ist, gilt auf Basis der Erkenntnisse aus dem Stand der Forschung sowie dem Stand der Praxis bei Finanzinvestoren (Kapitel 2.2.3) als wahrscheinlich. Um zusätzlichen Komfort hinsichtlich der Anwendbarkeit der MPT auf PPP-Projekte zu bekommen, wird nachfolgend der aktuelle Stand der Forschung in einem PPP-ähnlichen, baunahen SGF untersucht. Dabei erscheint die Betrachtung der portfoliobasierten Projektselektion des Real Estate Bereiches<sup>317</sup> als besonders zielführend. Dies belegt eine Untersuchung der grundsätzlichen Besonderheiten von Immobilien als Anlagegüter. Demnach sind Immobilien u. a.:<sup>318</sup>

- immobil, also standortgebunden,
- heterogen und damit einzigartig in ihrer Lage, Gestaltung und Verwendung,
- weitgehend an eine bestimmte Nutzung gebunden,
- komplex in ihrer Planung, Realisierung, Bewirtschaftung und Erhaltung,
- eingeschränkt in ihrer Fungibilität und Liquidierbarkeit und somit nur bedingt austauschbar,
- vergleichsweise kostenintensiv in ihrer Herstellung und Bewirtschaftung,
- langfristig genutzt, was üblicherweise mit langen Lebenszyklen und einer langen Kapitalbindung einhergeht,
- beschränkt teilbar,
- gekennzeichnet durch hohe Transaktionskosten vor der Vertragsanbahnung sowie
- gekennzeichnet durch lange Planungs- und Entwicklungs- oder Akquisitionsprozesse im Vorfeld der Erstellung.

Auf Grund dieser hohen Ähnlichkeit des Anlagegutes Immobilie mit PPP-Projekten wird nachfolgend – aufbauend auf einer kurzen Replik über den Stand der Praxis – der Stand der Forschung bezüglich der Anwendung der MPT zur Projekt- bzw. Objektselektion im Real Estate Bereich analysiert.

---

<sup>317</sup> Unter Real Estate Investments versteht man grundsätzlich den Erwerb von Grundstücken, Liegenschaften oder Gebäuden mit der Absicht, Gewinne durch Mieteinnahmen oder den Wiederverkauf zu erzielen (BUSINESS DICTIONARY (Real Estate Investing 2012)).

<sup>318</sup> Vgl. WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 8ff

### 3.2 Anwendung der MPT im Real Estate Bereich

Real Estate- und Immobilieninvestoren führen bei der Auswahl ihrer Anlagegüter einen auf Immobilien angepassten Auswahlprozess durch. Dabei kommen in der Praxis derzeit vorrangig quantitative Methoden (Ausfallwahrscheinlichkeiten, *VaR*, u. a. m.) gemeinsam mit qualitativen Methoden (Scoring-Modelle, Rating-Modelle, u. a. m.) zum Einsatz.<sup>319</sup> Des Weiteren spielen Aspekte des Portfoliomanagements eine wesentliche Rolle, wobei hier qualitative Analysen überwiegen.<sup>320</sup> Vor allem grosse Immobilieninvestoren wenden aber auch bereits seit etwa 40 Jahren rechnergestützte, quantitative Verfahren in der Analyse potentieller Investitionsgüter an.<sup>321</sup> Die verbreitete praktische Anwendung der MPT hat sich bislang noch nicht durchgesetzt, könnte nach Einschätzung von Wellner (2011) S. 18 jedoch in naher Zukunft erfolgen. In der wissenschaftlichen Auseinandersetzung existieren nämlich bereits seit längerem Modelle, die Immobilieninvestoren auf Basis der MPT in der Auswahl ihrer Anlagegüter unterstützen.<sup>322</sup>

FRIEDMAN (1971) zeigt schon einige Jahre bevor VERGARA (1977) dies für Bauprojekte nachweisen konnte, dass die klassische MPT nach MARKOWITZ grundsätzlich auch für die Optimierung von Immobilienportfolios angewandt werden kann. Es spielt dabei nach FRIEDMAN (1971) keine Rolle, ob es sich um reine Immobilienportfolios oder gemischte Portfolios aus Immobilien und Aktien handelt, solange die Renditen und die zugehörigen Standardabweichungen der einzelnen Investments genau bestimmt werden können.

MUELLER UND MUELLER (2003) untersuchen den Einfluss von öffentlich gehandelten (z. B. Real Estate Investment Trusts (REIT)) und privaten Immobilieninvestments (z. B. Derivat auf einen Immobilienpreisindex) auf die Rendite und die zugehörige Standardabweichung von gemischten Aktien-/Immobilienportfolios unter Verwendung der MPT nach MARKOWITZ genauer. Es wird dadurch einerseits bestätigt, dass die klassische MPT auch für Immobilienportfolien und gemischte Portfolien anwendbar ist. Andererseits wird nachgewiesen, dass sich eine Beifügung von Immobilieninvestments günstig auf das „Efficient Frontier“ (**Bild 23**) der möglichen rendite- und risikooptimalen Zusammensetzung der gemischten Aktien-/Immobilienportfolios auswirkt. Dies ist im Wesentlichen dadurch begründet, dass die Korrelation zwischen Aktien- und Immobilienrenditen geringer ausfällt und auch die Standardabweichung der Immobilienrenditen kleiner ist als dies üblicherweise bei Aktien der Fall ist.

HOESLI, et al. (2004) untersuchen den Diversifikationseffekt von nationalen und internationalen Immobilieninvestments und Aktienportfolios unter Verwendung der klassischen MPT. Die Ergebnisse zeigen, dass Immobilien effektive Möglichkeiten bieten

<sup>319</sup> Vgl. WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 20ff

<sup>320</sup> Vgl. WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 255

<sup>321</sup> Vgl. WILEY, R. J. (Real Estate Investment Analysis 1976) S. 591

<sup>322</sup> Vgl. etwa WELLNER, K. (Transforming Markowitz Portfolio Theory 2011)



um bestehende Aktienportfolios in Bezug auf Rendite und Standardabweichung zu optimieren. Dies gilt vor allem dann, wenn neben nationalen auch internationale Investments inkludiert werden.

Nichtsdestotrotz war die Anwendung der MPT auch für Immobilieninvestments lange Zeit umstritten<sup>323</sup>, wobei die grosse erforderliche Menge an Inputdaten und deren begrenzte Verfügbarkeit bei Immobilien – wie auch bei der Anwendung der MPT auf bauliche Immobilien – die Hauptkritikpunkte darstellen. Zudem wurde kritisiert, dass Immobilien die Prämissen der MPT (Kapitel 3.1.2) nicht optimal erfüllen. Die Rendite bei Immobilieninvestments ist häufig nicht streng normal verteilt. Zudem handelt es sich bei Immobilien – wie auch bei PPP-Projekten – um „illiquide Assets“<sup>324</sup>. Auch die Korrelation zwischen den einzelnen Immobilien bzw. Projekten ist weniger konstant als dies bei Wertpapieren unterschiedlicher Branchen der Fall ist. Zudem liegen wenige historische Daten vor, die eine belastbare Prognose hinsichtlich der zukünftigen Rendite- und Risikoentwicklung von Immobilien ermöglichen.<sup>325</sup>

WELLNER (2003) S. 155 legt in ihrer Doktorarbeit schlüssig dar, dass die Anwendung der MPT auch für Immobilieninvestments „...möglich und vor allem auch sinnvoll...“ ist. Sie kommt zu dem Ergebnis, dass „...die Portfolio Selection auch bei Immobilien-Portfolios zu einem optimierten Rendite-Risiko-Verhältnis führt. Bedingung dafür ist, dass die Restriktionen und theoretischen Hintergründe der MPT beachtet werden...“.<sup>326</sup> VIEZER (2010) S. 755 geht in seiner abschliessenden Einschätzung sogar weiter und postuliert, dass zukünftig vielleicht auch Eigenkapitalinvestoren – wie etwa Bauunternehmen, die sich an PPP-Projekten beteiligen – die MPT also nützliches Untersuchungsinstrument für sich entdecken könnten.

Hinsichtlich der grundsätzlichen Anwendbarkeit der MPT auf Immobilien merkt WELLNER (2003) S. 77 an, dass Immobilien aus portfoliotheoretischer Sicht sicherlich komplizierter zu handhaben sind als Wertpapiere. Umso entscheidender ist es daher, praxistaugliche Modelle zu entwickeln, die die wesentlichen Punkte berücksichtigen und sich nicht in komplizierten theoretischen Details verstricken, nur um die Realität um jeden Preis exakt modellieren zu können. VIEZER (2010) S. 753 betont diesbezüglich, dass die Portfoliotheorie für Immobilien anwendbar ist, jedoch die MPT den Eigenheiten des Anlagegutes Immobilie angepasst werden muss. Eine Reihe weiterer Veröffentlichungen erklärt zudem die Anwendung der MPT auf Immobilien grundsätzlich als sinnvoll.<sup>327</sup>

<sup>323</sup> Teilweise hält sich die Kritik bis heute (vgl. VIEZER, T. W. (Modern Portfolio Theory and Real Estate 2010) S. 747).

<sup>324</sup> Unter liquiden Assets versteht man Anlagen, die jederzeit ohne direkten Preiseinfluss handelbar sind. Typischerweise handelt es sich hierbei um Wertpapiere. Oft wird die Liquidität eines Assets auch ausschliesslich mit dessen kurzfristiger Handelbarkeit gleichgesetzt. Von illiquiden Assets spricht man folglich dann, wenn die kurzfristige Handelbarkeit einer Geldanlage nicht oder nur unter hohen Transaktionskosten gegeben ist (vgl. DIEPOLD, D. UND DZIENZIOL, J. (Illiquide Assets in der Portfoliooptimierung 2009) S. 1144f).

<sup>325</sup> Vgl. WORZALA, E. M. UND BAJTELSMIT, V. L. (Real Estate Asset Allocation 1997) S. 48 bzw. VIEZER, T. W. (Modern Portfolio Theory and Real Estate 2010) S. 747

<sup>326</sup> Vgl. WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 252

<sup>327</sup> Vgl. hierzu etwa die Aufstellung von WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 63, Fussnote 182

Aufbauend auf die identifizierten Kritikpunkte in der Anwendung der MPT auf den Real Estate Bereich wurde in den letzten Jahren die sogenannte „Modern Real Estate Portfolio Theory“ (MREPT) entwickelt, die sich mit der spezifischen Anpassung der MPT auf vollständige Real Estate Portfolien oder gemischte Portfolien beschäftigt.<sup>328</sup> In diesem Zusammenhang präsentiert etwa HINES (2009) einen Ansatz, der die Abweichung der erwarteten Renditen einer Immobilie und der unterstellten Normalverteilung mit Hilfe einer Monte Carlo Simulation bewertet, und so eine Einschätzung des begangenen Fehlers zulässt. Auch VIEZER (2010) S. 747ff legt für die identifizierten Probleme Lösungsvorschläge und Gegenargumente dar. Gem. seinen Untersuchungen ist das Argument von nicht-normalverteilten Renditen nicht haltbar, da auch die Renditeschwankungen von Aktien nicht exakt einer Normalverteilung folgen. Zudem ist für Immobilien eine statistische Renditeprognose – beispielsweise unter Anwendung der Monte Carlo Simulation – möglich. Die stärker schwankende Korrelation lässt sich entsprechend im Modell berücksichtigen, wobei die geringe Datenverfügbarkeit durch geeignete Modelle gelöst werden müsse.

Abschliessend betont VIEZER (2010) S. 747ff, dass die Kritik an der MPT im Zusammenhang mit Immobilien ausser Acht lässt, dass diese in jedem Fall zu einer Verbesserung des Status Quo führt, da für deren Anwendung eine vertiefte Risiko-Rendite-Analyse erforderlich ist, die zu einer Verbesserung der Entscheidungsqualität in Immobilienselektionsprozessen beiträgt.<sup>329</sup>

Wie sich gezeigt hat, ist die wissenschaftliche Entwicklung der Umsetzung der MPT im Zusammenhang mit Real Estate Portfolien deutlich weiter voran geschritten, als dies etwa bei Portfolien, die sich aus Bau- oder PPP-Projekten zusammensetzen, der Fall ist. Durch die Analyse von Forschungsergebnissen zur Anwendbarkeit der MPT im Real Estate Bereich kann die **Leitfrage 1** (Kapitel 2.4) zur Anwendbarkeit der Portfoliotheorie auf Unternehmen der Bauwirtschaft im Allgemeinen sowie auf SGE-PPP im Speziellen grundsätzlich positiv beantwortet werden. Die wissenschaftlichen Fortschritte in der Anwendung der MPT auf den Real Estate Bereich geben Anlass und sind zugleich Motivation, die MPT auch gezielt für den PPP-Projektselektionsprozess in Bauunternehmen anzuwenden.

Das Fazit zur **Leitfrage 1** ist damit bereits gezogen. Im nachfolgenden Kapitel wird zu allen Leitfragen der Praxis an die Forschung ein Resümee gezogen und es werden daraus in der Folge die Fragen der Forschung (Kapitel 3.4) sowie die Forschungslücke (Kapitel 3.5) abgeleitet.

---

<sup>328</sup> Vgl. SOUZA, L. A. (Modern Real Estate Portfolio Management 2014) S. 63ff

<sup>329</sup> Vgl. VIEZER, T. W. (Modern Portfolio Theory and Real Estate 2010) S. 754

### 3.3 Fazit zum Stand der Forschung und Beitrag zu den Fragen der Praxis

Zusammenfassend zum Stand der Forschung ist festzuhalten, dass die bisher gewonnenen Forschungsergebnisse nicht ausreichen, um alle Fragen der Praxis an die Forschung umfassend zu beantworten. Dies wird nachfolgend auf Basis der einzelnen Fragen der Praxis an die Forschung (vgl. Kapitel 2.4) deutlich.

**Leitfrage 1:** Ist eine Anwendung der Portfoliotheorie für Unternehmen der Bauwirtschaft im Allgemeinen sowie für die Selektion von PPP-Projekten im Speziellen möglich und sinnvoll?

Auf Grundlage der analysierten wissenschaftlichen Publikationen zur Anwendung der MPT auf Bauunternehmen (Kapitel 3.1) und auf den Real Estate Bereich (Kapitel 3.2) lässt sich zeigen, dass die grundsätzliche Anwendbarkeit der Portfoliotheorie auf klassische Bauprojekte und Immobilien gegeben ist. Aus dieser Erkenntnis lässt sich die Annahme ableiten, dass eine Anwendbarkeit der MPT auch für PPP-Projekte möglich sein wird. Diese Annahme wird durch die praktische Anwendung der Portfoliotheorie von Finanzinvestoren zur Auswahl von Infrastrukturprojekten gestützt (Kapitel 2.2).

**Offener Forschungsbedarf:** In gegenständlicher Arbeit ist nachzuweisen, ob die Annahme, dass die Anwendbarkeit der MPT auch für PPP-Projekte gegeben ist, zutrifft und in welcher Form die Integration der MPT in den PPP-Projektselektionsprozess erfolgen kann.

**Leitfrage 2:** Wie muss ein portfoliobasierter Projektselektionsprozess aufgebaut sein, um die zielgerichtete, rendite- und risikooptimale Auswahl von PPP-Projekten in Bauunternehmen zu erreichen?

VERGARA (1977) und ARCHER UND GHASEMZADEH (1999) schlagen Projektselektionsprozesse zur Auswahl von Bauprojekten bzw. Projekten im Allgemeinen vor, die plausibel erscheinen und sich als erste Gestaltungsansätze eignen. Darüber hinaus stellt WELLNER (2003) einen Ansatz zur portfoliobasierten Auswahl von Immobilien vor. Die Analyse des Standes der Forschung hat zudem gezeigt, dass zunehmend multi-kriterielle Entscheidungstheorien in Projektauswahlprozessen zum Einsatz kommen.

**Offener Forschungsbedarf:** Ein konkreter, portfoliobasierter Projektselektionsprozess für Bauunternehmen, die sich als industrielle, strategische Investoren um PPP-Projekte bewerben, fehlt bislang. Die Gestaltung dieses PPP-Projektselektionsprozesses ist wesentlicher Bestandteil der Forschungsleistung dieser Arbeit. Im Rahmen der Prozessgestaltung ist auch die Möglichkeit der Einbindung multi-kriterieller Entscheidungstheorien zu prüfen.

**Leitfrage 3:** Welche Eingangsdaten und Parameter müssen zur Verfügung stehen, um die Portfoliotheorie anwenden zu können und wie können diese Daten am Beispiel von PPP-Projekten mit ökonomisch gerechtfertigtem Aufwand ermittelt werden?

Grundsätzlich stellen die Renditen, die Risiken und die Korrelation zwischen den einzelnen Projekten die entscheidenden Eingangsgrößen für die Anwendung der Portfoliotheorie dar. Dies klingt zunächst banal. Im Detail ist es jedoch schwierig, diese Größen in geeigneter Form zu ermitteln, ohne dabei die Prämissen der MPT zu verletzen (Kapitel 3.1.2). Wie die Analyse des Standes der Forschung zeigt, stellt vor allem die Ermittlung und Bewertung der Risiken und der Korrelation für Bauprojekte ein Problem dar. KANGARI UND RIGGS (1988) weisen auf das Problem der Risikobewertung und Korrelationsermittlung hin und schlagen aufbauend auf einer quantitativen Risikobetrachtung die Verwendung des Risikos zur Korrelationsberechnung vor. Dieser Ansatz erscheint sinnvoll und ist im Zusammenhang mit PPP-Projekten eingehender zu untersuchen.

**Offener Forschungsbedarf:** Es ist festzuhalten, dass ein geeigneter Ansatz zur MPT-gerechten Bewertung und Berechnung der Renditen, der Risiken und der Korrelationen im Zusammenhang mit PPP-Projekten nicht aus dem bisherigen Stand der Forschung abgeleitet werden kann. Die für klassische Bauprojekte sowie für Immobilien vorliegenden Erkenntnisse zur Renditeberechnung, Risikobewertung und Korrelationsermittlung sind hinsichtlich ihrer Übertragbarkeit auf PPP-Projekte zu untersuchen und – sofern sinnvoll – an die spezifischen Charakteristika von PPP-Projekten (Langfristigkeit, Lebenszyklusorientierung, erweiterte Leistungsbereiche aus Planung, Bau, Betrieb, Erhaltung und Finanzierung) anzupassen.

**Leitfrage 4:** Wie können die spezifischen Charakteristika von PPP-Projekten hinsichtlich der Langfristigkeit, der Lebenszyklusorientierung und der erweiterten Leistungsbereiche aus Planung, Bau, Betrieb, Erhaltung und Finanzierung zielgerichtet in den Projektselektionsprozess einfließen, um zu einer portfoliobasierten, rendite- und risikooptimalen Auswahlentscheidung zu gelangen?

Da bislang ein geeigneter, portfoliobasierter PPP-Projektselektionsprozess für Bauunternehmen fehlt, fehlen auch Ansätze zur Berücksichtigung der spezifischen Charakteristika von PPP-Projekten im Rahmen dieses Prozesses.

**Offener Forschungsbedarf:** Die Adaptierung der MPT – erforderlichenfalls inkl. einer entsprechenden Kombination mit multi-kriteriellen Entscheidungstheorien – auf den PPP-Projektselektionsprozess ist wesentlicher Teil der Forschungsleistung dieser Arbeit. In der Gestaltung des portfoliobasierten, quantitativ-rationalen PPP-Projektselektionsmodells ist die zeitliche Dimension, die sich aus der Langfristigkeit und der Lebenszyklusorientierung ergibt, konsequent bei der Renditeberechnung, Risikobewertung und Korrelationsermittlung zu berücksichtigen. Des Weiteren hat sich der

erweiterte Leistungsbereich aus Planung, Bau, Betrieb, Erhaltung und Finanzierung in der Ermittlung der drei genannten Eingangsgrößen widerzuspiegeln.

### **3.4 Fragen der Forschung**

Auf Grundlage des Beitrages, den der aktuelle Stand der Forschung bereits zur Beantwortung der Fragen der Praxis leistet, lassen sich im Umkehrschluss bislang unbeantwortet gebliebene Fragestellungen der Praxis an die Forschung formulieren. Diese bisher offen gebliebenen Fragestellungen werden analog der zugrundeliegenden Leitfragen der Praxis gegliedert und lauten wie folgt:

#### **Forschungsfragen basierend auf Leitfrage 1 – Anwendbarkeit der MPT:**

- Kann die zugrundeliegende Annahme, dass eine Ausweitung des Anwendungsbereiches der MPT auf die Selektion von PPP-Projekten in Bauunternehmen möglich ist, bestätigt werden?
- In welchem Umfang und in welchen Teilen ist eine Adaption der klassischen MPT erforderlich, um eine zielgerichtete und praxistaugliche Anwendung im Rahmen des PPP-Projektselektionsprozesses zu erreichen?

#### **Forschungsfragen basierend auf Leitfrage 2 – Prozessgestaltung:**

- Aus welchen Modulen muss ein Projektselektionsprozess bestehen, um die zielgerichtete, rendite- und risikooptimale Selektion von PPP-Projekten in Bauunternehmen auf Basis der Portfoliotheorie zu ermöglichen?
- Für welche Elemente des PPP-Projektselektionsprozesses ist die MPT sinnvoll einsetzbar und für welche Elemente ist es zweckdienlich, zusätzlich multi-kriterielle Entscheidungstheorien einzubetten, um eine möglichst zielgerichtete und praxistaugliche Gestaltung des Projektselektionsprozesses zu erreichen?

#### **Forschungsfragen basierend auf Leitfrage 3 – Datenermittlung:**

- Wie können die Renditen für ein Portfolio aus PPP-Projekten berechnet werden, um einerseits praxistauglich sowie im Rahmen der MPT nutzbar zu sein und andererseits die spezifischen Charakteristika von PPP-Projekten hinsichtlich der langen Projektdauer, der Lebenszyklusorientierung und der verschiedenen Leistungsbereiche zu berücksichtigen?
- Wie können die Risiken für ein Portfolio von PPP-Projekten über die gesamte Projektdauer sowie unter Einbeziehung aller Leistungsbereiche ermittelt und quantifiziert werden und wie kann aus diesen Risiken das im Rahmen der MPT

verwendete Risikomass der Standardabweichung der Rendite abgeleitet werden?

- Wie kann die Korrelation zwischen den einzelnen Projekten in einem PPP-Projektportfolio auf quantitativer Basis berechnet werden?

#### **Forschungsfragen basierend auf Leitfrage 4 – PPP-spezifische Umsetzung:**

- Wie kann im Rahmen eines portfoliobasierten PPP-Projektselektionsmodells die Langfristigkeit von PPP-Projekten und die sich im Projektverlauf ändernde Risikobelastung berücksichtigt werden?
- Wie lässt sich die Langfristigkeit von PPP-Projekten in der Projektselektionsentscheidung in angemessener Weise berücksichtigen?
- Wie können sowohl:
  - der umfassende Leistungsbereich aus Planung, Bau, Betrieb, Erhaltung und Finanzierung, der von Bauunternehmen bei der Beteiligung an PPP-Projekten i. d. R. abgedeckt werden soll, als auch
  - die strategischen Anforderungen und Vorgaben des Bauunternehmens im Rahmen des PPP-Projektselektionsprozesses in holistischer Weise Berücksichtigung finden?

Diese Forschungsfragen bilden den Ausgangspunkt für gegenständliche Dissertation. Ihre Beantwortung bildet den Kern der Forschungsleistung dieser Arbeit.

### **3.5 Forschungslücke und Forschungsgegenstand**

Die Sinnhaftigkeit dieser Arbeit ergibt sich aus den oben genannten, offenen Fragen der Forschung, die bislang durch die Wissenschaftsgemeinschaft nicht oder nicht zielgerichtet für den PPP-Projektselektionsprozess in Bauunternehmen beantwortet wurden.

Die wissenschaftlich anerkannte MPT wird erfolgreich in diversen Projektauswahlprozessen eingesetzt und ist nachweislich auch für Bauprojekte geeignet. Besonders für die Entscheidung einer Beteiligung von Bauunternehmen an PPP-Projekten und den damit verbundenen Eigenkapitalinvestitionen erscheint die Verwendung dieser ursprünglich für die Finanzwirtschaft entwickelten Theorie als sinnvoll. Dennoch wird die MPT bislang nicht im PPP-Projektselektionsprozess von Bauunternehmen eingesetzt, da es an einem wissenschaftlich fundierten sowie spezifisch für diesen Einsatzbereich konzipierten Prozessmodell fehlt, das auf szientifischer Grundlage die MPT,

die individuellen Anforderungen von Bauunternehmen und die spezifischen Charakteristika von PPP-Projekten zu einem zielgerichteten Projektselektionsprozess vereint. Diese Forschungslücke wird durch vorliegende Arbeit geschlossen.

Hierzu wird eine wissenschaftlich fundierte Prozessanalytik entwickelt, die in einem portfoliobasierten, quantitativ-rationalen PPP-Projektselektionsmodell (PPP-PSM) mündet.

Die Gestaltung des PPP-PSM baut auf den wissenschaftlichen Erkenntnissen der Anwendung der MPT auf Bauprojekte auf und adaptiert die Portfoliotheorie gezielt auf die Selektion von PPP-Projekten. Dabei werden die spezifischen Charakteristika von PPP-Projekten hinsichtlich Langfristigkeit, Lebenszyklusansatz und der erweiterten Leistungsbereiche integriert und die sich im Projektablauf verändernde Renditeerwartung und Risikobelastung auf probabilistischer Basis berücksichtigt.

In die Prozessgestaltung werden des Weiteren die aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse des strategischen Bauunternehmensmanagements einbezogen. Zusätzlich werden aktuelle Forschungsergebnisse des Risikomanagements bei PPP-Projekten integriert.

Um zu einer zielgerichteten, risiko- und renditeoptimalen PPP-Projektselektionsentscheidung unter Berücksichtigung des Bestandsprojektportfolios zu gelangen, sind geeignete, mit den Zielen dieser Arbeit vereinbare Verfahren aus dem Bereich der multi-kriteriellen Entscheidungstheorie in das Gesamtmodell einzubetten.

Wie aus den vorherigen Absätzen hervor geht, besteht die Forschungsleistung dieser Arbeit nicht in der (Weiter-)Entwicklung einer spezifischen Theorie, sondern in der systematisierten, wissenschaftlich fundierten Synthese und der intentionalen Adaption vorhandener, wissenschaftlich erprobter Theorien zu einem zielgerichteten, portfoliobasierten, mehrheitlich quantitativ-rationalen Projektselektionsprozess für PPP-Projekte in Bauunternehmen.





## Teil B: Denklogische Modellkonzeptionierung

### 4 Lösungsansatz

Bislang wurde einerseits der Stand der Praxis bei Bauunternehmen und bei Finanzinvestoren sowie andererseits der Stand der Forschung hinsichtlich der Anwendbarkeit der Portfoliotheorie in Bauunternehmen sowie im Real Estate Bereich analysiert. Die Analyse des Standes der Praxis hat gezeigt, dass Finanzinvestoren, die sich mit Infrastrukturprojekten beschäftigen, portfolioretische Instrumente in der Projektselektion verwenden (Kapitel 2.3). Gem. des Standes der Forschung konnte die Annahme getroffen werden, dass eine Ausweitung des Anwendungsbereiches der Portfoliotheorie auf Bauunternehmen, die sich mit PPP-Projekten beschäftigen, mit hoher Wahrscheinlichkeit möglich und sinnvoll ist (Kapitel 3.3).

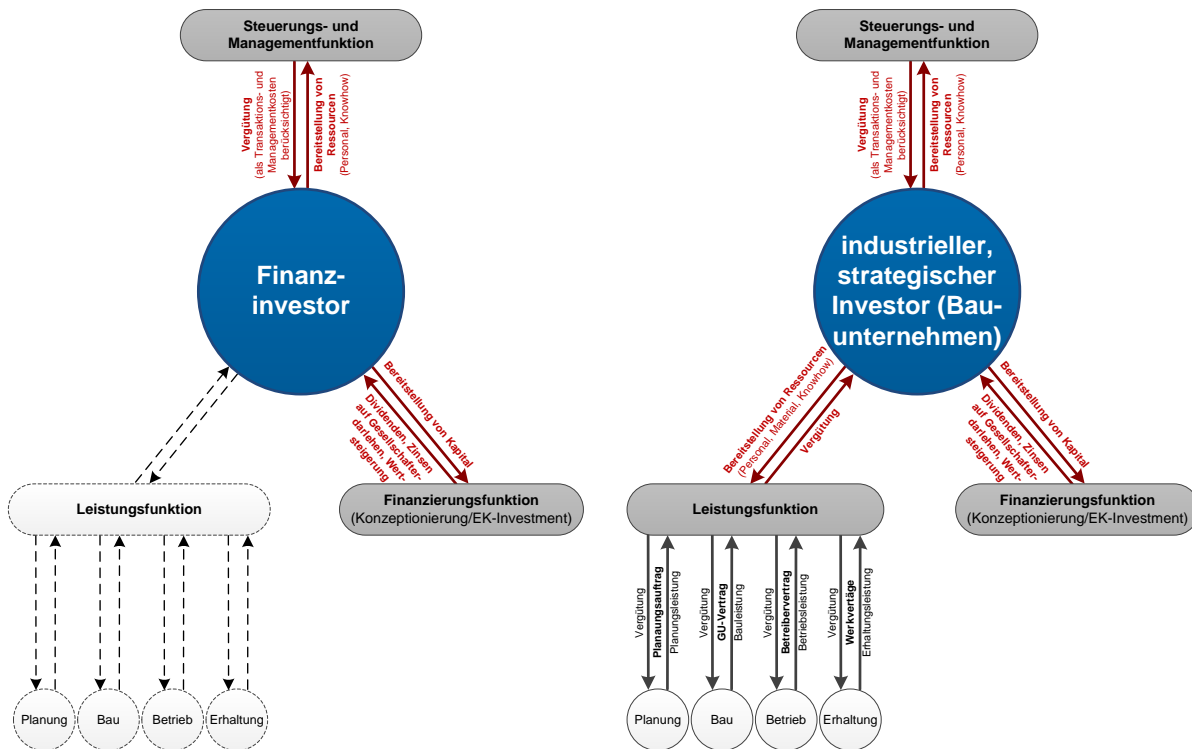
Auf Basis dieser Erkenntnisse wird in diesem Kapitel ein Projektselektionsmodell zur Auswahl von PPP-Projekten in Bauunternehmen konzipiert, das den derzeit üblichen PPP-Projektselektionsprozess in Bauunternehmen reformiert und um portfoliobasierte, quantitativ-rationale Elemente erweitert. Dabei werden die im Stand der Forschung identifizierten Nachteile im Zusammenhang mit einer Anwendung der Portfoliotheorie auf Bauprojekte (**Tabelle 10**) berücksichtigt und Lösungsvorschläge genannt, deren Umsetzbarkeit im weiteren Verlauf der Arbeit nachzuweisen ist.

#### 4.1 Vision und Konzeption des portfoliobasierten, quantitativ-rationalen PPP-PSM

Bevor mit der Konzeption des PPP-PSM begonnen wird, stellt sich die allgemeine Frage, warum im PPP-Bereich tätige Bauunternehmen nicht nach dem Prinzip der „Best-Practice“<sup>330</sup> Teile der in Kapitel 2.2 vorgestellten Projektselektionsprozesse von Finanzinvestoren übernehmen. Vor allem wenn Bauunternehmen im Akquisitionsprozess um ein neues PPP-Projekt mit Finanzinvestoren als Konsortialpartner zusammen arbeiten, wäre es ein Leichtes, die eigenen Prozesse mit denen des Partners zu vergleichen und entsprechend weiterzuentwickeln. Einen ersten Aufschluss darüber, weshalb dies nicht geschieht und eine Übernahme der Projektselektionsprozesse von Finanzinvestoren nicht ohne weiteres möglich ist, gibt nachfolgende Abbildung.

---

<sup>330</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Bauunternehmensmanagement 2010) S. 1027f



**Bild 26:** Vergleich des Leistungsspektrums bei PPP-Projekten von Finanzinvestoren und industriellen, strategischen Investoren (Bauunternehmen)<sup>331</sup>

Wie **Bild 26** zeigt, verfolgen industrielle, strategische Investoren wie Bauunternehmen neben der Steuerungs- und Managementfunktion und der Finanzierungsfunktion auch die Leistungsfunktion. Somit unterscheiden sie sich im Umfang der Beteiligung an PPP-Projekten entscheidend von Finanzinvestoren. Sie haben folglich neben den Renditezielen für das investierte Kapital noch andere Leistungsziele. Dementsprechend versuchen Bauunternehmen mit den erbrachten, realwirtschaftlichen Leistungen im Bereich der Planung, des Baus, des Betriebs und der Erhaltung Gewinne zu erwirtschaften. Sie verfolgen mit der Beteiligung an PPP-Projekten damit nicht ausschließlich finanzielle Interessen sondern stellen darüber hinaus strategische Überlegungen an.<sup>332</sup> Aus der anderen strategischen Ausrichtung von Bauunternehmen gegenüber Finanzinvestoren folgt, dass die einzelnen Prozesse konsequenterweise eine andere Ausrichtung haben sollten.<sup>333</sup> Aus diesem Grund ist es nicht sachgerecht, die mehrheitlich finanzwirtschaftlich orientierte Betrachtung der Finanzinvestoren zu übernehmen und im PPP-PSM abzubilden. Ein weiterer Grund, weshalb Bauunternehmen nicht auf die praxiserprobten Modelle von Finanzinvestoren zurückgreifen können, ist darin zu begründen, dass Bauunternehmen i. d. R. über deutlich geringere

<sup>331</sup> Eigene Darstellung

<sup>332</sup> Vgl. RAJAGOPAL, S. (Portfolio Management 2013) S. 95, WEBER, B. UND ALFEN, H. W. (Infrastructure as an Asset Class 2010) S. 151

<sup>333</sup> Vgl. Kapitel 1.1.5

Summen verfügen, die für PPP-Investments zur Verfügung stehen, als dies bei Finanzinvestoren der Fall ist. Folglich ist die Anzahl an Beteiligungen üblicherweise kleiner und die Projektselektionsentscheidung von weitreichenderer Bedeutung für das Bestandsprojektportfolio bzw. die SGE-PPP. Die Projektselektionsentscheidung sollte daher noch zielbewusster erfolgen. Dabei sind sowohl die Charakteristika des Bauunternehmens als auch diejenigen von potentiellen Neuprojekten umfassend zu berücksichtigen und zusammenzuführen.

Aus den genannten Gründen ist ein neues PPP-PSM für Bauunternehmen zu entwickeln, das neben der Betrachtung der Finanzierungs- und Managementfunktion auch die umfangreichen Tätigkeiten der Leistungsfunktion einbezieht und die zielgerichtete Selektion von zum Bauunternehmen passenden Projekten erlaubt.

#### 4.1.1 Vision für die Entwicklung des PPP-PSM

Der Bedarf nach einem PPP-PSM konnte in den vorangehenden Kapiteln nachgewiesen werden. Damit ist die Mission – der grundlegende Zweck und Auftrag dieses Forschungsprojektes – gegeben. Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der Vision dieser Arbeit. Darunter ist die Beschreibung des durch das PPP-PSM angestrebten Idealzustandes sowie der zu dessen Erreichung eingesetzten Kernelemente zu verstehen.<sup>334</sup> Die Vision wird in Bezugnahme auf die Ziele dieser Arbeit (Kapitel 1.3.1) und die Fragen der Forschung (Kapitel 3.4) formuliert und nachfolgend zusammengefasst.

Die vorliegende Arbeit dient der Entwicklung eines portfoliobasierten, quantitativ-rationalen Projektselektionsmodells für Bauunternehmen, die bereits über ein Bestandsprojektportfolio von PPP-Projekten verfügen und dieses durch die Akquisition von neuen PPP-Projekten gezielt erweitern und verbessern möchten. Das zu entwickelnde PPP-PSM wird durch folgende Eigenschaften bestimmt:

- gezielte Ausweitung des Anwendungsbereiches der MPT auf die PPP-Projektselektion in Bauunternehmen unter grösstmöglichem Ausgleich der Nachteile dieser Theorie,
- Berücksichtigung der Langfristigkeit von PPP-Projekten,
- Berücksichtigung der lebenszyklusorientierten Leistungsbereiche aus Planung, Bau, Betrieb, Erhaltung und Finanzierung,
- zielgerichtete Vorgehensweise in der Ermittlung desjenigen neuen PPP-Projektes, das sich rendite- und risikooptimal in das Bestandsprojektportfolio einfügt.

<sup>334</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Bauunternehmensmanagement 2010) S. 7f

Da die Konzeption des PPP-PSM unmittelbar von den im Stand der Forschung identifizierten Nachteilen der MPT tangiert wird, werden im Folgenden Lösungsansätze zu deren Ausgleich dargelegt. Im Anschluss daran wird das Grundkonzept des PPP-PSM unter Berücksichtigung dieser Lösungsansätze vorgestellt.

#### 4.1.2 Lösungsansätze für identifizierte Nachteile der MPT

In **Tabelle 10** sind die identifizierten Nachteile im Zusammenhang mit der Anwendung der MPT auf Bauprojekte zusammengefasst. Diese Nachteile sind, wie in der Vision erwähnt, in der Konzeption des PPP-PSM auf Basis des bisherigen Kenntnisstandes möglichst auszugleichen. Denkbare Lösungsansätze zu jedem identifizierten Nachteil fasst **Tabelle 11** zusammen.

**Tabelle 11:** Identifizierte Nachteile und Lösungsansätze zu deren Ausgleich im PPP-PSM

Nr.	identifizierter Nachteil	Beschreibung des Lösungsansatzes im PPP-PSM
1	<b>beschränktes Diversifikationspotential bei Investments ausschliesslich in Bauprojekte</b>	<p><b>Beschränkung des PPP-PSM auf grosse, international tätige Bauunternehmen</b></p> <p>Trotz des geringen Diversifikationspotentials wird der Ansatz, die MPT für die Projektselektion in Bauunternehmen zu nutzen, von GATES UND SCARPA (1977) unter Bezug auf die Arbeit von VERGARA UND BOYER (1977) als sehr brauchbar befürwortet. Es wird jedoch angemerkt, dass die Anwendung der Portfoliotheorie in der Projektselektion nur für grössere Bauunternehmen sinnvoll ist, da diese durch entsprechende Volumina in der Lage sind, ausreichend grosse Vorteile durch eine Diversifikation des Portfolios zu erzielen, um den zusätzlichen Aufwand zu rechtfertigen.<sup>335</sup> BAHÇECI UND WEISDORF (2014) S. 36 weisen in diesem Zusammenhang nach, dass bei grösseren Volumina ein ausreichendes Diversifikationspotential gegeben ist, selbst wenn sich die Investments rein auf Infrastrukturprojekte beziehen.<sup>336</sup> Das zu entwickelnde PPP-PSM ist auf Grund dieser Erkenntnisse ausschliesslich für grosse, international tätige Bauunternehmen zu konzipieren.</p>
2	<b>mangelnde Datenverfügbarkeit zum Zeitpunkt der Projektselektionsentscheidung</b>	<p><b>Berücksichtigung im PPP-PSM durch erhöhte Risikozuschläge</b></p> <p>Wie für alle quantitativen Modelle stellt eine geringe Verfügbarkeit belastbarer Inputdaten auch für das PPP-PSM ein Problem dar, das insb. in Ländern mit geringer PPP-Erfahrung und damit schlechter Datenbasis zum Tragen kommt. Die Unkenntnis der genauen Inputdaten kann analog von Unsicherheiten behandelt werden und ist über Risikozuschläge im PPP-PSM zu berücksichtigen.</p>

<sup>335</sup> Vgl. GATES, M. UND SCARPA, A. (Portfolio Theory 1977) S. 658

<sup>336</sup> Vgl. BAHÇECI, S. UND WEISDORF, M. (Characteristics of Infrastructure 2014) S. 36, Tabelle 4

Nr.	identifizierter Nachteil	Beschreibung des Lösungsansatzes im PPP-PSM
3	<b>MPT-konforme Risikobewertung bei Bauprojekten</b>	<p><b>Ableitung der zeitbezogenen Standardabweichung aus der quantitativen Risikobelastung</b></p> <p>Im Rahmen der MPT wird das Risiko ausschliesslich über die Standardabweichung berücksichtigt. Somit wird das Projektrisiko auf eine Zahl reduziert, was für Bauprojekte nicht sachgerecht erscheint (vgl. KANGARI UND RIGGS (1988)). Aus diesem Grund ist die Standardabweichung im PPP-PSM auf Basis der tatsächlichen quantitativen Risikobelastung herzuleiten. Wegen der Langfristigkeit von PPP-Projekten und der sich verändernden Risikobelastung ist der zeitliche Faktor ebenso zu berücksichtigen.</p>
4	<b>Ermittlung der Korrelation bei Bauprojekten</b>	<p><b>Korrelationsberechnung auf Basis der Risikoverläufe</b></p> <p>Um die Portfoliotheorie für Bauprojekte zielgerichtet anwenden zu können, schlagen KANGARI UND RIGGS (1988) vor, die Korrelationskoeffizienten auf Basis der Risiken zu ermitteln. Besonders bei PPP-Projekten erscheint dieser Ansatz als zweckmässig, da die unterschiedlichen PPP-Projektarten im zeitlichen Verlauf sehr unterschiedliche Risikobelastungen aufweisen. Daher erscheint im PPP-PSM die Korrelationsberechnung auf Basis des Risikos sachgerechter als eine Korrelationsberechnung auf Basis der Rendite. Deshalb wird der von KANGARI UND RIGGS (1988) vorgeschlagene Ansatz weiter verfolgt und in entsprechend angepasster Form im PPP-PSM umgesetzt.</p>
5	<b>mangelnde Betrachtung des Gesamtrisikos und der Risikotragfähigkeit</b>	<p><b>Berechnung der Risikobelastung und der Risikotragfähigkeit vor der Selektion neuer PPP-Projekte</b></p> <p>Das durch Bestandsprojekte übernommene Gesamtrisiko kommt im Rahmen der klassischen Portfoliotheorie durch die Standardabweichung des Portfolios zum Ausdruck. Das sagt jedoch noch nichts über das Risiko aus, das maximal durch das Bauunternehmen übernommen werden kann. Als Ergänzung der bisher angewandten, portfoliotheoretischen Modelle ist daher die Risikotragfähigkeit des Unternehmens als Randbedingung in das PPP-PSM zu integrieren.</p>

Nr.	identifizierter Nachteil	Beschreibung des Lösungsansatzes im PPP-PSM
6	<b>fehlende Berücksichtigung von Markteintrittsrisiken</b>	<p><b>Vorselektion von Zielländern und Zielmärkten</b></p> <p>Die Addition von Risiken im Zusammenhang mit dem Eintritt in neue Märkte zu einem konkreten neuen Projekt erscheint nicht sachgerecht. Grundsätzlich handelt es sich bei der Entscheidung des Eintritts in neue Zielländer und Zielmärkte um eine strategische Entscheidung. Diese ist, wie andere strategische Überlegungen auch, im Rahmen einer Vorauswahl von Zielländern und Zielmärkten entsprechend zu berücksichtigen. Darüber hinaus können höhere, projektespezifische Risiken – wie etwa möglich höhere Subunternehmerpreise in Folge schlechter Marktkenntnis – bei der Risikobewertung des jeweiligen PPP-Projektes quantitativ berücksichtigt werden. Eine entsprechende strategische Vorselektion von Zielländern und Zielmärkten auf Basis der Unternehmensstrategie ist vor Anwendung des PPP-PSM durchzuführen.</p>

### 4.1.3 Grundkonzeption und Modellansatz des PPP-PSM

Aufbauend auf der Vision, den genannten Lösungsansätzen zu den identifizierten Nachteilen der MPT, den weiteren Erkenntnissen aus dem Stand der Forschung sowie den Rückschlüssen aus dem Stand der Praxis wird nachfolgend das PPP-PSM denklogisch konzipiert.<sup>337</sup>

Aus dem Stand der Forschung wurden neben der grundsätzlichen Anwendbarkeit der MPT im Rahmen des PPP-PSM weitere zu berücksichtigende Erkenntnisse zu Grundkonzepten der portfoliobasierten Modellbildung gewonnen, die hier Anwendung finden. In diesem Zusammenhang sind insb. die vorgeschlagenen Modelle von VERGARA<sup>338</sup> (Kapitel 3.1.3.1) und ARCHER UND GHASEMZADEH<sup>339</sup> (**Bild 25**) zu nennen. Ebenso ist das von WELLNER<sup>340</sup> für Immobilien konzipierte Modell zu berücksichtigen und wenn möglich auf Bauunternehmen, die sich mit PPP-Projekten auseinandersetzen, anzupassen.

Wie im Stand der Praxis gezeigt wurde (vgl. Kapitel 2 bzw. ergänzend **Bild 26**), spielen in der Akquisition von PPP-Projekten bei industriellen, strategischen Investoren – anders als bei Finanzinvestoren – auf Grund des erweiterten Leistungsbereiches neben rein finanzwirtschaftlichen auch weitere, tendenziell qualitative Kriterien eine Rolle. Um ein praxistaugliches Modell für Bauunternehmen zu entwickeln, wird auf

<sup>337</sup> Teile dieses Kapitels wurden vorab publiziert in WEISSENBOCK, S. UND GIRMSCHIED, G. (PPP Project Selection Model 2013).

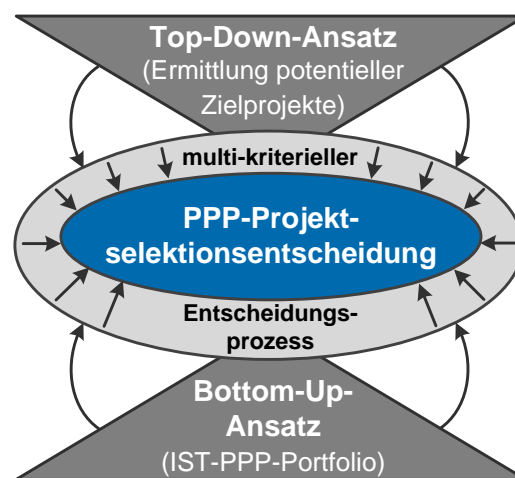
<sup>338</sup> Vgl. VERGARA, A. J. (Portfolio Theory in Construction 1977), VERGARA, A. J. UND BOYER, L. T. (Portfolio Theory 1977)

<sup>339</sup> Vgl. ARCHER, N. P. UND GHASEMZADEH, F. (Framework for Portfolio Selection 1999)

<sup>340</sup> Vgl. WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003), WELLNER, K. (Transforming Markowitz Portfolio Theory 2011)

diese Erkenntnisse zurückgegriffen und im PPP-PSM eine qualitative, die strategische Ausrichtung von Bauunternehmen berücksichtigende Komponente eingeführt. Die identifizierten Schwächen sind dabei entsprechend zu beheben (Kapitel 2.1.3).

Zur ganzheitlichen Berücksichtigung von quantitativ-rationalen und qualitativ-subjektiven Elementen in Managemententscheidungsprozessen eignet sich die Anwendung des aus den Managementwissenschaften stammenden Gegenstromprinzips.<sup>341</sup> Aus diesem Grund wird dieses in der Grundkonzeption des PPP-PSM aufgegriffen und entsprechend auf gewärtige Problemstellung adaptiert (**Bild 27**).



**Bild 27:** Grundkonzeption des PPP-PSM auf Basis des Gegenstromprinzips<sup>342</sup>

Wie in **Bild 27** dargestellt ist, bildet die Analyse des PPP-Bestandsprojektportfolios (IST-PPP-Portfolios) den ersten Analyseschritt im PPP-PSM. Dabei wird das IST-PPP-Portfolio ausgehend von den einzelnen PPP-Projekten „Bottom-Up“<sup>343</sup> analysiert. Die Erweiterung des IST-PPP-Portfolios durch potentiell zukünftige Zielprojekte wird diesem gegenüber gestellt. Die Ermittlung der Zielprojekte erfolgt ausgehend von der Unternehmensstrategie „Top-Down“<sup>344</sup> und trägt damit in besonderem Mass dem Unterschied zwischen industriellen, strategischen Investoren (Bauunternehmen) und Finanzinvestoren (**Bild 26**) Rechnung. Aus der Synthese der beiden „gegenläufigen Ströme“ folgt schliesslich die PPP-Projektselektionsentscheidung auf Basis eines multi-kriteriellen Entscheidungsprozesses.

<sup>341</sup> Vgl. STAEHLE, W. H. (Management 1994) S. 516f; WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 230f hat die Anwendung dieses Prinzips zudem für die Auswahl von Immobilien vorgeschlagen und entsprechend angepasst. Die sinnvolle Anwendbarkeit des Gegenstromprinzips im Immobilienselektionsprozess stützt die Anwendung dieses Prinzips auf den PPP-Projektselektionsprozess.

<sup>342</sup> In Anlehnung an WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 52

<sup>343</sup> Vgl. SCHULTE, K.-W. (Handbuch Corporate Real Estate Management 2004) S. 228

<sup>344</sup> Vgl. SCHULTE, K.-W. (Handbuch Corporate Real Estate Management 2004) S. 227

Der aufbauend auf diese Grundkonzeption gestaltete Modellansatz für das PPP-PSM ist nachfolgend in **Bild 28** dargestellt und gliedert sich entsprechend der drei „Kern-elemente“ des Grundkonzeptes (**Bild 27**) in drei Module:

- **Modul 1** – „Bottom-Up“-Analyse des Bestandsprojektportfolios von PPP-Projekten (IST-PPP-Portfolio), die das Bauunternehmen bereits erfolgreich akquirieren konnte und deren Vertragsende noch nicht erreicht ist,
- **Modul 2** – „Top-Down“-Ermittlung von potentiell zukünftigen Zielprojekten, die aus strategischen Gesichtspunkten für eine Akquisition in Frage kommen, und
- **Modul 3** – multi-kriterieller Entscheidungsprozess, der unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus Modul 1 und 2 zu einer PPP-Projektselektionsentscheidung führt.



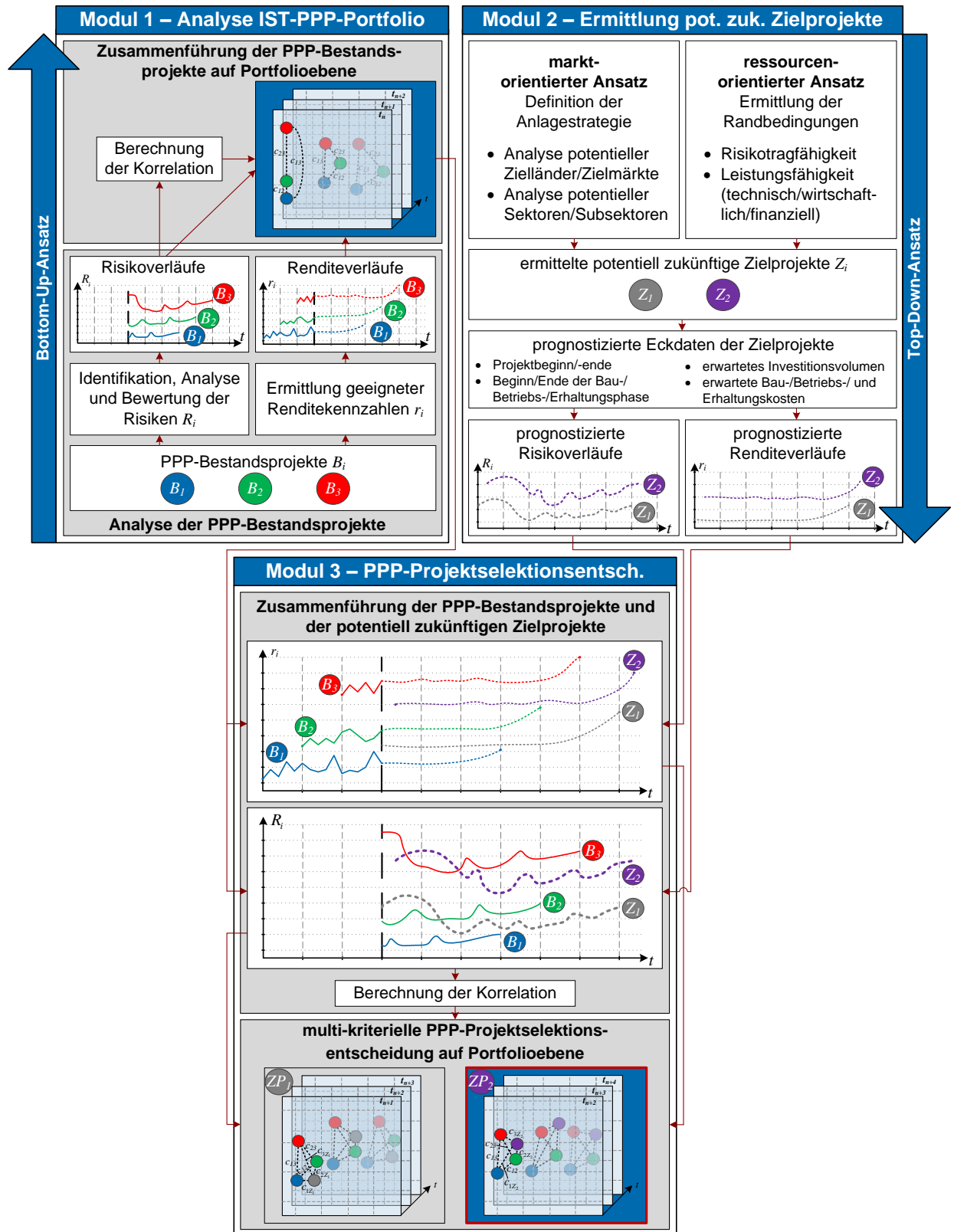


Bild 28: Modellansatz des PPP-PSM<sup>345</sup>

<sup>345</sup> Eigene Darstellung

Nachfolgend wird der gewählte Modellansatz des PPP-PSM für jedes einzelne Modul beschrieben und die jeweilige Zielsetzung fixiert. Die konkrete Umsetzung der drei einzelnen Module erfolgt in den Kapiteln 6 bis 8.

## 4.2 Modul 1 – Analyse des IST-PPP-Portfolios

Ziel von Modul 1 ist die Analyse des IST-PPP-Portfolios eines Bauunternehmens. Diese Analyse wird „Bottom-Up“, also ausgehend von den einzelnen PPP-Bestandsprojekten, durchgeführt und zielgerichtet so gestaltet, dass die anschliessende Zusammenführung der Projekte zu einem Portfolio auf Basis der MPT erfolgen kann. In diesem Zusammenhang ist zu zeigen, wie die zur Anwendung der Portfoliotheorie erforderlichen Grössen der Rendite, der Standardabweichung (als Mass des Risikos) sowie der Korrelation für PPP-Projekte ermittelt werden können, ohne die Prämissen der MPT zu verletzen.

In einem ersten Schritt zur Zielerreichung sind die durch PPP-Projekte übernommenen Einzelrisiken zu identifizieren, zu quantifizieren und im zeitlichen Verlauf zu aggregieren. BUSCH UND GIRMSCHIED (2005) S. 784 betonen in diesem Zusammenhang, dass eine fundierte Kenntnis über die bereits eingegangenen Risiken für Bauunternehmen unerlässlich ist, bevor durch Akquisition neuer Projekte weitere Risiken übernommen werden. Dies gilt in besonderem Mass für die mit sehr weitreichenden Risiken behafteten PPP-Projekte (Kapitel 1.2). Folglich muss ein Bauunternehmen, das die Bewerbung um neue PPP-Projekte beabsichtigt, Kenntnis über die Risiken der bereits im Bestand befindlichen PPP-Projekte besitzen. Nach GIRMSCHIED (2011) S. 177 reduzieren sich die Risiken bei PPP-Projekten mit fortschreitender Projektdauer bis zum Konzessionsende. Diese Veränderung der Risiken im Zeitablauf ist zu berücksichtigen. Da die genaue Bewertung der Risiken einen grossen Aufwand bedeutet, ist eine sinnvolle Beschränkung auf relevante PPP-Projektrisiken, die seitens des Bauunternehmens zu tragen sind, vorzunehmen und der allgemeine Risikomanagementprozess (**Bild 35**) erforderlichenfalls zu adaptieren. In einem weiteren Schritt ist zu zeigen, wie das quantitativ ermittelte Risiko als Standardabweichung der Rendite ausgedrückt werden kann, damit es im Rahmen der MPT angewandt werden kann.

In der Ermittlung der Renditen der einzelnen Projekte sind sowohl die bereits erzielten Renditen als auch die zukünftig zu erwartenden Renditen aus den PPP-Bestandsprojekten zu berücksichtigen. Welche der zur Verfügung stehenden Renditekenngrossen sich für die PPP-Projektselektion am besten eignet, ist im Zuge der Ausarbeitung des Moduls 1 festzulegen (Kapitel 6.2).

Um die Zusammenführung der einzelnen PPP-Bestandsprojekte auf Portfolioebene unter Anwendung der MPT zu erreichen, ist neben dem Risiko und der Rendite auch

die Korrelation zwischen den einzelnen Projekten zu ermitteln. Die Ermittlung der Korrelation kann, wie von KANGARI UND RIGGS (1988) angedacht (Kapitel 3.1.3.5), auf Basis des Risikos erfolgen. Im PPP-PSM werden hierfür die zeitlichen Risikoverläufe herangezogen.

Nach Ermittlung der Korrelationskoeffizienten kann zum Abschluss von Modul 1 die Portfoliorendite und das Portfoliorisiko des IST-PPP-Portfolios berechnet werden. Um der Langfristigkeit von PPP-Projekten Rechnung zu tragen, wird die Erhaltung der zeitlichen Komponente im PPP-PSM angestrebt und die Portfoliorenditen und -risiken, sofern möglich, im zeitlichen Kontext dargestellt (**Bild 28**).

### 4.3 Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte

Ziel von Modul 2 ist die Vorauswahl und Quantifizierung von potentiell zukünftigen Zielprojekten, die sich für eine intendierte Erweiterung des IST-PPP-Portfolios eignen. Dabei ist zu beachten, dass das PPP-PSM die derzeit in der Praxis angewandten PPP-Projektselektionsprozesse nicht ersetzen, sondern in optimaler, quantitativ-rationaler Weise erweitern soll. Dem Umstand, dass sich Bauunternehmen als industrielle, strategische Investoren an PPP-Projekten beteiligen, ist Rechnung zu tragen. Folglich bildet die strategische Ausrichtung des Bauunternehmens den Ausgangspunkt. Auf der Unternehmensstrategie basierend sind potentielle, zur Unternehmensstrategie passende Zielprojekte „Top-Down“ zu ermitteln und zielgerichtet für eine spätere portfoliobasierte PPP-Projektselektionsentscheidung durch Rendite- und Risikoverläufe zu charakterisieren.

Nach GIRMSCHIED (2010) S. 38 wird die strategische Ausrichtung von Bauunternehmen oder SGE durch die marktorientierte sowie die ressourcenorientierte Sichtweise determiniert. Übertragen auf den PPP-Projektselektionsprozess werden daher auf Basis der marktorientierten Sichtweise potentielle, für eine Neuakquisition aus strategischen Überlegungen in Frage kommende Zielländer und Zielmärkte identifiziert. Die ressourcenorientierte Sichtweise gibt schliesslich die Randbedingungen für potentielle Neuakquisitionen (Risikotragfähigkeit, Leistungsfähigkeit, etc.) vor, die als limitierende Faktoren in der Auswahl potentiell zukünftiger Zielprojekte zu berücksichtigen sind.<sup>346</sup> Es ist vorwegzunehmen, dass die strategische Vorauswahl von Zielprojekten nicht den Kern der gegenständlichen Arbeit darstellt. Viel mehr liegt der Fokus auf der mathematischen, quantitativ-rationalen Umsetzung des PPP-PSM. Das PPP-PSM zieht daher die derzeit in Bauunternehmen angewandten PPP-Projektselektionsprozesse zur qualitativen Vorauswahl von PPP-Projekten heran und erweitert diese optimal um ein quantitativ-rationales Element. Dadurch ist auch eine flexible Anwendung

<sup>346</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Bauunternehmensmanagement 2010) S. 38 und S. 261ff

des PPP-PSM in den unterschiedlichen Bauunternehmen der Praxis ohne grossen Aufwand gewährleistet.

Für die strategisch vorausgewählten, potentiell zukünftigen Zielprojekte werden in weiterer Folge die geplanten zeitlichen Rahmenbedingungen (Projektbeginn/-ende, Bauzeit, etc.) ermittelt sowie die anzustrebenden Renditen und die zu erwartenden Einzelrisiken prognostiziert. Die anzustrebenden Gesamrenditen sind üblicherweise durch Unternehmensvorgaben festgelegt (vgl. Kapitel 2.1.2.3.3) und in der Angebotskalkulation entsprechend zu berücksichtigen. Der zeitliche Renditeverlauf kann jedoch von Projekt zu Projekt variieren (vgl. Kapitel 2.2.3.2) und ist für jedes Zielprojekt entsprechend anzugeben. Die jährlichen, aggregierten Risikokosten zur Ermittlung des charakteristischen Risikoverlaufs sind auf Basis statistisch vorliegender Daten, volkswirtschaftlicher Kenngrössen sowie Erfahrungswerten von Referenzprojekten für jedes potentiell zukünftige Zielprojekt zu evaluieren. Als Ergebnis von Modul 2 erhält man den prognostizierten zeitlichen Verlauf der Renditen und der Risiken für alle vorausgewählten, potentiell zukünftigen Zielprojekte  $Z_i$  (**Bild 28**).

#### 4.4 Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung

Die Zielvorgabe für Modul 3 besteht darin, aus den in Modul 2 vorausgewählten, potentiell zukünftigen Zielprojekten  $Z_i$  dasjenige zu ermitteln, das sich am rendite- und risikooptimalsten in das in Modul 1 analysierte IST-PPP-Portfolio einfügt. Modul 3 beinhaltet somit die eigentliche PPP-Projektselektionsentscheidung und bildet den Abschluss des im PPP-PSM durchlaufenen Projektselektionsprozesses.

Am Ende von Modul 1 werden die Portfoliorendite und das Portfoliorisiko des IST-PPP-Portfolios im zeitlichen Kontext berechnet. Modul 2 liefert als Ergebnis die prognostizierten, zeitlichen Verläufe der Renditen und der Risiken für alle vorausgewählten, potentiell zukünftigen Zielprojekte. In Modul 3 werden nun die Ergebnisse aus den Modulen 1 und 2 zusammengeführt und dasjenige potentiell zukünftige Zielprojekt selektiert, das sich aus portfoliotheoretischen Überlegungen am besten in das IST-PPP-Portfolio integriert. Da die Entscheidungsfindung auf portfoliotheoretischer Basis erfolgt, bilden die Portfoliorendite und das Portfoliorisiko die Zielkriterien, die es durch die PPP-Projektselektionsentscheidung zu optimieren gilt. Es handelt sich somit um ein multi-kriterielles Entscheidungsproblem, da zwei Zielkriterien vorliegen. Die Anzahl an Lösungsmöglichkeiten für dieses Problem ist durch die Anzahl an identifizierten, potentiell zukünftigen Zielprojekten begrenzt. Somit liegt ein diskreter Lösungsraum vor. Unter diesen Rahmenbedingungen ist ein optimales multi-kriterielles, quantitativ-rationales Entscheidungsverfahren auszuwählen (Kapitel 5.3.5), das in Modul 3 in entsprechend adaptierter Form angewandt wird und als Ergebnis zur eigentlichen PPP-Projektselektionsentscheidung führt. Durch die Anwendung eines

multi-kriteriellen Entscheidungsverfahrens wird die angestrebte, zielgerichtete Vorgehensweise in der Ermittlung desjenigen PPP-Projektes, das sich rendite- und risiko-optimal in das Bestandsprojektportfolio einfügt, erreicht. Des Weiteren wird durch eine durchgängige Berücksichtigung der Projektdauer in allen drei Modulen der Langfristigkeit von PPP-Projekten in angemessener Weise Rechnung getragen. Darüber hinaus wird durch die Kombination der MPT mit multi-kriteriellen Verfahren die aktuelle wissenschaftliche Entwicklung einbezogen. Während andere wissenschaftliche Publikationen<sup>347</sup> jedoch die MPT gezielt durch multi-kriterielle Verfahren ersetzen, versucht gegenständliche Arbeit die Vorteile der MPT und die Vorteile multi-kriterieller Verfahren in zielgerichteter Weise zu vereinen.

Nachfolgend erfolgt in Teil C die denklogisch-deduktive Ausgestaltung des vorgestellten Lösungsansatzes. Dabei wird zunächst die grundlegende Forschungsmethodik erläutert und in weiterer Folge auf die drei einzelnen Module im Detail eingegangen.

---

<sup>347</sup> Vgl. ARCHER, N. P. UND GHASEMZADEH, F. (Framework for Portfolio Selection 1999), RAVANSHADNIA, M., et al. (Hybrid Fuzzy MADM Project-Selection Model 2010) bzw. Kapitel 3.1.3



# Teil C: Denklogisch-deduktive Modellgestaltung

## 5 Forschungsmethodik

### 5.1 Grundlegendes Wissenschaftsverständnis

Gegenständliche Arbeit ist dem Wissenschaftsbereich der Baubetriebswissenschaften zuzuordnen. Der von GIRMSCHIED (2000) für diesen Wissenschaftsbereich entwickelte Lebenszyklus- und Forschungsansatz „Systemanbieter Bau (SysBau®)“<sup>348</sup> trägt in besonderem Mass dem Umstand Rechnung, dass die Baubetriebswissenschaften „...als symbiotische Schnittmenge zwischen den allgemeinen Betriebswissenschaften und den Bauingenieurwissenschaften...“<sup>349</sup> zu verstehen sind. Folglich eignet sich aus forschungsmethodischer Sicht die Verwendung dieses Forschungsansatzes ausserordentlich für gegenständliche Arbeit, die die zielgerichtete Transformation von betriebswirtschaftlichen Instrumenten, wie der Portfoliotheorie, zur Lösung bauunternehmens- und bauprojektspezifischer Problemstellungen, wie der mangelhaften PPP-Projektselektion, zum Inhalt hat.

In thematischer Hinsicht setzt sich der SysBau®-Ansatz mit Leistungserstellungs-, Management- und Supportprozesses der Bauwirtschaft auseinander. Schwerpunkte bilden dabei u. a. Problemstellungen im Zusammenhang mit neuen Projektabwicklungsformen (PPP, u. a. m.), das Risikomanagement in Bauunternehmen sowie das quantitative Entscheiden.<sup>350</sup> Die genannten Themenbereiche werden allesamt durch vorliegende Arbeit tangiert.

#### 5.1.1 Wissenschaftsphilosophische Einordnung

In einem grösseren, wissenschaftsphilosophischen Kontext hat GIRMSCHIED<sup>351</sup> den SysBau®-Ansatz in die Lehre der drei Welten nach POPPER<sup>352</sup> eingebettet.

---

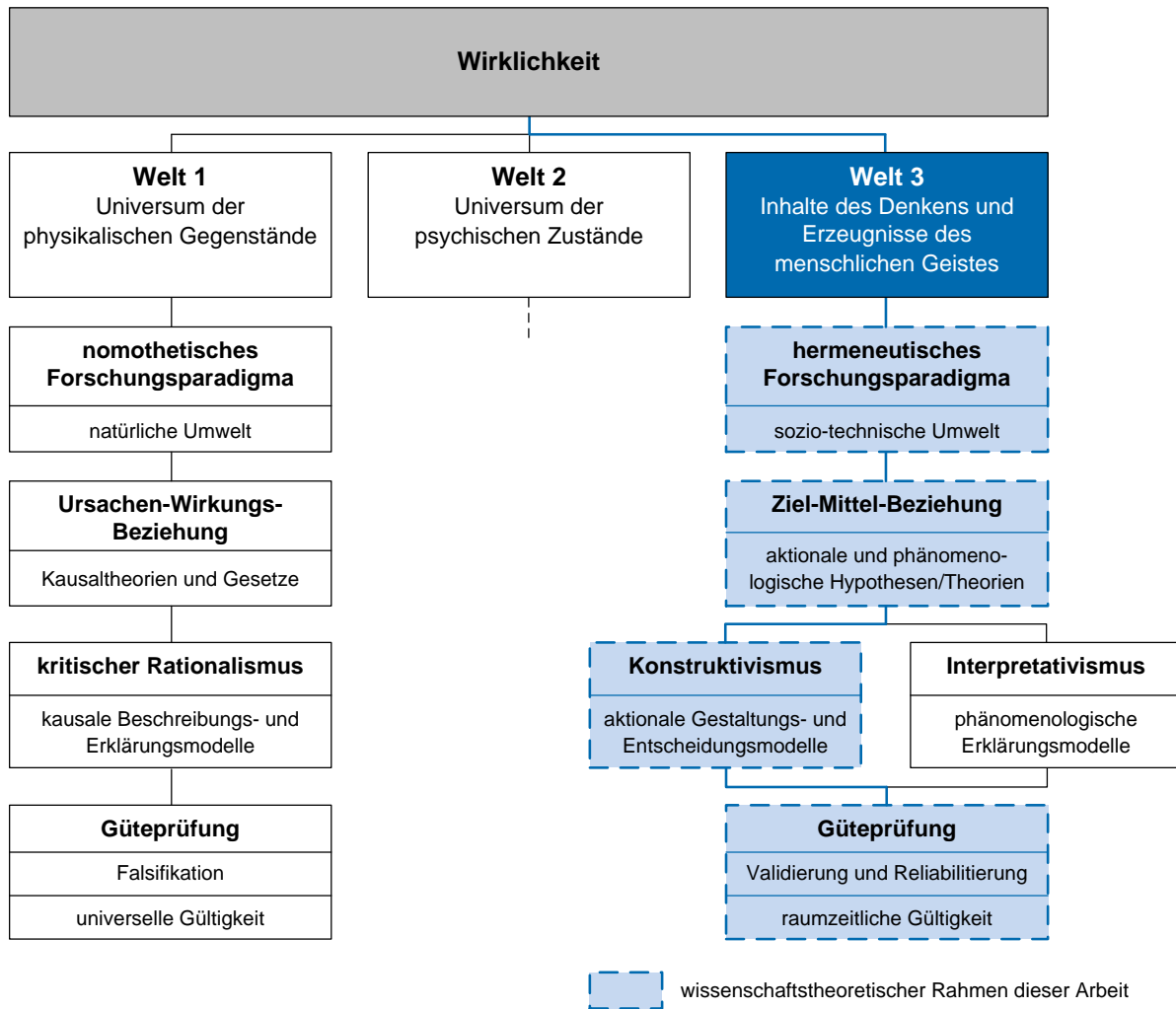
<sup>348</sup> Unter dem Forschungsansatz „Systemanbieter Bau (SysBau®) versteht man „...ein strategisches Querschnitts- und Leitthema, das auf Grund des normativen Forschungsleitbilds [...] Forschungsprojekte im Schwerpunkt Baubetriebswissenschaften miteinander verknüpft...“ (GIRMSCHIED, G. (Forschung Bauprozess-/Bauunternehmensmanagement 2015) S. 3).

<sup>349</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Forschung Bauprozess-/Bauunternehmensmanagement 2015) S. 6

<sup>350</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Forschung Bauprozess-/Bauunternehmensmanagement 2015) S. 1

<sup>351</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Forschungsmethodik 2007) S. 66ff

<sup>352</sup> Vgl. POPPER, K. R. UND ECCLES, J. C. (Das Ich und sein Gehirn 1987) S. 61ff, POPPER, K. R. (Auf der Suche nach einer besseren Welt 2006) S. 16ff



**Bild 29:** Einordnung der gegenständlichen Arbeit in das Weltbild der Wissenschaftstheorie<sup>353</sup>

Wie **Bild 29** zeigt, bezeichnet die erste Welt das Universum der physikalischen Gegenstände und wird u. a. durch die naturwissenschaftlichen Basiswissenschaften der Physik, der Chemie, der Mathematik und den klassischen Ingenieurwissenschaften<sup>354</sup> erforscht. Hierbei kommt dem nomothetischen Forschungsparadigma unter Anwendung des von POPPER begründeten<sup>355</sup> kritischen Rationalismus eine entscheidende Bedeutung zu.<sup>356</sup> Die in der ersten Welt gewonnenen Erkenntnisse sind von universeller Gültigkeit und daher auch in anderen Forschungsbereichen nicht vernachlässigbar.

<sup>353</sup> Weitgehend in Anlehnung an GIRMSCHIED, G. (Forschungsmethodik 2007) S. 67; vgl. zudem POPPER, K. R. UND ECCLES, J. C. (Das Ich und sein Gehirn 1987) S. 61ff

<sup>354</sup> Laut POPPER, K. R. (Auf der Suche nach einer besseren Welt 2006) S. 36 gibt es auch gute Argumente dafür, die genannten Disziplinen neben der Welt 1 auch in die Welt 3 einzuordnen. Den Ausgangspunkt für die in der Physik, der Chemie und der Mathematik gewonnenen Erkenntnisse bildet jedoch zweifellos die uns umgebende, physische Umwelt (Welt 1).

<sup>355</sup> Vgl. SEIFFERT, H. UND RADNITZKY, G. H. (Handlexikon zur Wissenschaftstheorie 1989) S. 177ff

<sup>356</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Forschungsmethodik 2007) S. 69



Die zweite Welt beschäftigt sich mit dem Universum der psychischen Zustände und wird etwa durch die Psychologie wissenschaftlich ergründet. Sie hat für gegenständliche Arbeit keine unmittelbare Bedeutung.<sup>357</sup>

Die dritte Welt nach POPPER beschäftigt sich mit den Inhalten des Denkens und den Erzeugnissen des menschlichen Geistes. Diese dritte Welt wird u. a. durch die geistigen Erzeugnisse der Baubetriebswissenschaften mit den in diesem Wissenschaftsbereich entwickelten Erklärungs-, Gestaltungs-, Prozess- und Entscheidungsmodellen mitgestaltet.<sup>358</sup> Neue Erkenntnisse im Bereich der Welt 3 werden durch das Verstehen, Beschreiben und Gestalten von Zusammenhängen und Abläufen erzielt und folgen somit einem hermeneutischen Forschungsparadigma.<sup>359</sup> Zur Anwendung der Hermeneutik<sup>360</sup> bedarf es notwendig eines Forschungszieles sowie der Festlegung von Mitteln, die zur Erreichung dieses Zieles angewandt werden (Festlegung einer intendierten Ziel-Mittel-Beziehung). In Abhängigkeit davon, ob das formulierte Ziel ausschliesslich das Verstehen und Beschreiben oder das aktive Gestalten zum Inhalt hat, ist als Mittel zur Zielerreichung die Anwendung eines interpretativistischen oder eines konstruktivistischen Forschungsprozesses erforderlich.<sup>361</sup>

Ziel der gegenständlichen Arbeit ist die Entwicklung eines PPP-PSM für Bauunternehmen, das der Rationalisierung von Projektselektionsentscheidungen dient. Wie daraus bereits hervorgeht, handelt es sich beim PPP-PSM um ein Entscheidungsmodell, das zur aktiven Gestaltung der bauunternehmensspezifischen Umwelt beiträgt. Entsprechend der zugrundeliegenden wissenschaftsphilosophischen Verankerung in der Lehre von den drei Welten nach POPPER<sup>362</sup> ist das PPP-PSM in die Welt 3 einzuordnen (vgl. **Bild 29**) und erfordert zur Zielerreichung die intendierte Umsetzung eines konstruktivistischen Forschungsprozesses in Anlehnung an VON GLASERSFELD<sup>363, 364</sup>

Im nachfolgenden Kapitel wird der Forschungsprozess der vorliegenden Arbeit in der gebotenen Tiefe behandelt.

## 5.1.2 Forschungsprozess

Wie bereits beschrieben wurde, erfordert die hermeneutische Forschung der Welt 3 nach POPPER sowie die Anwendung des Konstruktivismus nach VON GLASERSFELD<sup>365</sup>

---

<sup>357</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Forschungsmethodik 2007) S. 66ff

<sup>358</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Forschungsmethodik 2007) S. 66ff, POPPER, K. R. (Auf der Suche nach einer besseren Welt 2006) S. 18ff

<sup>359</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Forschungsmethodik 2007) S. 66ff

<sup>360</sup> Unter der Hermeneutik versteht man die Kunst der Auslegung und Erklärung sowie des Verstehens von Sinnzusammenhängen (vgl. SEIFFERT, H. UND RADNITZKY, G. H. (Handlexikon zur Wissenschaftstheorie 1989) S. 127ff).

<sup>361</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Forschungsmethodik 2007) S. 69

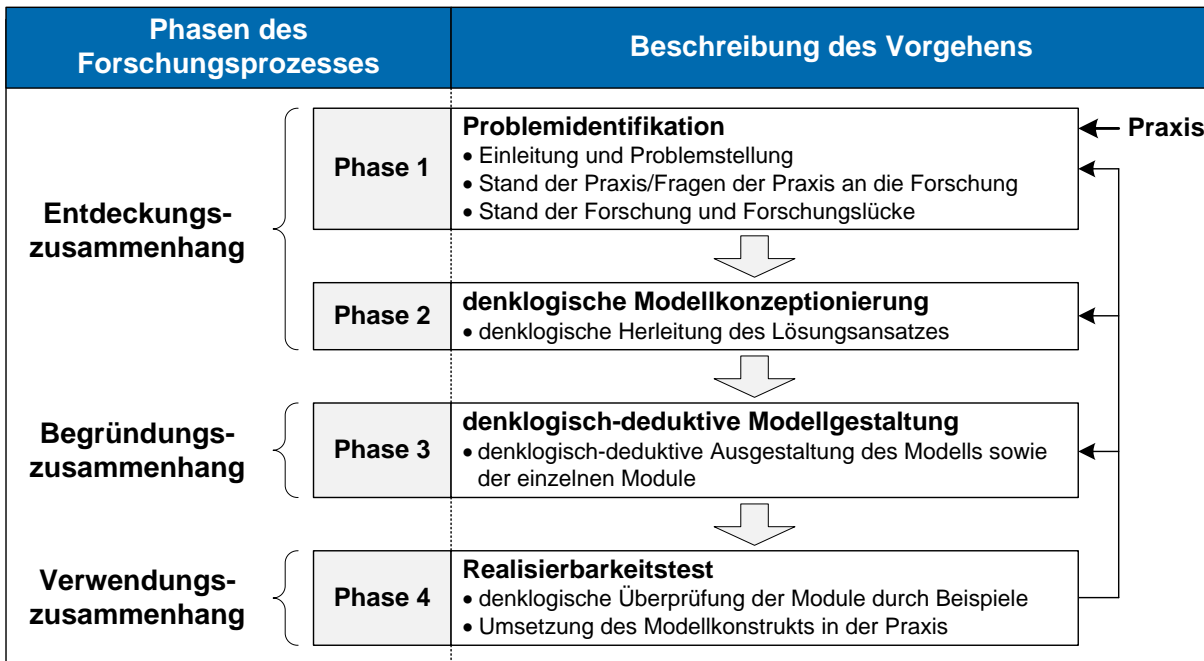
<sup>362</sup> Vgl. POPPER, K. R. UND ECCLES, J. C. (Das Ich und sein Gehirn 1987) S. 61ff, POPPER, K. R. (Auf der Suche nach einer besseren Welt 2006) S. 16ff

<sup>363</sup> Vgl. VON GLASERSFELD, E. (Radikaler Konstruktivismus 1996), VON GLASERSFELD, E., et al. (Radical Constructivism 2007)

<sup>364</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Forschungsmethodik 2007) S. 73

<sup>365</sup> Vgl. VON GLASERSFELD, E. (Radikaler Konstruktivismus 1996), VON GLASERSFELD, E., et al. (Radical Constructivism 2007)

die Begründung der intendierten Ziel-Mittel-Beziehung. Aus der intentionalen Anwendung von Mitteln zur zielgerichteten Lösung einer identifizierten Problemstellung lässt sich ein denklogischer Forschungsprozess ableiten. Dieser folgt dem von GIRMSCHEID (2007) vorgeschlagenen Grundkonzept der Erkenntnisgewinnung<sup>366</sup> und gliedert sich – angepasst an dieses Forschungsvorhaben – in vier Phasen (**Bild 30**).



**Bild 30:** Phasen des Forschungsprozesses und Beschreibung des Vorgehens<sup>367</sup>

### 5.1.2.1 Phase 1: Problemidentifikation

Die erste Phase beschäftigt sich im Entdeckungszusammenhang mit der Problemidentifikation. Wie in der Problemstellung (Kapitel 1.2) und im Stand der Praxis bei Bauunternehmen (Kapitel 2.1) gezeigt, genügt die derzeitige Gestaltung des PPP-Projektselektionsprozesses nicht dem erweiterten Anforderungsbereich grosser, international tätiger Bauunternehmen, die sich um lebenszyklusorientierte und eigenkapitalintensive Projekte wie etwa PPP-Projekte bemühen. In der Darlegung des Standes der Praxis bei Finanzinvestoren (Kapitel 2.2) konnte die Anwendung der Portfoliotheorie zur Unterstützung der Projektselektionsprozesse als Verbesserungspotential identifiziert werden. Dieses wurde im Stand der Forschung (Kapitel 3) hin-

<sup>366</sup> Vgl. GIRMSCHEID, G. (Forschungsmethodik 2007) S. 28

<sup>367</sup> Weitgehend in Anlehnung an GIRMSCHEID, G. (Forschungsmethodik 2007) S. 28 bzw. S. 105ff sowie BUSCH, T. A. (Risikomanagement-Prozessmodell 2005) S. 99

sichtlich der Adaptierbarkeit auf Bauunternehmen überprüft. Aus der Differenz zwischen dem Stand der Forschung und dem Stand der Praxis konnte schliesslich die Forschungslücke abgeleitet werden (Kapitel 3.5).

#### 5.1.2.2 Phase 2: Denklogische Modellkonzeptionierung

Aufbauend auf die Problemidentifikation erfolgte in der zweiten Phase des Entdeckungszusammenhangs die konzeptionelle Gestaltung des PPP-PSM (Kapitel 4). Das hermeneutische Modellkonstrukt wurde dabei denklogisch unter Berücksichtigung der Anforderungen der Praxis, der Erkenntnisse der Forschung sowie der identifizierten Forschungslücke hergeleitet. Der dabei generierte, portfoliotheoretische Lösungsansatz rückt den Erfolg des Bauunternehmens bzw. der SGE-PPP in den Mittelpunkt (**Bild 28**). Ein neues PPP-Projekt muss unter gegebenen Randbedingungen zu einer möglichst grossen Verbesserung des Risiko-Rendite-Profiles des Unternehmens/der SGE-PPP führen. Dies setzt die Analyse des IST-PPP-Portfolios, die ausgehend von den Einzelprojekten „Bottom-Up“ durchgeführt wird, voraus. Zur Ergänzung dieses IST-PPP-Portfolios werden basierend auf den strategischen Vorgaben sowie den Randbedingungen des Bauunternehmens/der SGE-PPP potentiell zukünftige Zielprojekte „Top-Down“ ermittelt. Jedes identifizierte, potentiell zukünftige Zielprojekt wird durch seinen Rendite- und Risikoverlauf charakterisiert. Das optimale neue PPP-Projekt, das im Zuge des PPP-Projektselektionsprozesses akquiriert werden soll, wird aus der Symbiose des IST-PPP-Portfolios und der potentiell zukünftigen Zielprojekte ermittelt und ist dadurch charakterisiert, dass es das IST-PPP-Portfolio rendite- und risikooptimal ergänzt.

Basierend auf dieser denklogischen Modellkonzeptionierung wurde das grundlegende Modellkonstrukt des PPP-PSM in drei Module gegliedert (vgl. Kapitel 0):

- Modul 1 – Analyse des IST-PPP-Portfolios („Bottom-Up“),
- Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte („Top-Down“) und
- Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung.

#### 5.1.2.3 Phase 3: Denklogisch-deduktive Modellgestaltung

Anders als Forschungsvorhaben, die der Welt 1 nach POPPER zuzuordnen sind, erfordert die Grundkonzeption eines Forschungsvorhabens unter Anwendung des hermeneutischen Forschungsparadigmas der Welt 3 keine Begründung von Ursachen-Wirkungsbeziehungen sondern vielmehr eine Begründung der intendierten Ziel-Mittel-Beziehungen. In Phase 3 wird diese Begründung im Begründungszusammenhang dargelegt und es wird gezeigt, dass das im Entdeckungszusammenhang der Phase 2 denklogisch hergeleitete Modellkonstrukt zu einer zielgerichteten Lösung der in

Phase 1 aufgezeigten Probleme führt. Für die zielgerichtete und wissenschaftlich korrekte Ausgestaltung des PPP-PSM wird ein theoretischer Bezugsrahmen verwendet, der einerseits der denklogisch-deduktiven Strukturierung des Gesamtmodellkonstrukts dient und somit dessen Viabilität sicherstellt, und andererseits die valide Ausgestaltung jedes einzelnen Moduls gewährleistet.

Zur Sicherstellung der Viabilität des Gesamtmodellkonstrukts des PPP-PSM wird in gegenständlicher Dissertation die Verwendung der kybernetischen Systemtheorie nach VON BERTALANFFY<sup>368</sup>, ASHBY<sup>369</sup> und WIENER<sup>370</sup> vorgeschlagen.

In dieses auf Basis der kybernetischen Systemtheorie geschaffene, viable Gesamtmodellkonstrukt werden erprobte und nachweislich geeignete Theorien und Instrumente zur validen Ausgestaltung des PPP-PSM eingebettet. Wie erwähnt, steht die Anwendung der MPT im Zentrum der in gegenständlicher Arbeit unternommenen Forschungsanstrengungen. Darüber hinaus kommen weitere Theorien und Instrumente zur Anwendung. Nachfolgende Aufstellung zeigt, welche Theorien und Instrumente in den einzelnen Modulen die forschungsmethodische Grundlage für die valide Modellgestaltung bilden:

- **Modul 1 – Analyse des IST-PPP-Portfolios** (Kapitel 6)
  - Modern Portfolio Theory (MPT),
  - Risikomanagementtheorie,
  - Investitionsrechnung.
- **Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte** (Kapitel 7)
  - Strategisches Bauunternehmensmanagement,
  - Risikomanagementtheorie,
  - Investitionsrechnung.
- **Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung** (Kapitel 8)
  - Modern Portfolio Theory (MPT),
  - multi-kriterielle Entscheidungstheorie,
  - Risikomanagementtheorie,
  - Investitionsrechnung.

---

<sup>368</sup> Vgl. VON BERTALANFFY, L. (General System Theory 1968), VON BERTALANFFY, L. (General System Theory 1973)

<sup>369</sup> Vgl. ASHBY, W. R. (Cybernetics 1971)

<sup>370</sup> Vgl. WIENER, N. (Kybernetik 1969), WIENER, N. (Cybernetics 1991), WIENER, N. (Kybernetik 1992)

Die Summe aus den genannten Theorien und Instrumenten zur Sicherstellung eines viablen Gesamtmodells sowie zur validen Ausgestaltung der einzelnen Module bildet den theoretischen Bezugsrahmen dieser Arbeit. Dieser wird gesondert in den Kapiteln 5.2 und 5.3 behandelt.

#### 5.1.2.4 Phase 4: Realisierbarkeitstest

Mit Hilfe des Realisierbarkeitstests wird im Verwendungszusammenhang überprüft, ob die beabsichtigte Zielwirkung erreicht wurde und das entwickelte PPP-PSM tatsächlich zu einer Lösung der im Entdeckungszusammenhang ermittelten Probleme führt. Des Weiteren ist zu zeigen, wie die gewonnenen Erkenntnisse in die Praxis von Bauunternehmen überführt werden können.<sup>371</sup>

Da für einen umfassenden Realisierbarkeitstest die entsprechende Datenbasis nicht zur Verfügung steht und die einzelnen Module des PPP-PSM unabhängig voneinander betrachtet werden können, wird der Realisierbarkeitstest in gegenständlicher Arbeit in Form von drei praxisnahen und plausiblen Beispielen umgesetzt. Diese finden sich für das Modul 1 in Kapitel 9.1, für das Modul 2 in Kapitel 9.2 sowie für das abschliessende Modul 3 in Kapitel 9.3 der vorliegenden Arbeit.

## 5.2 Theoretischer Bezugsrahmen zur Sicherstellung der Viabilität des PPP-PSM

Nachfolgend wird der verwendete theoretische Bezugsrahmen zur Sicherstellung einer viablen Modellgestaltung vorgestellt und beschrieben, wie sich die Auswahl der verwendeten Theorie ergibt.

### 5.2.1 Festlegung der verwendeten Theorie

Wie VON GLASERSFELD (1996) S. 55 ausführt, ist die in gegenständlicher Arbeit angewandte, konstruktivistische Forschung (vgl. **Bild 29**) „...unverhohlen instrumentalistisch. [...] [Sie] ersetzt den Begriff der Wahrheit (im Sinne der wahren Abbildung einer von uns unabhängigen Realität) durch den Begriff der Viabilität innerhalb der Erfahrungswelt der Subjekte. [...] [Die konstruktivistische Forschung] verwirft folglich alle metaphysischen Verpflichtungen und beansprucht nicht mehr zu sein, als ein [...] Denkmodell für die [...] Welt, die wir »erkennen« können...“.

Zur Bildung dieses Denkmodells sind auf Grund der instrumentalistischen Grundhaltung „Werkzeuge“ anzuwenden, die die geforderte Viabilität des erdachten Modells gewährleisten. Wie SIMON (2007) S. 12 ausführt, komplementiert insb. die Systemthe-

---

<sup>371</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Forschungsmethodik 2007) S. 106

orie den Konstruktivismus in besonderer Weise. Gemeinsam bilden der Konstruktivismus und die Systemtheorie auch das, was gemeinhin „...als „systemisches Denken“ bezeichnet wird...“.<sup>372</sup> Wie SIMON (2007) weiter ausführt, ist der Begriff des „systemischen Denkens“ gleichzusetzen mit dem systemtheoretischen Erklären, oder – in anderen Worten ausgedrückt – „...[systemisches] Denken verwendet Erklärungen, die sich aus der Systemtheorie ableiten lassen...“.<sup>373</sup>

Damit ergibt sich aus der wissenschaftsphilosophischen Einordnung der vorliegenden Arbeit in die Welt 3 nach POPPER unter Anwendung des konstruktivistischen Forschungsparadigmas nach VON GLASERSFELD, dass die Systemtheorie zur Sicherstellung einer viablen Modellgestaltung heranzuziehen ist.

Bereits HASELOFF (1967) S. 12 stellt fest, dass sich die Systemtheorie nach und nach mit aus der Kybernetik kommenden Einflüssen vermischt und letztlich eine gemeinsame Theorie gebildet hat. Diese gemeinsame Theorie wird als „kybernetische Systemtheorie“ bezeichnet.<sup>374</sup>

Nachfolgend wird die kybernetische Systemtheorie, die den theoretischen Bezugsrahmen zur viablen Gestaltung des PPP-PSM liefert, in der angemessenen Tiefe vorgestellt.

## 5.2.2 Kybernetische Systemtheorie

### 5.2.2.1 Grundlagen zur kybernetischen Systemtheorie

Die allgemeine Systemtheorie wurde ab den 1930er Jahren<sup>375</sup> durch den österreichischen Biologen LUDWIG VON BERTALANFFY<sup>376</sup> geprägt. Seine Arbeiten bilden gemeinsam mit den Hauptwerken zur Kybernetik von ASHBY<sup>377</sup> und WIENER<sup>378</sup> die wissenschaftliche Grundlage der kybernetischen Systemtheorie.

Grundsätzlich handelt es sich bei der kybernetischen Systemtheorie um einen Ansatz, der in verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen wie den Sozialwissenschaften, den Naturwissenschaften,<sup>379</sup> aber auch den Ingenieur- und Baubetriebswissenschaften „...zur Abbildung der realen Wirklichkeit im (un)realen Modell herangezogen wird.“<sup>380</sup> Auf Grund der interdisziplinären Anwendbarkeit der kybernetischen Systemtheorie eignet sich diese besonders gut für die Gestaltung des PPP-PSM, das bautechnische

<sup>372</sup> Vgl. SIMON, F. B. (Systemtheorie und Konstruktivismus 2007) S. 12

<sup>373</sup> Vgl. SIMON, F. B. (Systemtheorie und Konstruktivismus 2007) S. 12

<sup>374</sup> Vgl. LUTTERER, W. (Systemtheorie 2005) S. 205ff

<sup>375</sup> Vgl. ROPOHL, G. (Systemtheorie der Technik 1999) S. 72

<sup>376</sup> Vgl. VON BERTALANFFY, L. (General System Theory 1968), VON BERTALANFFY, L. (General System Theory 1973)

<sup>377</sup> Vgl. ASHBY, W. R. (Cybernetics 1971)

<sup>378</sup> Vgl. WIENER, N. (Kybernetik 1969), WIENER, N. (Cybernetics 1991), WIENER, N. (Kybernetik 1992)

<sup>379</sup> Vgl. SEIFFERT, H. UND RADNITZKY, G. H. (Handlexikon zur Wissenschaftstheorie 1989) S. 329ff

<sup>380</sup> Vgl. RINAS, T. (Kooperationen und Vertriebskonzepte im Fertigteilebau 2012)

und betriebswirtschaftliche Elemente in sich vereint. Allerdings ist wegen der vielseitigen Anwendbarkeit eine entsprechende Präzisierung und Anpassung an den jeweiligen Forschungsgegenstand erforderlich, welche für die vorliegende Arbeit in Kapitel 5.2.3 vorgenommen wird.

Bei der systemtheoretischen Modellierung ist im Auge zu behalten, dass das geschaffene Modell nur eine Abbildung der Realität darstellt, die in verkürzter Weise und ohne Anspruch auf umfassende Vollständigkeit die wesentlichen Elemente der Realität beschreibt, um damit einem eindeutigen Einsatzzweck gerecht zu werden.<sup>381</sup> Systemtheoretische Modelle sind damit von der Umwelt abzugrenzen, um das angestrebte Ziel mit der notwendigen Vereinfachung zu erreichen. Nichtsdestotrotz bleibt ständig ein Konnex zur Umwelt bestehen um das Modell nicht losgelöst von der Realität zu isolieren. Systemtheoretische Modelle sind damit gewissermassen „...geschlossen und offen zugleich...“.<sup>382</sup> Wie LUHMANN (2006) S. 52f ausführlich, ist das systemtheoretische Modell in operativer Hinsicht jedoch in jedem Fall geschlossen, da „...das System nur im Kontext eigener Operationen operieren kann und dabei auf die mit eben diesen Operationen erzeugten Strukturen angewiesen ist...“.

Daraus ergibt sich, dass in der systemtheoretischen Betrachtung der Systemdefinition und der Systemabgrenzung eine besondere Bedeutung zukommt.

#### 5.2.2.1.1 Systemdefinition und Systemabgrenzung

Für die auch als „Systemdeutung“ bezeichnete Festlegung der Systemdefinition und -abgrenzung stehen drei grundlegende Systemkonzepte zur Auswahl (**Bild 31**):<sup>383</sup>

- a) das hierarchische Systemkonzept,
- b) das strukturelle Systemkonzept und
- c) das funktionale Systemkonzept.

Das hierarchische Systemkonzept betont den Umstand, dass einzelne Teile des Systems wiederum für sich genommen als „...Systeme, das System selbst aber seinerseits als Teil eines [noch] umfassenderen Systems angesehen werden können.“<sup>384</sup>

Das strukturelle Systemkonzept untergliedert das System in Subsysteme<sup>385</sup> und stellt die kybernetischen Beziehungen, die als Relationen bezeichnet werden, dar. Bei der

<sup>381</sup> Vgl. ROPOHL, G. (Systemtheorie der Technik 1999) S. 84f

<sup>382</sup> Vgl. RINAS, T. (Kooperationen und Vertriebskonzepte im Fertigteilbau 2012) S. 93

<sup>383</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Forschungsmethodik 2007) S. 200ff, ROPOHL, G. (Systemtheorie der Technik 1999) S. 75f

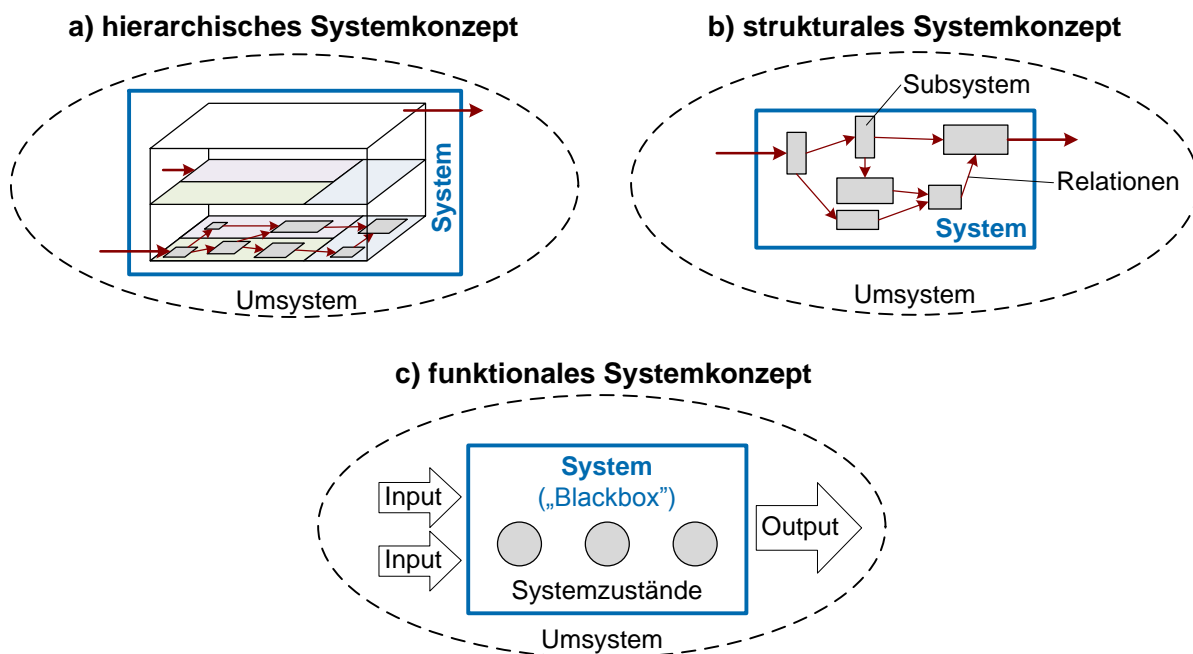
<sup>384</sup> Vgl. ROPOHL, G. (Systemtheorie der Technik 1999) S. 77

<sup>385</sup> Sofern es sich bei einem Subsystem um ein „...austauschbares, komplexes Element innerhalb eines Gesamtsystems [...] handelt[,] das eine geschlossene Funktionseinheit bildet...“, können diese Subsysteme auch als „Module“ bezeichnet werden (vgl. BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT GMBH (Modul 2015)).

Anwendung des strukturalen Konzeptes wird die Erreichung der konstruktivistisch geforderten Ziel-Mittel-Beziehung durch den aus der Abfolge der Relationen definierten Prozess gewährleistet.<sup>386</sup>

Das funktionale Systemkonzept stellt das System als „Blackbox“ dar, für das Inputgrößen, das Outputziel sowie Systemzustände definiert werden, ohne die inneren Strukturen und Vorgänge der „Blackbox“ im Detail aufzuzeigen.<sup>387</sup>

Nach ROPOHL (1999) schliessen die drei beschriebenen, grundlegenden Systemkonzepte „...einander keineswegs aus, sondern können leicht miteinander verbunden werden.“ Die meisten in der Praxis oder Forschung angewandten Modelle vereinigen alle drei Konzepte in unterschiedlich starker Ausprägung in sich. Wie sich das Systemkonzept des PPP-PSM definiert, ist in Kapitel 5.2.3 festgelegt.



**Bild 31:** Konzepte der Systemdeutung (= Systemdefinition und -abgrenzung)<sup>388</sup>

### 5.2.2.1.2 Statische und dynamische Systeme

Neben der Systemdefinition und -abgrenzung ist bei Anwendung der Systemtheorie auch hinsichtlich der zeitlichen Veränderlichkeit von Systemen zu unterscheiden. Hier hat sich eine Differenzierung zwischen:<sup>389</sup>

<sup>386</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Forschungsmethodik 2007) S. 201

<sup>387</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Forschungsmethodik 2007) S. 200, ROPOHL, G. (Systemtheorie der Technik 1999) S. 75

<sup>388</sup> In Anlehnung an GIRMSCHIED, G. (Forschungsmethodik 2007) S. 200f sowie ROPOHL, G. (Systemtheorie der Technik 1999) S. 76

<sup>389</sup> Vgl. SEIFFERT, H. UND RADNITZKY, G. H. (Handlexikon zur Wissenschaftstheorie 1989) S. 334f



- statischen Systemen, die sich dauerhaft in einem Gleichgewichtszustand befinden und daher im Zeitablauf unverändert bleiben, und
- dynamischen Systemen, bei denen zumindest ein Systemelement eine Abhängigkeit von der Zeit aufweist,

etabliert. Die Einordnung des PPP-PSM in die Gruppe der dynamischen Systeme ergibt sich bereits aus der Langfristigkeit von PPP-Projekten und den sich im Zeitablauf verändernden Renditen und Risiken. Diese Vorwegnahme der Einordnung liegt darin begründet, dass sie wesentlich für die Verwendung der kybernetischen Systemtheorie (und nicht nur der klassischen, tendenziell statischen Systemtheorie) ist.

#### 5.2.2.1.3 *Kybernetik – Kunst der Steuerung dynamischer Systeme*

Unter der Kybernetik, die entscheidend vom britischen Psychiater WILLIAM R. ASHBY<sup>390</sup> und vom amerikanischen Mathematiker NORBERT WIENER<sup>391</sup> geprägt wurde, versteht man die Theorie von den geregelten bzw. sich selbst regulierenden dynamischen Systemen. Während die Systemtheorie entscheidend zur Systemdefinition und Systemabgrenzung beiträgt, beschäftigt sich die Kybernetik mit den Relationen zwischen den Systemelementen und der Steuerung sowie Regulierung eines dynamisch gestalteten, systemtheoretischen Modellkonstrukts.

Wie LUHMANN (1994) S. 326 in einer ersten abstrakten Näherung ausführt, „...geht es bei Steuerung immer um Verringerung einer Differenz...“. Diese Differenz besteht bei einem konstruktivistisch-hermeneutischen Modell in der Abweichung zwischen dem angestrebten Ziel (SOLL) und dem Ausgangszustand (IST).<sup>392</sup> Das geschaffene Modell fungiert als Mittel zur Annäherung des IST-Zustandes an den SOLL-Zustand. Ob der angestrebte SOLL-Zustand erreicht wurde, wird durch eine Messung der Zielerreichung festgestellt. Falls nach dem Durchlaufen des geschaffenen Systems eine Differenz zwischen SOLL und IST festzustellen ist, ist das System zu justieren und der Prozess erneut zu durchlaufen. Dieser als „Rückkopplung“ bezeichnete Regelungsprozess, der in Verbindung mit dem erneuten Systemdurchlauf zu einem Regelkreis wird, bildet das Kernelement der kybernetischen Systemtheorie (**Bild 32**).<sup>393</sup> Durch eine solche Rückkopplung wird das geschaffene Modellkonstrukt mit der Fähigkeit ausgestattet, sich einer verändernden Umweltsituation fortschreitend anzupassen und den veränderten IST-Zustand immer wieder möglichst Richtung des angestrebten SOLL-Zustandes zu verschieben. Des Weiteren wird durch Implementierung der Rückkopplung die ständige Weiterentwicklung des Modells sichergestellt.<sup>394</sup>

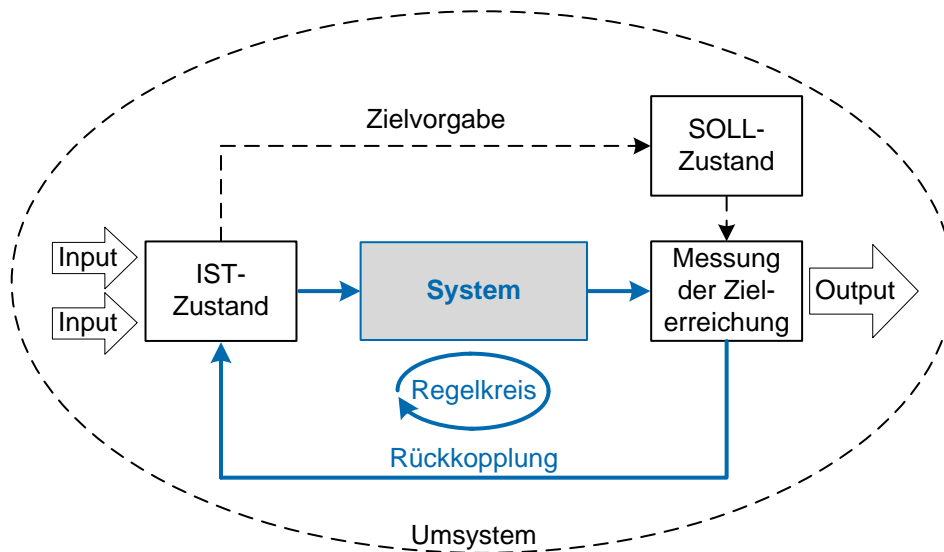
<sup>390</sup> Vgl. ASHBY, W. R. (Cybernetics 1971)

<sup>391</sup> Vgl. WIENER, N. (Kybernetik 1969), WIENER, N. (Cybernetics 1991), WIENER, N. (Kybernetik 1992)

<sup>392</sup> Vgl. RINAS, T. (Kooperationen und Vertriebskonzepte im Fertigteilbau 2012) S. 95

<sup>393</sup> Vgl. SEIFFERT, H. UND RADNITZKY, G. H. (Handlexikon zur Wissenschaftstheorie 1989) S. 183

<sup>394</sup> Vgl. BALDEGGER, R. J. (Management 2007) S. 68



**Bild 32:** Schema eines typischen, kybernetisch-systemtheoretischen Modells<sup>395</sup>

Nachfolgend wird gezeigt, wie die Vorgaben der kybernetischen Systemtheorie im PPP-PSM zur Erreichung eines viablen Modellkonstrukts umgesetzt werden.

### 5.2.3 Umsetzung der kybernetischen Systemtheorie im PPP-PSM

Zielsetzung dieser Arbeit ist die Entwicklung eines Entscheidungsmodells zur Auswahl von PPP-Projekten in Bauunternehmen, das auf quantitativ-rationaler Basis den Projektselektionsprozess systematisiert und auf zielgerichtete Weise dasjenige PPP-Projekt identifiziert, das sich rendite- und risikooptimal in das Bestandsprojektportfolio eines Bauunternehmens einfügt. Um dieses Ziel zu erreichen wurden zunächst der Stand der Praxis und der Stand der Forschung erarbeitet und auf dieser Basis ein denklogischer Lösungsansatz zur Zielerreichung entwickelt. Darauf aufbauend wurde die forschungsmethodische Einordnung vorgenommen, die als theoretischen Bezugsrahmen für die viable Modellgestaltung die kybernetische Systemtheorie identifizierte. Die Anforderungen, die sich aus der theoriekonformen Anwendung der kybernetischen Systemtheorie auf das PPP-PSM ergeben, werden nachfolgend beschrieben.

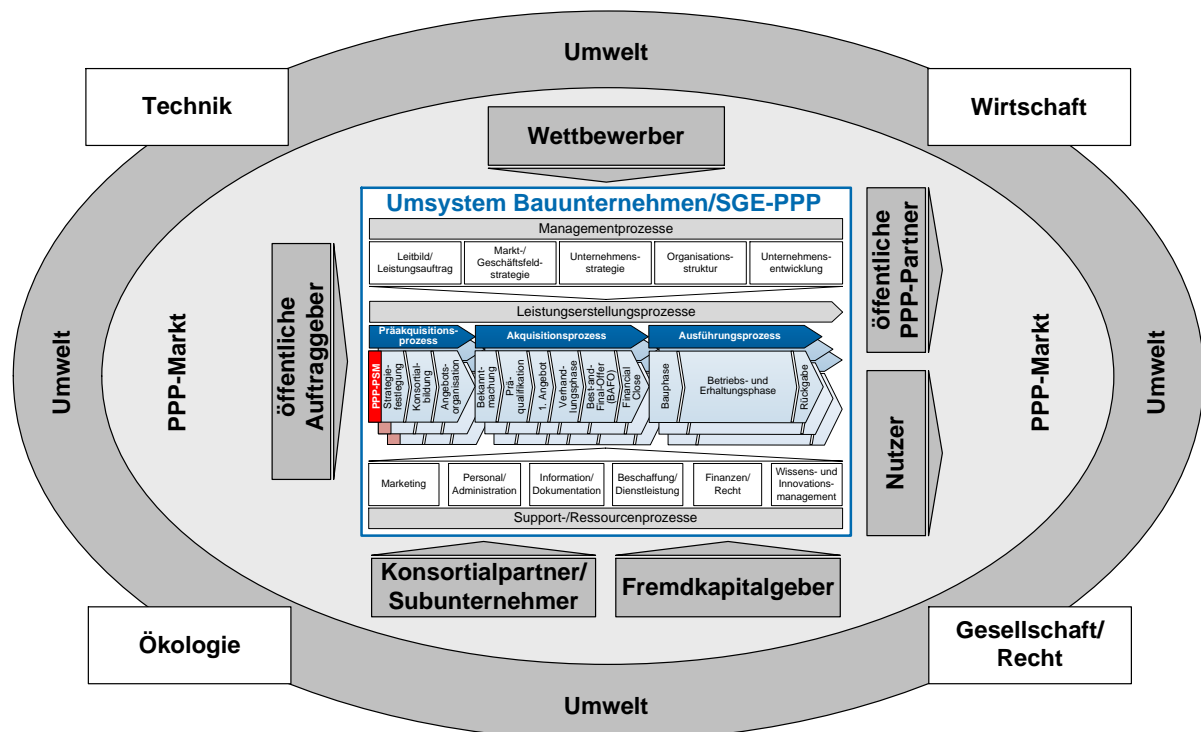
#### 5.2.3.1 Systemdefinition und Systemabgrenzung des PPP-PSM

Im systemtheoretischen Kontext ist das PPP-PSM als System innerhalb des Umsystems des Bauunternehmens bzw. der SGE-PPP zu interpretieren. Das Umsystem des Bauunternehmens bzw. der SGE-PPP ist mit folgenden Systemen verknüpft:

<sup>395</sup> In Anlehnung an BALDEGGER, R. J. (Management 2007) S. 68

- öffentliche Auftraggeber (potentiell zukünftige PPP-Partner),
- öffentliche PPP-Partner (derzeitig)
- Nutzer (derzeitig und zukünftig),
- Wettbewerber (derzeitig und zukünftig),
- Konsortialpartner/Subunternehmer (derzeitig und zukünftig) und
- Fremdkapitalgeber (derzeitig und zukünftig).

Des Weiteren ist das Umsystem des Bauunternehmens bzw. der SGE-PPP in die systemische Umwelt mit ihren Rahmenbedingungen der Technik, der Wirtschaft, der Ökologie sowie der Gesellschaft und des Rechts eingebettet (**Bild 33**).



**Bild 33:** Systemtheoretische Einbettung des PPP-PSM<sup>396</sup>

Auf den ersten Blick erscheint das PPP-PSM dem hierarchischem Systemkonzept zugehörig. Das System PPP-PSM ist – wie oben beschrieben – in das Umsystem des Bauunternehmens bzw. der SGE-PPP eingebettet. Entsprechend der in der Wirtschaft üblichen, hierarchischen Organisation werden mehrere Hierarchieebenen ausgebildet. Im PPP-PSM ist dabei zwischen zwei Hierarchieebenen zu unterscheiden:

<sup>396</sup> Weitgehend in Anlehnung an GIRMSCHIED, G. (Bauunternehmensmanagement 2010) S. 5

- 1) der PPP-Projektebene und
- 2) der PPP-Portfolioebene.

Die PPP-Projektebene beschäftigt sich jeweils nur mit einem einzelnen PPP-Projekt, sei es mit einem bereits erfolgreich akquirierten PPP-Bestandsprojekt oder einem potentiell zukünftigen Zielprojekt.

Die PPP-Portfolioebene fasst die einzelnen PPP-Projekte, mit denen sich das Bauunternehmen bzw. die SGE-PPP aktuell auseinandersetzt, zusammen und steht somit hierarchisch gesehen auf derselben Ebene wie das Bauunternehmen bzw. die SGE-PPP.

Die Berücksichtigung des strukturalen Systemkonzeptes innerhalb des PPP-PSM ist aus **Bild 33** nicht unmittelbar zu entnehmen, wird jedoch aus dem denklogisch konzipierten Modellansatz und der Gliederung des Modells in drei Module<sup>397</sup> (**Bild 28**) deutlich. Jedes Modul bildet ein eigenständiges Subsystem. Zwischen den drei Modulen bestehen Relationen, die als kybernetische Beziehungen interpretierbar sind und in vordefinierten Prozessen Informationen zwischen den Modulen transferieren.

Das funktionale Systemkonzept findet im PPP-PSM ebenso Anwendung. Durch die Einbettung des PPP-PSM in die Prozesse des Bauunternehmens bzw. der SGE-PPP fließen Inputdaten aus dem Umsystem in das PPP-PSM ein. Auf Basis dieser initialen Inputgrößen werden systeminterne Outputgrößen in den Modulen generiert, die über Relationen (vgl. strukturalen Systemkonzept) an andere Module weitergegeben werden und dort wiederum als Inputgrößen dienen. Die abschliessende Outputgröße ist gleichbedeutend mit dem Endergebnis des PPP-PSM und wird an das Umsystem abgegeben. Diese finale Outputgröße wird durch die PPP-Projektselektionsentscheidung gebildet, die von einem portfoliobasierten, quantitativ-rationalen Standpunkt aus zu empfehlen ist. Die Entscheidungsempfehlung wird den Entscheidungsträgern im Umsystem des Bauunternehmens bzw. der SGE-PPP für ihre imperative PPP-Projektselektionsentscheidung an die Hand gegeben.

**Tabelle 12** ordnet die einzelnen Input- und Outputgrößen innerhalb des PPP-PSM den einzelnen Modulen bzw. den Hierarchieebenen zu. Die rot geschriebenen Input- bzw. Outputgrößen kennzeichnen die Schnittstellen mit dem Umsystem.

---

<sup>397</sup> Für austauschbare, komplexe Elemente, die eine geschlossene Funktionseinheit bilden, wird üblicherweise der etwas exaktere Begriff „Modul“ anstatt des Begriffes „Subsystem“ verwendet (vgl. Fussnote 385).

**Tabelle 12:** Umsetzung des hierarchischen, strukturellen und funktionalen Systemkonzeptes im PPP-PSM

Umsetzung des hierarchischen Systemkonzeptes		Umsetzung des strukturellen Systemkonzeptes		Umsetzung des funktionalen Systemkonzeptes	
I	PPP-Projektebene	M1	PPP-Bestandsprojekte	in	PPP-Projekt-Cashflows/PPP-Projektrisiken aus dem Umsystem
				out	Rendite- + Risikoverläufe der PPP-Bestandsprojekte
		M2	potenziell zukünftige Zielprojekte	in	Output aus II.M2
				out	prognostizierte Rendite- + Risikoverläufe der pot. zuk. Zielprojekte
		M3	PPP-Bestandsprojekte + potenziell zukünftige Zielprojekte	in	Output aus I.M2 + II.M1
				out	überlagerte Rendite- und Risikoverläufe
II	PPP-Portfolioebene	M1	IST-PPP-Portfolio	in	Output aus I.M1
				out	Portfoliorenditen/Portfoliorisiken des IST-PPP-Portfolios
		M2	strategische Weiterentwicklung des PPP-Portfolios	in	strategische Vorgaben/Randbedingungen aus dem Umsystem
				out	potenziell zukünftige Zielprojekte
		M3	zukünftiges PPP-Portfolio	in	Output aus I.M3
				out	Vorschlag PPP-Projektselektionsentscheidung an das Umsystem

Wird die in **Tabelle 12** zusammengefasste Systemdefinition und -abgrenzung auf den Modellansatz des PPP-PSM (**Bild 28**) angewandt, so erhält man das PPP-PSM unter Berücksichtigung der kybernetischen Systemtheorie. Dieses ist in **Bild 34** graphisch dargestellt und bildet gemeinsam mit den nachfolgend beschriebenen, kybernetischen Regelungsprozessen die Grundlage für die denklogisch-deduktive Ausgestaltung der einzelnen Module des PPP-PSM.

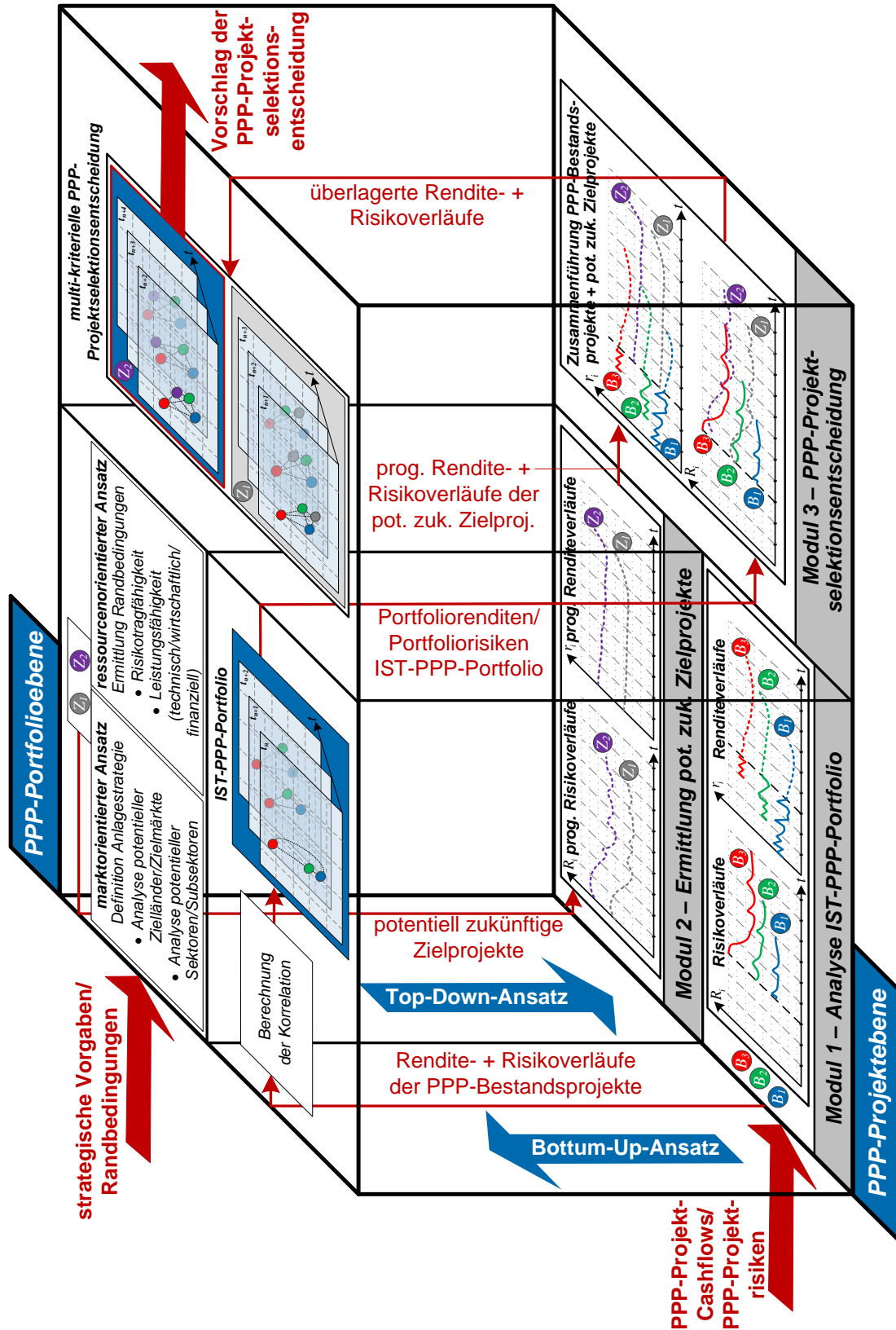


Bild 34: PPP-PSM unter Berücksichtigung der kybernetischen Systemtheorie<sup>398</sup>

<sup>398</sup> Eigene Darstellung

### 5.2.3.2 *Kybernetik im PPP-PSM*

Es wurde bereits festgestellt, dass es sich beim PPP-PSM auf Grund der Langfristigkeit von PPP-Projekten und den sich im Zeitablauf verändernden Renditen und Risiken um ein dynamisches System handeln muss (Kapitel 5.2.2.1.2). Auf Grund dieser Langfristigkeit und den damit verbundenen Veränderungen, die im PPP-PSM im Zeitablauf abzubilden sind, nehmen die Fortschreibung und Anpassung der verwendeten Inputgrößen sowie der aktualisierte Informationsfluss über die Relationen zwischen den einzelnen Modulen eine bedeutende Stellung ein. Diese Fortschreibung, Anpassung und Aktualisierung im Zeitablauf erfolgt unter Anwendung der Rückkopplung als zentrales Regelungsinstrument der Kybernetik. Erst durch die Zusammenführung des auf systemtheoretischer Basis strukturierten PPP-PSM mit dem kybernetischen Regelungsprozess über einen längeren Zeitraum erreicht das PPP-PSM seine volle Leistungsfähigkeit und einen bleibenden Nutzen im PPP-Projektselektionsprozess des Bauunternehmens bzw. der SGE-PPP.

Die Kybernetik als zentraler, auf Rückkopplungen basierender Regelungsprozess wird innerhalb des PPP-PSM auf zwei unterschiedlichen Regelungsprozessebenen umgesetzt:

- der Regelungsprozessebene 1, welche das System PPP-PSM in seiner Gesamtheit sowie seine Relationen mit dem Umsystem umfasst sowie
- der Regelungsprozessebene 2, welche alle drei Module des PPP-PSM und deren Relationen zueinander betrachtet.

Der kybernetische Regelungsprozess auf Regelungsprozessebene 1 ist von Bedeutung, wenn sich die Inputgrößen aus dem Umsystem ändern oder das ermittelte Outputergebnis nicht den Anforderungen der Entscheidungsträger des Bauunternehmens bzw. der SGE-PPP genügt. In diesem Fall ist das PPP-PSM unter Anwendung der Rückkopplung zu kalibrieren und auf Basis angepasster bzw. verbesserter Inputgrößen erneut zu durchlaufen. Dementsprechend ist die korrekte kybernetische Umsetzung bzw. Einbettung des PPP-PSM in die Entscheidungsprozesse des Bauunternehmens entscheidend für die erfolgreiche und zielgerichtete Anwendung des PPP-PSM in der Praxis. Eine Kalibrierung des PPP-PSM auf Regelungsprozessebene 1 wird insb. dann nötig sein, wenn es zu wesentlichen Veränderungen im IST-PPP-Portfolio kommt (Beendigung oder Verkauf eines PPP-Bestandsprojektes, Hinzukommen eines neuen PPP-Projektes, Fertigstellung des Baues bei einem PPP-Bestandsprojekt, etc.) oder sich die strategische Ausrichtung und damit die Vorauswahl potentiell zukünftiger Zielprojekte verändert.

Der kybernetische Regelungsprozess auf Regelungsprozessebene 2 dient der Kalibrierung und Steuerung der einzelnen Module und bildet in Form von Input- und Outputgrößen die Relationen zwischen den Modulen ab. Die Qualitätsanforderung, die

ein nachgereihtes Modul an die Inputgrößen stellt, definiert das Qualitätsziel, welches das relational vorangehende Modul in dessen Outputgrößen sicherzustellen hat. Erfüllt ein Modul nicht die gestellten Qualitätsanforderungen des nachgereihten Moduls, so ist der kybernetische Regelungsprozess der Ebene 2 in Gang zu setzen und basierend auf der Rückkopplung eine zielgerichtete Anpassung des Moduls vorzunehmen. Diese kybernetische Interaktion zwischen den Modulen erlaubt die initiale Definition und kontinuierliche Präzisierung der Anforderungen an die Outputgrößen der einzelnen Module und hat auch Auswirkungen auf die Gestaltung der Modulprozesse. Als Modulprozesse sind im kybernetisch-systemtheoretisch gestalteten Modell die Prozesse zu verstehen, die innerhalb eines Moduls die Relationen zwischen den Hierarchieebenen beschreiben. So stellt etwa im Modul 1 die „Bottom-Up“ verlaufende Relation von den PPP-Bestandsprojekten zum IST-PPP-Portfolio (vgl. **Tabelle 12** bzw. **Bild 34**) einen Modulprozess dar.

Das unter Anwendung der kybernetischen Systemtheorie gebildete, viable Modellkonstrukt bildet das Gerüst, in das nun wissenschaftlich fundierte und erprobte Theorien zur Sicherstellung der Validität der einzelnen Module eingebettet werden können. Die im Rahmen des PPP-PSM verwendeten Theorien und Instrumente werden in Kapitel 5.3 vorgestellt.

### **5.3 Theoretischer Bezugsrahmen zur Sicherstellung der Validität der einzelnen Module des PPP-PSM – Methodische Festlegung und Eingrenzung**

**Tabelle 13** gibt einen Überblick über die im Rahmen der vorliegenden Arbeit verwendeten Theorien und Instrumente und ordnet diese den systemtheoretischen Hierarchieebenen (vgl. Kapitel 5.2.3.1) zu.



**Tabelle 13:** Theorien und Instrumente zur Sicherstellung der Validität der Module des PPP-PSM

Modul	systemtheoretische Hierarchieebene	verwendete Theorien und Instrumente
<b>Modul 1 – Analyse des IST-PPP-Portfolios</b>	I. PPP-Projektebene	- Elemente der Risikomanagementtheorie - Elemente der Investitionsrechnung
	II. PPP-Portfolioebene	- Elemente der Modern Portfolio Theory (MPT)
<b>Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte</b>	I. PPP-Projektebene	- Elemente der Risikomanagementtheorie - Elemente der Investitionsrechnung
	II. PPP-Portfolioebene	- Elemente des strategischen Bauunternehmensmanagements
<b>Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung</b>	I. PPP-Projektebene	- Elemente der Risikomanagementtheorie - Elemente der Investitionsrechnung
	II. PPP-Portfolioebene	- Elemente der Modern Portfolio Theory (MPT) - Methoden der multi-kriteriellen Entscheidungstheorie

Die Anwendung aller in **Tabelle 13** genannten Theorien und Instrumente bildet den theoretischen Bezugsrahmen zur Sicherstellung der Validität der einzelnen Module des PPP-PSM.

Die einzelnen Theorien und Instrumente werden nachfolgend in der erforderlichen Tiefe vorgestellt und der Bezug zum PPP-PSM wird hergestellt. Der Fokus liegt auf der methodischen Festlegung konkreter Theorien und Instrumente sowie der Eingrenzung auf diejenigen Elemente der einzelnen Theorien/Instrumente, die im PPP-PSM umgesetzt werden. Da die Anwendung der MPT auf den PPP-Projektselektionsprozess den Kern der vorliegenden Arbeit darstellt, wird mit der MPT begonnen. Dies ist auch dahingehend sinnvoll, da die spezifischen Anforderungen der MPT die Begründung für die Verwendung und Auswahl der übrigen Theorien und Instrumente liefert.

### 5.3.1 Modern Portfolio Theory (MPT)

Aus **Tabelle 13** wird ersichtlich, dass die MPT in Modul 1 und Modul 3 zum Einsatz kommt und die auf der PPP-Projektebene ermittelten Ergebnisse auf der PPP-Portfolioebene abbildet (vgl. **Bild 34**).

Die wissenschaftliche Überprüfung der Anwendbarkeit der MPT auf den PPP-Projektselektionsprozess stellt eine der Leitfragen der Praxis dar und konnte mit dem bisherigen Stand der Forschung nicht umfassend beantwortet werden (Kapitel 3.3). Im Zuge der Erarbeitung des Standes der Forschung wurden die entstehungsgeschicht-

lichen Hintergründe, die Prämissen sowie die Anwendungen der MPT in Bauunternehmen bereits in ihrer chronologischen Entwicklung dargelegt (Kapitel 3.1.1 bis 3.1.3).

Im weiteren Forschungsprozess dieser Arbeit sind vor allem die Prämissen der MPT von Bedeutung, da diese einen unmittelbaren Einfluss auf die Auswahl der verwendeten Renditekenngrossen und auf die Aufbereitung der PPP-Projektrisiken haben. Aus diesem Grund werden die relevanten Prämissen und Modellannahmen der MPT nochmal heraus gestellt (Kapitel 5.3.1.1). Des Weiteren wird der gesamte Portfolioauswahlprozess der klassischen MPT beschrieben und es wird basierend auf den im Rahmen dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnissen erläutert, welche der einzelnen Elemente sinnvoll in das PPP-PSM integriert werden können (Kapitel 5.3.1.2).

### *5.3.1.1 Relevante Prämissen und Modellannahmen der MPT zur Umsetzung des PPP-PSM*

Wie in Kapitel 3.1.2 bereits beschrieben wurde, sind Bauprojekte bzw. PPP-Projekte keine optimalen Anlagegüter im Sinne der Portfoliotheorie und erfüllen daher nicht alle Prämissen der MPT vollumfänglich. Insb. die fehlende Teilbarkeit, die nur über die Bildung von Konsortien oder Anteilsverkäufe gegeben ist, und die Nichteinhaltung des Kriteriums eines vollkommenen Marktes ohne Transaktionskosten wurden bemängelt. Dennoch kann, wie im Stand der Forschung dargelegt wurde, die Anwendung der MPT für PPP-Projekte grundsätzlich befürwortet werden (Kapitel 3.3). Um die mathematisch und methodisch korrekte Umsetzung der MPT im PPP-PSM zu gewährleisten, sind folgende drei Prämissen zwingend einzuhalten:

- 1) die Periodizität der Eingangsgrossen (Risiken und Renditen),
- 2) die probabilistische Abhängigkeit der Renditen von den Risiken sowie
- 3) die Normalverteilung der Renditen.

#### *5.3.1.1.1 Periodizität der Eingangsgrossen (Risiken und Renditen)*

Für die Zwecke der MPT sind nicht die projektspezifischen Gesamtrenditen oder die kumulierten Gesamtrisiken von Bedeutung sondern die periodenbezogenen Grössen (beispielsweise je Geschäftsjahr<sup>399</sup>).<sup>400</sup>

---

<sup>399</sup> In der Folge beziehen sich periodenbezogenen Grössen durchgängig auf ein Geschäftsjahr. Teilweise kommen in der Praxis aber auch Halbjahre oder Quartale zur Anwendung.

<sup>400</sup> Vgl. WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 81

Grundsätzlich versteht man unter einer periodenbezogenen Rendite das Verhältnis zwischen Kapitalerfolg und Kapitaleinsatz innerhalb eines bestimmten Zeitraumes/eines bestimmten Geschäftsjahres.<sup>401</sup> Das periodenspezifische Risiko ist in einer wirtschaftlichen Betrachtung das Risiko, dem die Rendite eines PPP-Projektes in der jeweiligen Periode/dem jeweiligen Geschäftsjahr ausgesetzt ist. Folglich ist bei der Berechnung der jährlichen Renditen über den PPP-Projektverlauf zwischen bereits erwirtschafteten Renditen, die keinem Risiko mehr ausgesetzt sind, und prognostizierten, zukünftigen Renditen, die noch mit entsprechenden Risiken behaftet sind, zu unterscheiden.<sup>402</sup>

#### 5.3.1.1.2 *Probabilistische Abhängigkeit der Renditen von den Risiken*

Die erwirtschafteten Renditen wurden bereits realisiert. Sie sind daher auf Basis der Daten des Projektcontrollings ermittelbar und nicht mehr mit Risiken behaftet. Den prognostizierten, zukünftigen Renditen ist hingegen das jeweilige periodenbezogene Risiko zuzuordnen. Dieses quantitativ ermittelte, periodenbezogene Risiko ist bei Verwendung der MPT nicht als monetäre Risikogrösse sondern als Standardabweichung<sup>403</sup> der Rendite  $\sigma_r$  auszudrücken.<sup>404</sup> Wie die Ermittlung und Zuordnung des Risikos zu den Renditen im Detail erfolgt, wird in Kapitel 6.2.2 erläutert.

#### 5.3.1.1.3 *Normalverteilung der Renditen*

Damit die Standardabweichung als Risikomass verwendet werden kann, müssen die prognostizierten, zukünftigen Renditen einer stetigen Dichtefunktion folgen. Die MPT setzt hier eine Normalverteilung voraus.<sup>405</sup> Daraus ergibt sich die Normalverteilung der Renditen als nächste Prämisse, die bei Verwendung der MPT zwingend einzuhalten ist.

Die probabilistische Abhängigkeit der prognostizierten, zukünftigen Renditen kommt ausschliesslich durch die Höhe der probabilistisch ermittelten Risikokosten zustande, die auf die deterministisch berechneten (zunächst risikofrei berechneten) Renditen einwirken (vgl. Kapitel 5.3.2). Die jährlichen Risikokosten sind demnach zwingend unter Anwendung probabilistischer Verfahren zu berechnen. Die probabilistisch ermittelten, jährlichen Risikokosten sind in der Berechnung der jährlichen Renditen zu berücksichtigen und führen zu probabilistischen Renditegrössen. Die risikobehafteten,

<sup>401</sup> Vgl. SCHMIDT-VON RHEIN, A. (Moderne Portfoliotheorie 1996) S. 125

<sup>402</sup> Vgl. WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 84ff

<sup>403</sup> Da die Standardabweichung  $\sigma$  dieselbe Dimension wie die Rendite aufweist (in beiden Fällen üblicherweise Prozent) ist sie einfacher interpretierbar als die Varianz  $\sigma^2$  und kommt daher in der MPT auch häufiger zur Anwendung (vgl. WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 87).

<sup>404</sup> Vgl. WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 86ff

<sup>405</sup> Vgl. SCHMIDT-VON RHEIN, A. (Moderne Portfoliotheorie 1996) S. 138, WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 84

prognostizierten, zukünftigen Renditen werden durch einen Erwartungswert der Rendite sowie eine Wahrscheinlichkeitsfunktion beschrieben. Diese Wahrscheinlichkeitsfunktion ist durch eine stetige Normalverteilung anzunähern.

Die probabilistische Ermittlung der Risikokosten sowie deren Anwendung in der Renditeberechnung ist inkl. der Annäherung der Wahrscheinlichkeitsfunktion der Rendite durch eine Normalverteilung in der Umsetzung des PPP-PSM zu berücksichtigen (vgl. Kapitel 6.1 und 6.2).

Nachdem die in der Ausgestaltung des PPP-PSM zu berücksichtigenden Prämissen der Portfoliotheorie zusammengefasst und erläutert wurden, wird nachfolgend gezeigt, welche Elemente des in der MPT vorgeschlagenen Portfolioselektionsprozesses im PPP-PSM umgesetzt werden.

### 5.3.1.2 *Portfolioselektionsprozess der klassischen MPT*

Wie aus einschlägiger Literatur<sup>406</sup> zur Portfoliotheorie hervor geht, lässt sich der Portfolioselektionsprozess der klassischen MPT in vier Schritte untergliedern:

- 1) die Risikobetrachtung einzelner Anlagemöglichkeiten,
- 2) die Renditebetrachtung einzelner Anlagemöglichkeiten,
- 3) die Rendite- und Risikobetrachtung eines bestimmten Portfolios (z. B. des IST-PPP-Portfolios) mit Berechnung der Korrelationen und
- 4) die Errechnung optimaler Portfoliozusammensetzungen unter Ermittlung des Efficient Frontier (**Bild 23**).

Aus der ersten ausgekoppelten Publikation<sup>407</sup>, die im Rahmen des vorliegenden Disserationsprojektes erschienen ist, geht hervor, dass ursprünglich die Implementierung aller vier Schritte der klassischen MPT im PPP-PSM vorgesehen war. So war die Berechnung des Efficient Frontier auf Basis aller unternehmensstrategisch sinnvoll erachteten PPP-Projekte angedacht, die dann als Orientierung für die tatsächliche PPP-Projektselektionsentscheidung dienen sollte.<sup>408</sup>

Im Zuge der detaillierten Ausarbeitung der vorliegenden Arbeit hat sich jedoch gezeigt, dass für eine praktikable Anwendung der MPT im PPP-Projektselektionsprozess von Bauunternehmen nur die Schritte 1 bis 3 aus obiger Aufzählung sinnvoll berücksichtigt werden können. Dies hat folgende Gründe:

---

<sup>406</sup> Vgl. etwa AUCKENTHALER, C. (Grundlagen Portfoliomanagement 2001), DICHTL, H. (Ganzheitliche Gestaltung von Investmentprozessen 2001), GARZ, H., et al. (Portfolio-Management 2000), SCHMIDT-VON RHEIN, A. (Moderne Portfoliotheorie 1996), MARKOWITZ, H. M. (Portfolio Selection 2008), WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003)

<sup>407</sup> Vgl. WEISSENBOCK, S. UND GIRMSCHIED, G. (PPP Project Selection Model 2013)

<sup>408</sup> Vgl. WEISSENBOCK, S. UND GIRMSCHIED, G. (PPP Project Selection Model 2013) S. 9

- Für die Berechnung der optimalen, „effizienten“ Portfolios (Efficient Frontier) muss jedes theoretisch in Frage kommende PPP-Projekt periodisch (beispielsweise pro Geschäftsjahr<sup>409</sup>) abgebildet werden, da sich die Risikobelastung und die Renditeerwartung jährlich verändern. Ein effizientes PPP-Portfolio errechnet sich dann aus einer Zusammensetzung von verschiedenen PPP-Projekten zu bestimmten Projektzeitpunkten. So ergeben sich für jedes in Frage kommende Projekt etwa 30<sup>410</sup> in der Berechnung zu berücksichtigende Fälle. Dies würde einen enormen Aufwand in der praktischen Umsetzung des PPP-PSM bedeuten, der auf Grund der faktischen Nichterreichbarkeit der generierten Ergebnisse (sh. unten) in der Praxis nicht gerechtfertigt ist.
- Auf Grund der vergleichsweise hohen Risiken bei vergleichsweise geringen Renditen während der Bauphase wäre ein Investment in PPP-Projekte aus einer portfoliotheoretischen Optimierungsbetrachtung ab Projektbeginn nicht empfehlenswert. Die vollumfängliche Anwendung des Portfolioselektionsprozesses der klassischen MPT ist daher für Investoren, die ausschliesslich in Bestandsimmobilien<sup>411</sup> oder in Betrieb befindliche Infrastrukturprojekte<sup>412</sup> investieren, sinnvoll möglich, führt jedoch bei Bauunternehmen, die aus industriell-strategischen Überlegungen die Bauleistung ebenfalls übernehmen wollen, nicht zu den gewünschten Ergebnissen.
- Die Auswertung des Efficient Frontier ergibt, wie gross die prozentualen Anteile, die einzelne PPP-Projekte (in den entsprechenden Konzessionsjahren) am gesamten investierten Kapital bilden, optimalerweise sein sollten. Diese Anteile lassen sich bei Investitionen in PPP-Projekte praktisch nicht realisieren, da es sich bei PPP-Projekten nicht (oder nur sehr bedingt)<sup>413</sup> um teilbare Anlagegüter handelt.
- Die theoretisch berechneten Diversifikationseffekte eines effizienten PPP-Portfolios lassen sich auf Grund der vergleichsweise geringen Anzahl an PPP-Projekten, die Bauunternehmen i. d. R. in ihrem Portfolio halten, in der Praxis nicht vollständig realisieren.

Die genannten Begründungen erscheinen an dieser Stelle der Arbeit abstrakt, werden im weiteren Verlauf jedoch klarer hervor treten. In Kapitel 11 werden die einzelnen Punkte erneut aufgegriffen und im weiteren Forschungsbedarf gezeigt, unter welchen Umständen sich eine vollständige Umsetzung der klassischen MPT auch für PPP-Projekte lohnen könnte.

---

<sup>409</sup> In der Folge beziehen sich die periodischen Angaben durchgängig auf ein Geschäftsjahr. Teilweise kommen in der Praxis aber auch Halbjahre oder Quartale zur Anwendung.

<sup>410</sup> Entsprechend der üblichen PPP-Projektlaufzeit von etwa 30 Jahren

<sup>411</sup> Vgl. WELLNER, K. (Transforming Markowitz Portfolio Theory 2011)

<sup>412</sup> Vgl. Kapitel 2.2.4.2

<sup>413</sup> Durch Bildung von Konsortien und Beteiligungsveräusserungen lassen sich Anteile an PPP-Projekten reduzieren. Da es sich bei PPP-Märkten jedoch nicht um vollkommene Märkte handelt (vgl. Schmidt von Rhein, S. 231) ist die kurzfristige Veräusserung von Anteilen zu Konditionen, die der eigenen Renditeerwartung entsprechen, schwierig realisierbar.

### 5.3.2 Risikomanagementtheorie

Der in der Theorie für Bauprojekte im Allgemeinen sowie für PPP-Projekte im Besonderen vorgeschlagene Risikomanagementprozess lässt sich in fünf Teilprozesse untergliedern (**Bild 35**):<sup>414, 415</sup>

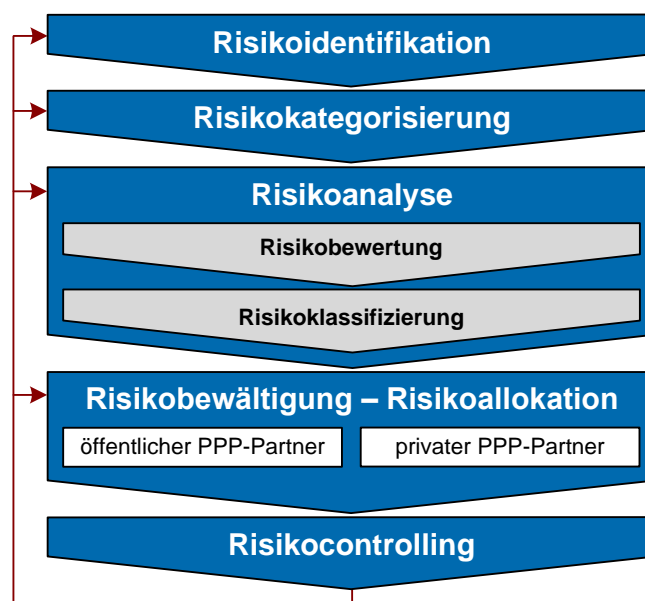
- die Risikoidentifikation,
- die Risikokategorisierung,
- die Risikoanalyse, die sich in
  - die Risikobewertung und
  - die Risikoklassifizierung unterteilt,
- die Risikobewältigung, deren Kernelement bei PPP-Projekten die Risikoallokation zwischen dem öffentlichen und dem privaten PPP-Partner darstellt, sowie
- das Risikocontrolling.

Durch die rot dargestellten Relationen zwischen den einzelnen Teilprozessen wird den Anforderungen der zugrunde gelegten kybernetischen Systemtheorie entsprochen (Regelungsprozessebene 2) und eine Rückkopplung zur Kalibrierung und Steuerung des Risikomanagementprozesses erreicht (Kapitel 5.2.3.2).

---

<sup>414</sup> Vgl. AKINTOYE, A. (Framework for Risk Assessment 2001) S. 5ff, BERNER, F., et al. (Risikobewertung bei PPP 2014) S. 417, BOUSSABAINE, A. (Cost Planning of PFI/PPP Projects 2007) S. 279ff, GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Projektrisikomanagement 2014) S. 57, GIRMSCHIED, G. (Ganzheitliches Risikomanagement in Bauunternehmen 2001) S. 291, MEDGENBERG, J. UND NEMUTH, T. (MCS im Projektmanagement 2011) S. 155

<sup>415</sup> Zum besseren Verständnis der einzelnen Begrifflichkeiten des Risikomanagements dient „Anhang B – Glossar zu Begriffen des Risikomanagements“.



**Bild 35:** Allgemeiner Risikomanagementprozess<sup>416</sup>

Nachfolgend werden die einzelnen Teilprozesse beschrieben.

### 5.3.2.1 Risikoidentifikation

Die Risikoidentifikation bildet den ersten Schritt des Risikomanagementprozesses. Sie dient der Auffindung, Sammlung und Dokumentation von möglicherweise im Zusammenhang mit PPP-Projekten auftretenden Einzelrisiken. Da dieser Schritt den Ausgangspunkt für den gesamten Risikomanagementprozess bildet, kommt ihm besondere Bedeutung zu. Einzelrisiken, die anfangs nicht erkannt werden, können in weiterer Folge auch nicht bewertet, klassifiziert, gesteuert und kontrolliert werden. Eine mangelhafte Risikoidentifikation hat damit negative Auswirkungen auf den gesamten nachfolgenden Risikomanagementprozess.<sup>417</sup>

GIRMSCHIED UND BUSCH (2014) S. 59 merken an, dass es „...durch die spezifischen Eigenschaften von Risiken [...] unmöglich [ist], einen vollständigen Katalog möglicher Unsicherheiten in der Planung und Ausführung eines Projektes aufzustellen.“ Nichtsdestotrotz ist es notwendig, durch eine adäquate Vorgehensweise die wesentlichen Einzelrisiken so gut als möglich zu identifizieren, um die Unsicherheiten durch nicht

<sup>416</sup> Eigene Darstellung unter Berücksichtigung von AKINTOYE, A. (Framework for Risk Assessment 2001) S. 5ff, BERNER, F., et al. (Risikobewertung bei PPP 2014) S. 417, BOUSSABAIN, A. (Cost Planning of PFI/PPP Projects 2007) S. 279ff, GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Projektrisikomanagement 2014) S. 57, SMITH, N. J., et al. (Managing Risk 2006) S. 195 und, ALFEN, H. W., et al. (Lebenszyklusorientiertes Risikomanagement 2010) S. 33

<sup>417</sup> Vgl. MERNA, A., et al. (Project Finance 2010) S. 42, SMITH, N. J., et al. (Managing Risk 2006) S. 40 bzw. 197, GÜRTLER, V. (Stochastische Risikobetrachtung bei PPP 2007) S. 57, BERNER, F., et al. (Risikobewertung bei PPP 2014) S. 417, GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Projektrisikomanagement 2014) S. 59

erkannte Einzelrisiken zu minimieren. Zur Risikoidentifikation stehen folgende Verfahren zur Auswahl:<sup>418</sup>

- Pondering-Verfahren (intuitiv – unstrukturiert),
- Brainstorming-Verfahren (intuitiv – strukturiert),
- Brainwriting-Verfahren (intuitiv – strukturiert),
- Checklisten-Verfahren (systematisch – strukturiert).

Da gem. der Zielsetzung dieser Arbeit (Kapitel 1.3.1) eine möglichst quantitativ-ratio-nale Vorgehensweise anzustreben ist und darüber hinaus für PPP-Projekte eine Viel-zahl an Risikosammellisten („Risikochecklisten“) verfügbar sind, ist von den vier zur Auswahl stehenden Methoden dem systematisch-strukturierten Checklisten-Verfah-ren der Vorzug zu geben und dieses im PPP-PSM umzusetzen (Kapitel 6.1.1).

### 5.3.2.2 Risikokategorisierung

Unter der Risikokategorisierung<sup>419</sup> versteht man die Einteilung der Einzelrisiken in verschiedene Kategorien. Meist wird eine Einteilung nach folgenden Kategorien vor-genommen:<sup>420</sup>

- dem Ursprung des Einzelrisikos (z. B. Kostenrisiko, Finanzierungsrisiko),
- der Lebenszyklusphase, in der die Risikoauswirkung zu erwarten ist (z. B. Bau-  
risiko, Betriebsrisiko),
- der strategischen Zuordnung (z. B. politische Risiken, wirtschaftliche Risiken,  
Marktrisiken, Umweltrisiken) und
- dem Betrachtungsniveau (z. B. Makro-Risiken (nicht mit dem Projekt unmittel-  
bar zusammenhängend), Meso-Risiken (klassische projektspezifische Risi-  
ken), Mikro-Risiken (Risiken, die aus der Schnittstelle zwischen einzelnen Pro-  
jektteilnehmern entstehen).

Da in vorliegender Arbeit die spezifischen Charakteristika von PPP-Projekten – un-  
terschieden nach Sektoren/Subsektoren (**Bild 2**) – in besonderer Weise zu berück-

<sup>418</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Projektrisikomanagement 2014) S. 59, SMITH, N. J., et al. (Managing Risk 2006) S. 44f, ALFEN, H. W., et al. (Lebenszyklusorientiertes Risikomanagement 2010) S. 67ff

<sup>419</sup> BOUSSABAIN, A. (Cost Planning of PFI/PPP Projects 2007) S. 282 führt die Kategorisierung der Einzelrisiken als eigenen Schritt im Risikomanagementprozess auf und bezeichnet diesen Schritt als „Risikoklassifizierung“. Da dieser Begriff bei BERNER, F., et al. (Risikobewertung bei PPP 2014) S. 416, GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Projektrisikomanagement 2014) S. 66 und auch in gegenständlicher Arbeit (Kapitel 5.3.2.3.2) für die Klassifizierung der Risiken nach der zu erwar-tenden Höhe der Risikokosten verwendet wird, wird hier für die ursachen- oder wirkungsbezogene Kategorisierung der Risiken der Begriff der „Risikokategorisierung“ verwendet.

<sup>420</sup> Vgl. u. a. BOUSSABAIN, A. (Cost Planning of PFI/PPP Projects 2007) S. 282ff, ALFEN, H. W., et al. (Lebenszyklusorientiertes Risikomanagement 2010) S. 41ff, JIN, X. H. (Efficient Risk Allocation 2010) S. 148, YESCOMBE, E. R. (PPP - Principles of Policy and Finance 2007) S. 246



sichtigen sind und der zeitliche, periodenbezogene Verlauf der Risikokosten eine wesentliche Rolle spielt, werden die identifizierten Einzelrisiken nach folgenden Kategorisierungsebenen unterteilt:

- 1) nach PPP-Projektphasen,
- 2) nach sachlich zusammengehörigen Risikogruppen sowie
- 3) nach PPP-Projekttypen (Sektor/Subsektor).

Die genaue Einteilung und Umsetzung im Rahmen des PPP-PSM wird in Kapitel 6.1.2 gezeigt.

### 5.3.2.3 Risikoanalyse

Nach der Identifikation und der Kategorisierung der Risiken folgt als nächster Schritt im Risikomanagementprozess die Analyse der Risiken. Den ersten von insgesamt zwei Analyseschritten stellt hierbei die Risikobewertung dar. Den zweiten Analyseschritt bildet dann die Risikoklassifizierung.

#### 5.3.2.3.1 Risikobewertung

Ziel der Bewertung der Risiken<sup>421</sup> ist die Ermittlung der Eintretenswahrscheinlichkeiten  $P_i$  sowie der Tragweiten  $T_i$  der identifizierten Einzelrisiken  $i$ . Durch Multiplikation der beiden Faktoren erhält man die Risikokosten  $R_i$ , die ein Mass für die Risikobedrohung, die von jedem Einzelrisiko ausgeht, darstellen.

$$R_i = P_i * T_i \quad (5.1)$$

mit:  $R_i$  Risikokosten des Einzelrisikos  $i$  [CHF]  
 $P_i$  Eintretenswahrscheinlichkeit des Einzelrisikos  $i$  [%]  
 $T_i$  Tragweite des Einzelrisikos  $i$  [CHF]

Die Eintretenswahrscheinlichkeit  $P_i$  wird ursachenbezogen ermittelt und in Prozent angegeben. Zur Bestimmung der Eintretenswahrscheinlichkeit  $P_i$  stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:<sup>422</sup>

- statistische Auswertung von im Unternehmen vorhandenen Daten (probabilistisch) oder
- Abschätzung durch Experten (deterministisch).

<sup>421</sup> Da die exakte Bewertung der Risiken nicht den Kern dieser Arbeit bildet, wird hier auf detailliertere Beschreibungen der verschiedenen Instrumente und Methoden verzichtet. Einen umfassenden Überblick über Risikobewertungsmethoden und in der Praxis nutzbare Instrumente gibt GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Projektrisikomanagement 2014) S. 93ff.

<sup>422</sup> Vgl. BOUSSABAIN, A. (Cost Planning of PFI/PPP Projects 2007) S. 281f, GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Projektrisikomanagement 2014) S. 64

Die Tragweite  $T_i$  wird monetär bewertet und bildet die auswirkungsbezogene Komponente ab. Zur Ermittlung der im Risiko stehenden Geldeinheiten kennt das Risikomanagement folgende Verfahren:<sup>423</sup>

- statistische Auswertung von im Unternehmen vorhandenen Daten (probabilistisch),
- überschlägige Ermittlung der Kostenabweichungen (deterministisch oder probabilistisch) und
- Abschätzung durch Experten (deterministisch).

Aus Gründen der Effizienz werden in vorliegender Arbeit zunächst deterministische Ansätze zur Ermittlung der Eintretenswahrscheinlichkeiten  $P_i$  und der Risikotragweiten  $T_i$  verwendet und auf dieser Basis die nachfolgende Risikoklassifizierung durchgeführt. Da zur Einhaltung der Prämissen der Portfoliotheorie (Kapitel 5.3.1.1) die jährlichen Erwartungswerte der Risikokosten (probabilistisch) erforderlich sind, werden in einem zweiten Schritt unter Berücksichtigung von Ansätzen aus der Literatur realistische Annahmen zur wahrscheinlichkeitstheoretischen Risikobewertung getroffen. Die genaue Umsetzung der Risikobewertung im PPP-PSM wird in Kapitel 6.1.4 gezeigt.

#### 5.3.2.3.2 Risikoklassifizierung

Den zweiten Schritt innerhalb der Risikoanalyse bildet die Risikoklassifizierung. Sie stellt im allgemeinen Risikomanagementprozess das Bindeglied zwischen der Risikobewertung und der folgenden Risikobewältigung dar. Aufgabe der Risikoklassifizierung ist die Einteilung der Einzelrisiken hinsichtlich ihres Gefährdungspotentials. Einzelrisiken, die mit grosser Wahrscheinlichkeit auftreten können und deren Eintritt eine hohe Tragweite zur Folge haben, ist eine höhere Aufmerksamkeit zukommen zu lassen, als selten auftretenden Einzelrisiken mit einer geringen Tragweite. Die Risikoklassifizierung dient somit der Ermittlung der Wichtigkeit einzelner Risiken und lässt Rückschlüsse dahingehend zu, wie prioritär Einzelrisiken im Risikomanagementprozess zu behandeln sind.<sup>424</sup>

Folgende Methoden kommen in der Risikoklassifizierung zum Einsatz, wobei alle genannten Methoden eine Risikobewertung mit Risikotragweite und Eintretenswahrscheinlichkeit voraus setzen:<sup>425</sup>

---

<sup>423</sup> Vgl. BOUSSABAIN, A. (Cost Planning of PFI/PPP Projects 2007) S. 281f, GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Projektrisikomanagement 2014) S. 64

<sup>424</sup> Vgl. BERNER, F., et al. (Risikobewertung bei PPP 2014) S. 417, GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Projektrisikomanagement 2014) S. 66

<sup>425</sup> Vgl. GÜRTLER, V. (Stochastische Risikobetrachtung bei PPP 2007) S. 58, GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Projektrisikomanagement 2014) S. 107ff

- das Risk Mapping<sup>426</sup>,
- die ABC-Analyse,
- die Equi-Risk-Contour-Methode,
- die Wirkungsanalyse sowie
- die Sensitivitätsanalyse.

In vorliegender Arbeit wird aus Gründen der übersichtlichen Darstellung sowie der zielgerichteten Verwendung der quantitativen Grössen Eintretenswahrscheinlichkeit  $P_i$  und Tragweite  $T_i$  das Risk Mapping Verfahren angewandt. Die konkrete Umsetzung der Risikoklassifizierung im PPP-PSM wird in Kapitel 6.1.5 gezeigt.

#### 5.3.2.4 Risikobewältigung – Risikoallokation

Bei der Risikobewältigung handelt es sich um einen Spezialfall der Risikobewertung, da in diesem Prozessschritt eine Bewertung dahingehend vorzunehmen ist, wie mit den identifizierten, analysierten und klassifizierten Einzelrisiken umgegangen werden soll.<sup>427</sup> Grundsätzlich wird im Risikomanagement zwischen fünf Möglichkeiten der Risikobewältigung unterschieden:<sup>428</sup>

- der Risikovermeidung (Eliminierung),
- der Risikoverminderung,
- der Risikoallokation,
- der Versicherung sowie
- der Übernahme (Akzeptanz).

Besondere Bedeutung kommt bei PPP-Projekten der Risikoallokation – also der Fragestellung, welche Einzelrisiken innerhalb der geschaffenen öffentlich-privaten Partnerschaft beim öffentlichen PPP-Partner verbleiben und welche Risiken an den privaten PPP-Partner transferiert werden – zu. Für JACOB UND KOCHENDÖRFER (2002) S. 19 bildet die „Optimierung des Risikotransfers“ den wichtigsten Faktor für die Erreichung von Effizienzvorteilen bei PPP-Projekten.

Grundsätzlich gibt es drei Möglichkeiten, wie spezifische Einzelrisiken zwischen den Partnern aufgeteilt werden können:<sup>429</sup>

---

<sup>426</sup> Das Risk Mapping wird in der Literatur (vgl. ZACHER, D. UND KOCHENDÖRFER, B. (Risikoanalyse PPP 2010) S. 48, GIRMSCHIED, G. (Ganzheitliches Risikomanagement in Bauunternehmen 2001) S. 291, GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Risikomanagement in Bauunternehmen 2003) S. 574f, GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Projektrisikomanagement 2014) S. 107) auch als „Risikoportfolio-Methode“ bezeichnet, da das Risk Mapping eine gewisse Ähnlichkeit zu Instrumenten, die im qualitativen Portfoliomanagement zur Anwendung gelangen, aufweist.

<sup>427</sup> Vgl. FIRMENICH, J. (Risikoallokation und Risikotragfähigkeit PPP 2014) S. 148

<sup>428</sup> Vgl. AKINTOYE, A. (Framework for Risk Assessment 2001) S. 20, GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Projektrisikomanagement 2014) S. 67

<sup>429</sup> Vgl. BOUSSABAINE, A. UND KIRKHAM, R. J. (Whole Life-Cycle Costing 2004) S. 182, BOUSSABAINE, A. (Cost Planning of PFI/PPP Projects 2007) S. 276ff, GÜRTLER, V. (Stochastische Risikobetrachtung bei PPP 2007) S. 76, MERNA, T. UND NJIRU, C. (Financing Infrastructure Projects 2002) S. 214f

- 1) Das Einzelrisiko verbleibt gänzlich beim öffentlichen PPP-Partner.
- 2) Das Einzelrisiko wird gänzlich an den privaten PPP-Partner übertragen.
- 3) Das Einzelrisiko wird nach einem bestimmten Schlüssel zwischen dem öffentlichen und dem privaten PPP-Partner aufgeteilt.

Die Entscheidung, wie die Risikoallokation zwischen den Partnern ausgestaltet wird, sollte optimalerweise gem. der Kompetenzen der Partner und der Beeinflussungsmöglichkeit des jeweiligen Einzelrisikos getroffen werden und das Ziel verfolgen, die Gesamtrisikokosten für das jeweilige PPP-Projekt zu minimieren.<sup>430</sup> In der Praxis findet jedoch in den letzten Jahren in einigen Ländern und bezogen auf bestimmte Projekttypen eine Standardisierung der Risikoallokation statt, die den Handlungs- und Gestaltungsspielraum bei Einzelprojekten zugunsten einer effizienteren und weniger zeit- und kostenintensiven Vergabe der Projekte einschränkt.<sup>431</sup>

Da im Rahmen des PPP-PSM ausschliesslich die seitens des privaten PPP-Partners übernommenen Einzelrisiken von Interesse sind, wird aus Effizienzgründen die Risikoallokation im Prozessablauf vorgezogen und als Konsequenz daraus der Risikomanagementprozess im PPP-PSM entsprechend angepasst (vgl. **Bild 44**). Genauere Ausführungen zur Umsetzung der Risikobewältigung im Rahmen des PPP-PSM finden sich in Kapitel 6.1.3.

### 5.3.2.5 Risikocontrolling

Den Abschluss des Risikomanagementprozesses bildet das Risikocontrolling. Dieses dient dazu, die zuvor identifizierten, bewerteten und einer Bewältigungsmassnahme zugeführten Einzelrisiken zu beobachten und dabei zu überprüfen, ob die gesetzten Initiativen die gewünschte Wirkung erzielen. Sollte dies nicht der Fall sein, sind entsprechende Anpassungen vorzunehmen. Zudem sind die getroffenen Annahmen hinsichtlich der Eintretenswahrscheinlichkeit und der Tragweite der Einzelrisiken kritisch zu hinterfragen und notwendigenfalls anzupassen. Die aus dem Risikocontrollingprozess gewonnenen Erkenntnisse fliessen in den Risikoidentifikationsprozess, den Risikokategorisierungsprozess, den Risikoanalyseprozess und den Risikobewältigungsprozess ein. Dadurch bildet sich ein kybernetischer Regelkreis (vgl. Kapitel 5.2.2.1.3), der bei konsequenter Anwendung zu einer kontinuierlichen Verbesserung des gesamten Risikomanagementprozesses führt (**Bild 35**).<sup>432</sup>

Wie die Umsetzung der kybernetischen Rückkopplungen im Risikocontrolling des PPP-PSM erfolgt, wird in Kapitel 6.1.8 beschrieben.

<sup>430</sup> Vgl. IRWIN, T. C. (Allocating and Valuing Risk 2007) S. 56

<sup>431</sup> Vgl. HM TREASURY (Standardisation of PF2 Contracts 2012) S. 94ff, MINISTRY OF FINANCE - GOVERNMENT OF INDIA (RA - Highways India 2011) u. a. m.

<sup>432</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Projektrisikomanagement 2014) S. 57 bzw. 76

Auf Grundlage des in den vorangehenden Unterkapiteln vorgestellten, allgemeinen Risikomanagementprozesses und den festgelegten Methoden in den einzelnen Prozessschritten, wird in Kapitel 6.1 der Risikomanagementprozess des PPP-PSM zur zielgerichteten, probabilistischen Ermittlung der jährlichen Erwartungswerte der Risikokosten von PPP-Projekten entwickelt. Eine Abweichung vom allgemeinen Risikomanagementprozess ist erforderlich, da nur die seitens des privaten PPP-Partners übernommenen Einzelrisiken im PPP-PSM relevant sind und somit im Prozessablauf die Vorziehung der Risikoallokation geboten ist.

Des Weiteren ist der Risikomanagementprozess speziell auf die individuellen Anforderungen, die sich aus der Anwendung der MPT ergeben, auszurichten. Aus diesen spezifischen Anforderungen ergibt sich, dass die Risikokosten jährlich und auf probabilistischer Basis berechnet werden müssen. Um dieser Anforderung zu entsprechen, werden nachfolgend in der Wissenschaft bekannte Verfahren, die zur validen Formulierung der Risikokostenermittlung auf probabilistischer Basis geeignet sind, genannt. Anschliessend wird das am besten geeignete Verfahren ausgewählt und eingehend beschrieben.

### 5.3.2.6 *Probabilistische Ermittlung der Risikokosten im PPP-PSM*

#### 5.3.2.6.1 *Verfahren zur probabilistischen Ermittlung der Risikokosten*

In den Wirtschaftswissenschaften existieren eine Reihe von Berechnungsmodellen und Simulationen zur Unterstützung des Risikomanagements auf probabilistischer Basis. Ausgewählte Verfahren werden nachfolgend vorgestellt.

##### 5.3.2.6.1.1 Kausalanalytische Methode

Die Kausalanalytische Methode ist ein Verfahren, bei dem Ursache-Wirkungsbeziehungen (Kausalzusammenhänge) zwischen Input- und Outputgrössen ermittelt werden. Nach Definition von Variablen und Hypothesen bzgl. der Kausalzusammenhänge werden die betrachteten stationären Zeitreihen durch lineare, zeitreihenanalytische Modelle beschrieben (sog. „Autoregressive Moving Average Models“, kurz: ARMA), die die gewünschten Zusammenhänge aufzeigen und Prognosen über künftige Entwicklungen erlauben.<sup>433</sup>

Die Kausalanalytische Methode wird vor allem in Frühwarnsystemen des Risikomanagements der Finanz- und Versicherungsbranche eingesetzt.

---

<sup>433</sup> Vgl. GLEISSNER, W. UND MEIER, G. (Risiko-Management 2001) S. 187ff

#### 5.3.2.6.1.2 Mandelbrot-Fraktale

Als neuestes Verfahren zur Erfassung von Risikokosten und dem Zusammenwirken von Einzelrisiken gelten die sog. Mandelbrot-Fraktale, die im Gegensatz zur klassischen Finanzmarkttheorie stehen. Die zeitlichen Entwicklungen von Aktien- oder Währungskursen werden dabei nicht über Standardabweichungen der Renditen beschrieben, sondern als multifraktale Kurven aufgefasst, welche die Eigenschaft der Selbstähnlichkeit von fraktalen Geometrien aufweisen. Durch diese Annahme werden die Kurvenverläufe zwar lokal durch einen probabilistischen Prozess bestimmt, weisen aber global charakteristische, wiederkehrende Trends auf. Dadurch können auch plötzliche, starke Preisausschläge erklärt bzw. simuliert werden, die von der klassischen Finanzmarkttheorie nicht erfasst würden.<sup>434</sup>

Mandelbrot-Fraktale kommen vor allem in den Naturwissenschaften und im Finanzwesen zum Einsatz.

#### 5.3.2.6.1.3 Monte Carlo Simulation (MCS)

Bei der MCS handelt es sich um ein probabilistisches Verfahren, bei dem basierend auf einem mathematischen Modell, das den Zusammenhang zwischen Inputgrößen und Outputgrößen beschreibt, eine grosse Anzahl an Inputvektoren mittels Zufallszahlen generiert werden. Die Erzeugung der Zufallszahlen erfolgt auf Basis vorgegebener Verteilungen der Inputvariablen. Die MCS liefert eine Menge an Outputgrößen, die statistisch nutzbar gemacht werden können.<sup>435</sup>

Die MCS kommt in einer Reihe von Wirtschaftszweigen zum Einsatz und stellt derzeit das Standardverfahren zur probabilistischen Abbildung von Risiken dar.

#### 5.3.2.6.1.4 Neuronale Netze

Mit Hilfe von drei elementaren Komponenten (1) künstliche Neuronen, 2) innere Vernetzungselemente zwischen den Neuronen, 3) Lernregeln zur Anpassung des Netzwerks an neue Informationen) wird die Struktur und die Funktionsweise des menschlichen Gehirns nachgebildet um komplexe, nicht-regelbasierte Probleme wie etwa Probleme des Risikomanagements zu lösen. Um die gewünschte Anpassung des Netzwerks („Lerneffekt“) zu erreichen, ist eine ausreichend grosse Datenmenge erforderlich, da Neuronale Netze eine gewisse „Trainingsphase“ benötigen um ihre Wirksamkeit zu entfalten.<sup>436</sup>

---

<sup>434</sup> Vgl. u. a. MANDELBROT, B. (The Variation of Certain Speculative Prices 1963), MANDELBROT, B. UND HUDSON, R. (The (Mis)Behaviour of Markets 2010)

<sup>435</sup> Vgl. GLEISSNER, W. UND MEIER, G. (Risiko-Management 2001) S. 129ff, NEMUTH, T. (Risikomanagement 2006) S. 151ff, SUDRET, B. (Uncertainty Propagation and Sensitivity Analysis 2007) S. 35ff, GÜRTLER, V. (Stochastische Risikobetrachtung bei PPP 2007) S. 68ff

<sup>436</sup> Vgl. GLEISSNER, W. UND MEIER, G. (Risiko-Management 2001) S. 183ff

Den „Lerneffekt“ von Neuronalen Netzen macht man sich im Risikomanagement vor allem in Frühwarnsystemen zur Identifikation grosser Risikobelastungen zu Nutze.

#### 5.3.2.6.1.5 Polynomial Chaos Expansion (PCE)

PCE ist ein Verfahren, bei dem das Ergebnis eines mathematischen Modells in einem geeigneten Unterraum dargestellt wird, der durch (unendlich viele) orthogonale Polynome definiert ist. Das Ergebnis des Systems lässt sich als Summe von mehreren PCE-Koeffizienten und Polynomen ausdrücken, die ein einfaches „Post Processing“ der Outputgrössen des Problems zulassen.<sup>437</sup>

Die PCE ist für komplexe Systeme mit sehr vielen Inputgrössen effizienter als die MCS. Aus diesem Grund wird die PCE etwa bei der wissenschaftlichen Risikobetrachtung im Zusammenhang mit Naturkatastrophen (z. B. Erdbeben) und deren Auswirkungen auf grossräumige Infrastrukturnetze eingesetzt.

#### 5.3.2.6.2 Verfahrensauswahl

Von den behandelten Verfahren hat sich vor allem die MCS in der Praxis von Banken und Versicherungsgesellschaften durchgesetzt.<sup>438</sup> Dies ist darauf zurück zu führen, dass die MCS, wie GLEISSNER UND MEIER (2001) S. 126 ausführen, das „...geeignetste Verfahren...“ zur probabilistischen Abbildung von Risiken darstellt. Auch in der Bauwirtschaft kommt die MCS – wenn auch nicht verbreitet und bestenfalls im Zusammenhang mit Grossprojekten – zum Einsatz.<sup>439</sup>

Die Kausalanalytische Methode, die Mandelbrot-Fraktale und die PCE stellen zwar von einem wissenschaftlichen Standpunkt aus betrachtet aktuellere Verfahren als die MCS dar, lassen jedoch bislang die geforderte Praxistauglichkeit vermissen. Um Neuronale Netze sinnvoll implementieren zu können, bedarf es grosser Datenmengen um die Netze zu „trainieren“. Eine ausreichend grosse Datenmenge wird in der bauwirtschaftlichen Praxis derzeit i. d. R. nicht zur Verfügung stehen, was die Umsetzbarkeit des PPP-PSM beeinträchtigt.

Vor dem Hintergrund einer möglichst praxistauglichen Modellgestaltung und einer maximalen Akzeptanz des PPP-PSM wird die MCS im PPP-PSM implementiert.

#### 5.3.2.6.3 Vertiefte Grundlagen der Monte Carlo Simulation (MCS)

Die MCS wurde in den 1940er Jahren am „Los Alamos Scientific Laboratory“ (New Mexico, USA) von den Wissenschaftlern STANISLAW ULAM und JOHN VON NEUMANN im Rahmen des Forschungsprojektes „Manhattan Project“ (Entwicklung der Atom-bombe) ins Leben gerufen. Die MCS wurde ursprünglich eingesetzt, um die zufällige

<sup>437</sup> Vgl. SUDRET, B. (Uncertainty Propagation and Sensitivity Analysis 2007) S. 67ff

<sup>438</sup> Vgl. MEDGENBERG, J. UND NEMUTH, T. (MCS im Projektmanagement 2011) S. 165

<sup>439</sup> Vgl. MEDGENBERG, J. UND NEMUTH, T. (MCS im Projektmanagement 2011) S. 165f

Neutronendiffusion in radioaktiven Materialien zu simulieren. Der Begriff „Monte Carlo“ entstammt dem Codename, der für die Entwicklung dieser Simulation verwendet wurde.<sup>440</sup>

Da viele praktische Probleme hochgradig komplex sind, können diese keiner exakten, analytischen Lösung zugeführt und eindeutig (z. B. mittels einer Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion mit zugehörigen Parametern) beschrieben werden. In solchen Fällen bietet es sich an, eine Vielzahl an Lösungen mittels einer Variation der Inputgrößen zu simulieren und die Simulationsergebnisse danach probabilistisch auszuwerten. So können gute Näherungswerte für verschiedene Parameter der gewünschten Outputgrößen berechnet werden.<sup>441</sup>

Um dies zu erreichen, muss zunächst ein mathematisches Modell definiert werden, das einen zielgerichteten Zusammenhang zwischen den Input- und den Outputgrößen definiert. Ist mindestens eine Inputgröße (beispielsweise ein Einzelrisiko) vom Zufall abhängig, so sind durch den direkten Bezug auch die daraus abgeleiteten Outputgrößen probabilistischer Natur. Sobald das mathematische Modell formuliert wurde, kann mit der Beschaffung und Implementierung der Inputgrößen begonnen werden, was in der Praxis oft den zeitintensivsten Teil der Arbeit darstellt. Sobald alle Inputgrößen in der geforderten Qualität in das Modell eingepflegt wurden, wird mit dem letzten Schritt – der Simulation sowie der Auswertung und Darstellung der Ergebnisse – begonnen.<sup>442</sup>

Beim Durchlaufen der MCS werden auf Basis von „Stichprobenverfahren“ (sog. „Sampling-Verfahren“) Zufallswerte der Inputgrößen unter vorgegebenen Rahmenbedingungen (z. B. maximale Tragweite eines Einzelrisikos, minimale Tragweite eines Einzelrisikos, wahrscheinliche Tragweite eines Einzelrisikos, Dichtefunktion) generiert, die dann für jeden Simulationslauf zu einer entsprechenden Outputgröße führen. Durch eine Vielzahl an Simulationsläufen ergibt sich eine entsprechende Menge an Outputgrößen, die probabilistisch ausgewertet wird. Auf Grund des stringenten Zusammenhanges zwischen Input- und Outputgrößen spielt die zufällige Wahl der Stichproben – das „Sampling“ – eine wesentliche Rolle für die Effizienz des Modells und die Qualität der Ergebnisse.<sup>443</sup> Folglich wurden im Laufe der Zeit verschiedene Sampling-Verfahren entwickelt, wobei folgende Verfahren von praktischer Bedeutung sind:<sup>444</sup>

- Monte Carlo Sampling,
- Latin Hypercube Sampling und
- Sobol Sequenzen.

<sup>440</sup> Vgl. RUBINSTEIN, R. Y. UND KROESE, D. P. (Simulation and the MCS Method 2008) S. 83

<sup>441</sup> Vgl. SUDRET, B. (Uncertainty Propagation and Sensitivity Analysis 2007) S. 183

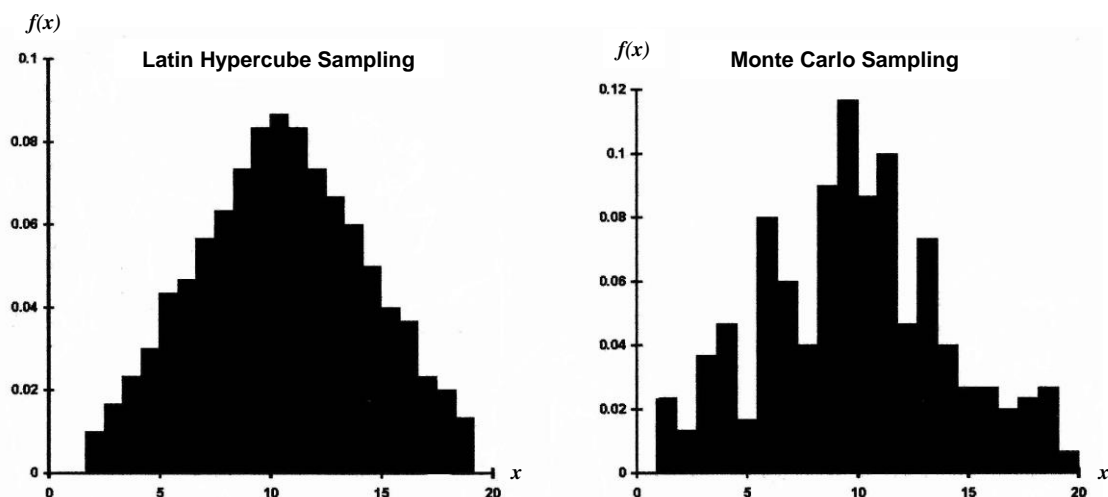
<sup>442</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Projektrisikomanagement 2014) S. 147

<sup>443</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Projektrisikomanagement 2014) S. 148ff

<sup>444</sup> Vgl. SUDRET, B. (Uncertainty Propagation and Sensitivity Analysis 2007) S. 62



Da die zur Ausarbeitung des PPP-PSM zur Verfügung stehende Software<sup>445</sup> nur das Monte Carlo Sampling und das Latin Hypercube Sampling unterstützt, werden diese beiden Verfahren kurz vorgestellt (**Bild 36**).



**Bild 36:** Latin Hypercube Sampling und Monte Carlo Sampling am Bsp. Dreiecksverteilung<sup>446</sup>

#### 5.3.2.6.3.1 Monte Carlo Sampling

Die grundlegende Idee des Monte Carlo Sampling Verfahrens besteht darin, zuerst mit Hilfe eines Zufallszahlengenerators (pseudo-)zufällige Zahlen auf dem Intervall  $[0,1]$  zu generieren, und diese dann in einem zweiten Schritt in die Umkehrfunktion einzusetzen (vgl. **Bild 49**). Auf diese Weise generiert man eine Stichprobe von Ergebnissen der Inputgrößen. Diese zufälligen Inputgrößen können dann verwendet werden, um eine MCS des gewählten mathematischen Modells durchzuführen. Der Nachteil des Monte Carlo Sampling Verfahrens besteht darin, dass der Generator von Zufallszahlen gewisse Zahlen theoretisch auch mehrfach auswählen kann und somit lokale Häufungen von Auswertungen der Zufallsvariablen auftreten können. Genauso ist es möglich, dass gewisse Bereiche des Ergebnisraumes nicht (oder nur mit wenigen Punkten) abgebildet werden, was zu grösseren Abweichungen von der unterstellten Wahrscheinlichkeitsverteilung führen kann (vgl. **Bild 36**).<sup>447</sup>

<sup>445</sup> In vorliegender Arbeit wird folgende Software verwendet: „@Risk for Excel, Version 6.3.1, Industrial Edition, Student Version“ der „Palisade Corporation“

<sup>446</sup> Übernommen aus VOSE, D. (Quantitative Risk Analysis 1996) S. 44

<sup>447</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Projektrisikomanagement 2014) S. 149ff

#### 5.3.2.6.3.2 Latin Hypercube Sampling

Im Unterschied zum Monte Carlo Sampling Verfahren wird beim Latin Hypercube Sampling zuerst das Ergebnisintervall  $[0,1]$  in  $n$  Intervalle unterteilt, wobei  $n$  der Anzahl an Simulationen entspricht. Anschliessend wird mit einem Zufallszahlengenerator für jedes der  $n$  Intervalle eine Zufallszahl zwischen 0 und 1 generiert. Diese Zahl gibt die relative Position des Punktes innerhalb des Intervalls an (als Wert zwischen 0 und 1). Entscheidend ist hierbei, dass somit in jedem Intervall nur ein Punkt vorhanden ist. Hieraus wird bereits der grosse Vorteil dieses Verfahrens deutlich: durch die Aufteilung des Ergebnisraumes in Intervalle wird sichergestellt, dass die Zufallspunkte weitgehend gleichmässig verteilt sind. Die so generierten Zufallsergebnisse nähern dadurch bereits mit deutlich weniger Punkten als beim Monte Carlo Sampling Verfahren die unterstellte Wahrscheinlichkeitsverteilung an (vgl. **Bild 36** für das Beispiel einer Dreiecksverteilung).<sup>448</sup>

Auf Grund der höheren Effizienz und der besseren Ergebnisqualität wird die MCS in gegenständlicher Arbeit unter Anwendung des Latin Hypercube Sampling Verfahrens durchgeführt.

### 5.3.3 Investitionsrechnung

Die Investitionsrechnung stellt die theoretische Grundlage zur finanziellen Beurteilung und Bewertung von Investitionen sowie deren Werthaltigkeit und Wertsteigerung dar.<sup>449</sup> Daher bildet die Investitionsrechnung auch den theoretischen Bezugsrahmen zur Berechnung der – neben dem Risiko – zweiten wesentlichen Eingangsgrösse bei Anwendung der MPT: der Berechnung der Rendite.

Ziel dieses Kapitels ist es, eine geeignete Renditekenngösse zu identifizieren, die den Prämissen der MPT gerecht wird und die Berücksichtigung der spezifischen Charakteristika von PPP-Projekten erlaubt.

Bevor genauer auf die unterschiedlichen Kennzahlen der Investitionsrechnung eingegangen wird, werden die grundlegenden Modellannahmen bezüglich der Renditezusammensetzung dargelegt.

#### 5.3.3.1 *Grundlegende Modellannahmen bezüglich der Renditezusammensetzung bei PPP-Projekten*

Bei Finanzinvestoren setzt sich die mit dem jeweiligen PPP- bzw. Infrastrukturinvestment erwirtschaftete Rendite üblicherweise aus der seitens der Projektgesellschaft

<sup>448</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Projektrisikomanagement 2014) S. 151ff

<sup>449</sup> Vgl. VOLKART, R. (Corporate Finance 2011) S. 277

ausgeschütteten Dividende sowie den Zinsen auf ein etwaiges Gesellschafterdarlehen zusammen. Hinzu kommen im Fall eines Verkaufs der Beteiligungen Gewinne aus einem möglichen Wertzuwachs der Projektgesellschaft.

Bauunternehmen, die sich sowohl an der Leistungs- als auch an der Finanzierungsfunktion von PPP-Projekten beteiligen, stehen zusätzlich weitere Quellen zur Renditegenerierung zur Verfügung, die in ihrer Summe die erwirtschaftete Gesamtrendite bilden. So sind üblicherweise in der erbrachten Bauleistung entsprechende Gewinnaufschläge kalkuliert, die zur Gesamtrendite beitragen. Selbiges gilt für erbrachte Betriebs- und Erhaltungsleistungen. Aus welchen Elementen sich die Gesamtrendite des Bauunternehmens bei einem PPP-Projekt zusammensetzt, hängt in der Praxis vom Umfang der Beteiligung des Bauunternehmens an einzelnen PPP-Projekten ab. Folglich kann die Zusammensetzung der Gesamtrendite von Bauunternehmen zu Bauunternehmen bzw. von PPP-Projekt zu PPP-Projekt variieren.

Da die Renditezusammensetzung bei Bauunternehmen, die sich an PPP-Projekten beteiligen, individuell stark variiert, werden im PPP-PSM folgende Modellannahmen getroffen, um die Renditeberechnung zu vereinfachen und für alle untersuchten PPP-Projekte zu vereinheitlichen:

- Die Kosten für Planung, Bau, Betrieb und Erhaltung beinhalten keine Gewinnaufschläge, leisten somit keinen Beitrag zur Gesamtrendite und sind in der Renditeberechnung nicht zu berücksichtigen.
- Der verbleibende, freie Cashflow der PPP-Projektgesellschaft nach allen Verbindlichkeiten aus Planung, Bau, Betrieb, Erhaltung und Finanzierung sowie etwaigen Rücklagen<sup>450</sup> wird gänzlich im Geschäftsjahr des Anfalles als Dividende an die Gesellschafter der Projektgesellschaft ausbezahlt.<sup>451</sup>
- Die länderspezifischen Steuern werden vernachlässigt.<sup>452</sup>
- Alle gegenseitigen Zahlungsverpflichtungen werden in dem Geschäftsjahr beglichen, in dem sie anfallen. Dementsprechend können die Begrifflichkeiten Aufwendungen und Auszahlungen bzw. Erträge und Einnahmen synonym verwendet werden.

Bei Umsetzung des PPP-PSM in der Praxis können diese Vereinfachungen nicht ohne weiteres übernommen werden um korrekte, praktisch nutzbare Ergebnisse zu erhalten. Es sind daher die tatsächliche Gewinnzusammensetzung, die tatsächliche

---

<sup>450</sup> Üblicherweise wird seitens der PPP-Projektgesellschaft ein Teil des Gewinns zur Bildung von Rücklagen verwendet, die in Reservekonten für Erhaltungsleistungen (sog. „Maintenance Reserve Account“), den Fremdkapitalschuldendienst (sog. „Debt Payment Reserve Account“), u. a. m. eingezahlt werden (vgl. YESCOMBE, E. R. (Project Finance 2002) S. 300f).

<sup>451</sup> Die Prioritätenreihung, in der das auf der Einnahmenseite erwirtschaftete Kapital zur Begleichung der Verbindlichkeiten verwendet werden darf, wird üblicherweise als „Cashflow Cascade“ bezeichnet (vgl. Kapitel 5.3.3.3.1.2 bzw. YESCOMBE, E. R. (Project Finance 2002) S. 299).

<sup>452</sup> Vgl. SCHMIDT-VON RHEIN, A. (Moderne Portfoliotheorie 1996) S. 128

oder tatsächlich geplante Dividendenausschüttung sowie die realen, steuerlichen Aspekte korrekt abzubilden.

### 5.3.3.2 Renditekennzahlen der dynamischen Investitionsrechnung

Grundsätzlich wird zwischen folgenden vier Verfahren der dynamischen Investitionsrechnung unterschieden:<sup>453</sup>

- 1) Kapitalwertmethode (engl. „Net Present Value“; kurz: *NPV*),
- 2) Interne Zinsfußmethode (engl. „Internal Rate of Return“; kurz: *IRR*),
- 3) Annuitätenmethode (engl. „Equivalent Annual Cost“; kurz: *EAC*) sowie
- 4) Methode der Initialverzinsung.

Wie im Stand der Praxis erwähnt (Kapitel 2.1.2.3.3), werden derzeit im PPP-Projektselektionsprozess von Bauunternehmen vorrangig die Kennzahlen *NPV* und *IRR* eingesetzt, um die Rendite eines PPP-Projektes zu beschreiben. Sofern eine der beiden Kennzahlen den Anforderungen der MPT genügt, wird diese Kennzahl auch im PPP-PSM eingesetzt, um die Praxistauglichkeit der gewählten Lösung sicherzustellen. Die Kennzahlen *NPV* und *IRR* werden daher heraus gegriffen und nachfolgend in der gebotenen Tiefe beschrieben.

#### 5.3.3.2.1 Kapitalwertmethode – Net Present Value (*NPV*)<sup>454</sup>

Der Gegenwartswert eines Projektes errechnet sich aus der Abzinsung<sup>455</sup> der prognostizierten Cashflows auf den gegenwärtigen Betrachtungszeitpunkt (Zeitpunkt  $t_0$ ). Zieht man von diesem Gegenwartswert die getätigte Anfangsinvestition  $I_0$  ab, so erhält man den durch das Projekt generierten Mehrwert, der als *NPV* bezeichnet wird.<sup>456</sup> Folglich ist die Investition in ein Projekt dann vorteilhaft, wenn diese zu einem positiven *NPV* führt.<sup>457</sup> Diese grundlegenden Zusammenhänge führen zu nachfolgender, Notation:<sup>458</sup>

$$NPV = -I_0 + \sum_{t=1}^{t_E} \frac{CF_t}{(1+q)^t} \quad (5.2)$$

mit: <i>NPV</i>	Net Present Value [CHF]
$I_0$	Anfangsinvestition [CHF]
$CF_t$	Cashflow des Projektes im Geschäftsjahr $t$ [CHF]

<sup>453</sup> Vgl. ROLFES, B. (Moderne Investitionsrechnung 1998) S. 9 bzw. VOLKART, R. (Corporate Finance 2011) S. 279

<sup>454</sup> Da sich auch im deutschen Sprachgebrauch die englische Bezeichnung durchgesetzt hat, wird in gegenständlicher Arbeit von nun an die englische Abkürzung *NPV* verwendet.

<sup>455</sup> Häufig wird synonym für „Abzinsung“ der Begriff „Diskontierung“ verwendet.

<sup>456</sup> Vgl. VOLKART, R. (Corporate Finance 2011) S. 280

<sup>457</sup> Vgl. GROB, H. L. (Einführung Investitionsrechnung 2006) S. 53

<sup>458</sup> Vgl. VOLKART, R. (Corporate Finance 2011) S. 281

$q$	Diskontierungsfaktor [-]
$t$	Geschäftsjahr im Projektverlauf
$t_E$	Geschäftsjahr des Projektendes

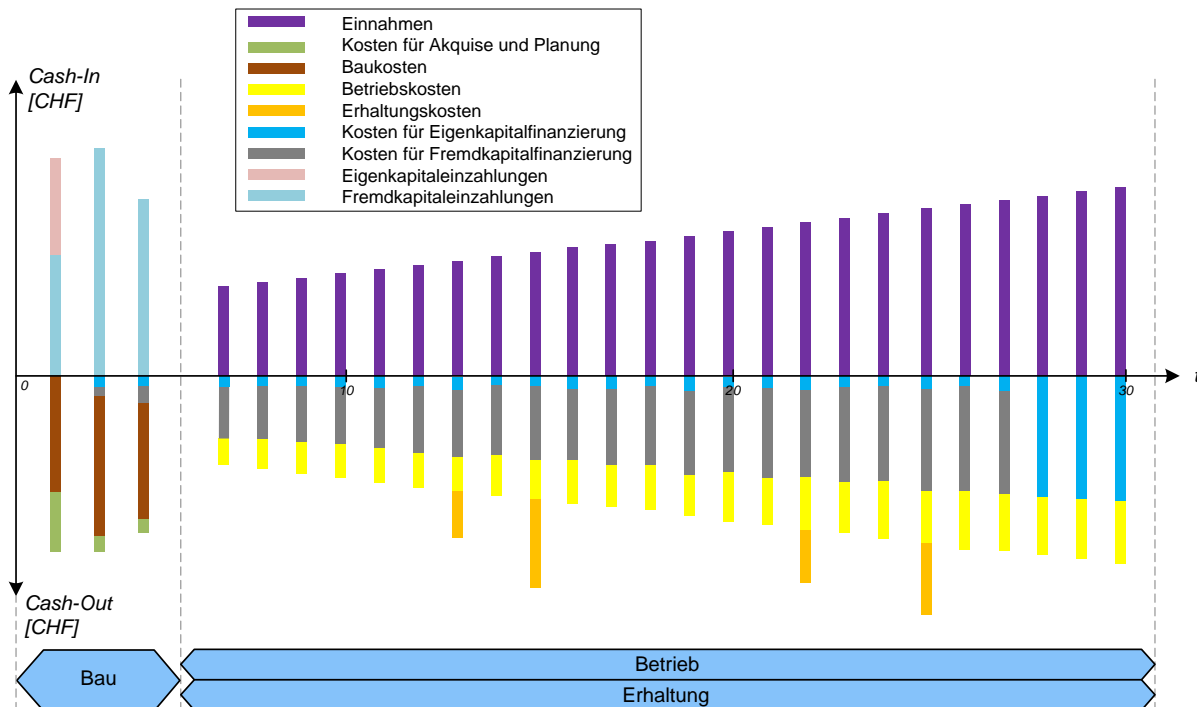
Da bei Bauprojekten im Allgemeinen und bei PPP-Projekten im Speziellen schon die Anfangsinvestition – die Errichtung des Bauwerks – über mehrere Geschäftsjahre läuft, ist auch die Anfangsinvestition entsprechend abzuzinsen. Des Weiteren werden die einzelnen Elemente des Cashflows  $CF_t$  üblicherweise separat ausgewiesen um die Zusammenhänge zu verdeutlichen. Für ein PPP-Hochbauprojekt lässt sich der NPV unter Berücksichtigung der wesentlichen Zahlungsströme wie folgt formulieren.<sup>459</sup>

$$\begin{aligned}
 NPV_{t_0} = & - \sum_{t=t_{PA}}^{t_{PE}} \frac{C_t^{Akq,Plan}}{(1+q)^{(t-t_0)}} - \sum_{t=t_{BaA}}^{t_{BaE}} \frac{C_t^{Bau}}{(1+q)^{(t-t_0)}} - \sum_{t=t_{BeA}}^{t_{BeE}} \frac{C_t^{Betr}}{(1+q)^{(t-t_0)}} - \sum_{t=t_{EA}}^{t_{EE}} \frac{C_t^{Erh}}{(1+q)^{(t-t_0)}} + \\
 & - \sum_{t=t_{FEKA}}^{t_{FEKE}} \frac{C_t^{EK-Fin}}{(1+q)^{(t-t_0)}} - \sum_{t=t_{FFKA}}^{t_{FFKE}} \frac{C_t^{FK-Fin}}{(1+q)^{(t-t_0)}} + \sum_{t=t_{FEKA}}^{t_{FEKE}} \frac{E_t^{EK-Fin}}{(1+q)^{(t-t_0)}} + \\
 & + \sum_{t=t_{FFKA}}^{t_{FFKE}} \frac{E_t^{FK-Fin}}{(1+q)^{(t-t_0)}} + \sum_{t=t_{MA}}^{t_{ME}} \frac{E_t^{Miete}}{(1+q)^{(t-t_0)}}
 \end{aligned} \tag{5.3}$$

mit: $NPV_{t_0}$	Net Present Value zum Projektbeginn $t_0$ [CHF]
$C_t^{Akq,Plan}$	Kosten für Akquise und Planung im Geschäftsjahr $t$ [CHF]
$C_t^{Bau}$	Baukosten im Geschäftsjahr $t$ [CHF]
$C_t^{Betr}$	Betriebskosten im Geschäftsjahr $t$ [CHF]
$C_t^{Erh}$	Erhaltungskosten im Geschäftsjahr $t$ [CHF]
$C_t^{EK-Fin}$	Kosten für Eigenkapitalfinanzierung im Geschäftsjahr $t$ [CHF]
$C_t^{FK-Fin}$	Kosten für Fremdkapitalfinanzierung im Geschäftsjahr $t$ [CHF]
$E_t^{EK-Fin}$	Eigenkapitaleinzahlungen im Geschäftsjahr $t$ [CHF]
$E_t^{FK-Fin}$	Fremdkapitaleinzahlungen im Geschäftsjahr $t$ [CHF]
$E_t^{Miete}$	Einnahmen aus Maut, Miete, etc. im Geschäftsjahr $t$ [CHF]
$t_0$	Geschäftsjahr des Projektbeginnes
$t_{BA}, t_{BE}, \dots$	phasenbezogene Zeitpunkte im Projekt: Bauanfang, Bauende, etc.
$q$	Diskontierungsfaktor [-]

<sup>459</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Kostensteuerungsprozessmodell - Teil 1 2007) S. 500

Die mathematischen Zusammenhänge sind in **Bild 37** veranschaulicht und führen zu folgendem idealtypischen Cashflow-Profil von PPP-Hochbauprojekten:<sup>460</sup>



**Bild 37:** Einflussgrößen des NPV – Cashflow-Profil eines PPP-Projektes<sup>461</sup>

Die folgenden wesentlichen Vorteile sprechen für eine Anwendung der NPV-Methode im PPP-Projektselektionsprozess:<sup>462</sup>

- die Berücksichtigung prognostizierter, zukünftiger Cashflows des PPP-Projektes,
- die Berücksichtigung von Zeitpunkt und Zeitwert dieser Cashflows sowie
- die gute Vergleichbarkeit unterschiedlicher PPP-Projekte zueinander.

Dem stehen folgende Nachteile der NPV-Methode gegenüber:<sup>463</sup>

- die Annahme, dass die verglichenen PPP-Projekte gänzlich unabhängig voneinander sind,
- die Nichtberücksichtigung von möglichen Refinanzierungen im Verlauf des PPP-Projektes,

<sup>460</sup> Die Kosten für die Akquisition des PPP-Projektes werden i. d. R. vom Bauunternehmen zunächst vorgestreckt und im ersten Jahr des Projektes durch die PPP-Projektgesellschaft übernommen. Darüber hinaus fallen während der Bauphase noch Planungskosten für die Ausführungsplanung des PPP-Projektes an.

<sup>461</sup> Eigene Darstellung unter Berücksichtigung von GIRMSCHIED, G. (Kostensteuerungsprozessmodell - Teil 2 2007) S. 500ff sowie in Anlehnung an FIRMENICH, J. (Risikoallokation und Risikotragfähigkeit PPP 2014) S. 239

<sup>462</sup> Vgl. BOUSSABAIN, A. (Cost Planning of PFI/PPP Projects 2007) S. 119

<sup>463</sup> Vgl. BOUSSABAIN, A. (Cost Planning of PFI/PPP Projects 2007) S. 118f

- die Vorteilhaftigkeit von Investitionen, die möglichst spät im Ablauf des PPP-Projektes erfolgen, sowie
- die Schwierigkeit der Prognose der zukünftigen Cashflows sowie des Diskontierungsfaktors.

Vor allem die Prognose der zukünftigen Cashflows und des Diskontierungsfaktors stellen bei langfristigen Investments wie PPP-Projekten ein grosses Problem dar, das jedoch für alle langfristigen Bewertungsverfahren gleichermassen besteht, da bislang keine Verfahren existieren, die eine zuverlässige Prognose erlauben.

### 5.3.3.2.2 Interne Zinsfussmethode – Internal Rate of Return (*IRR*)<sup>464</sup>

Der *IRR* eines Projektes lässt sich aus dem *NPV* ableiten und bezeichnet denjenigen internen Zinssatz/-fuss, bei dem der *NPV* eines Investments genau null wird. Folglich ist die Investition in ein Projekt umso vorteilhafter, je grösser der interne Zinsfuss des Projektes ist.<sup>465</sup> Des Weiteren ist die Investition grundsätzlich nur dann sinnvoll, wenn der *IRR* grösser oder zumindest gleich gross ist, „...wie der risikogerechte, projektrelevante Kapitalkostensatz.“<sup>466</sup> Diese grundlegenden Zusammenhänge führen zu nachfolgender, einfacher Notation:<sup>467</sup>

$$-I_0 + \sum_{t=1}^{t_E} \frac{CF_t}{(1 + IRR)^t} = 0 = NPV \quad (5.4)$$

mit: <i>IRR</i>	Internal Rate of Return [-]
<i>NPV</i>	Net Present Value [CHF]
<i>I</i> <sub>0</sub>	Anfangsinvestition [CHF]
<i>CF</i> <sub><i>t</i></sub>	Cashflow des Projektes im Geschäftsjahr <i>t</i> [CHF]
<i>t</i> <sub><i>E</i></sub>	Geschäftsjahr des Projektendes

Für PPP-Projekte lassen sich die Zusammenhänge analog zu Formel ( 5.3 ) beschreiben.

Die Vorteile der internen Zinsfussmethode entsprechen denjenigen der *NPV*-Methode (Kapitel 5.3.3.2.1). Als wichtigste Nachteile des *IRR* gegenüber dem *NPV* gelten:<sup>468</sup>

- die nicht entsprechende Anpassung an unkonventionelle Strukturen und Unstetigkeiten<sup>469</sup> im PPP-Projektcashflow,

<sup>464</sup> Da sich auch im deutschen Sprachgebrauch die englische Bezeichnung durchgesetzt hat, wird in gegenständlicher Arbeit von nun an die englische Abkürzung *IRR* verwendet.

<sup>465</sup> Vgl. VOLKART, R. (Corporate Finance 2011) S. 283

<sup>466</sup> Vgl. VOLKART, R. (Corporate Finance 2011) S. 284

<sup>467</sup> Vgl. VOLKART, R. (Corporate Finance 2011) S. 283

<sup>468</sup> Vgl. BOUSSABAIN, A. (Cost Planning of PFI/PPP Projects 2007) S. 120

<sup>469</sup> Diese entstehen bei PPP-Projekten insb. an den Übergängen von einer Projektphase zur nächsten sowie durch Erhaltungsmassnahmen im Projektverlauf (vgl. **Bild 37**).

- die tendenzielle Bevorzugung von kleineren PPP-Projekten gegenüber grösseren sowie
- die Sensitivität gegenüber zeitlichen Verschiebungen der Zahlungsströme im PPP-Projektlauf.

#### 5.3.3.2.3 Eignung von NPV und IRR im PPP-PSM

Die Eignung des *NPV* bzw. des *IRR* als Renditekennzahlen im Rahmen des PPP-PSM wird anhand der Prämissen der MPT hinsichtlich:

- 1) der Periodizität,
- 2) der probabilistischen Abhängigkeit und
- 3) der Normalverteilung der Renditen

überprüft.

Wie aus den oben gemachten Anmerkungen ersichtlich wird, bewerten sowohl der *NPV* als auch der *IRR* die Gesamtinvestition in ein PPP-Projekt unter Berücksichtigung der Zeitpunkte der einzelnen Cashflows. Da der *NPV* und der *IRR* die Gesamrendite eines PPP-Projektes abbilden, wird die Prämisse der Periodizität durch diese beiden Kennzahlen nicht erfüllt. Die beiden aktuell im PPP-Projektselektionsprozess von Bauunternehmen verwendeten Renditekenngrossen *NPV* und *IRR* sind damit nicht für eine Anwendung im Rahmen des PPP-PSM geeignet.

#### 5.3.3.3 Rentabilität

Im Stand der Praxis bei Finanzinvestoren wurde gezeigt, dass eine Grösse der Rentabilität<sup>470</sup> – die Wachstumsrate des *EBITDA* – als Mass für die Rendite bei Infrastrukturinvestments herangezogen und auf portfoliotheoretischer Basis eingesetzt wird (Kapitel 2.2.3.1.2). Aus diesem Grund wird als nächster Schritt die Rentabilität hinsichtlich ihrer Einsetzbarkeit im PPP-PSM untersucht.

Unter der Rentabilität versteht man betriebswirtschaftliche Kennziffern zur Erfassung des wirtschaftlichen Erfolgs (Gewinn) einer Unternehmung, die i. d. R. am eingesetzten Kapital, das zur Erreichung des Erfolges erforderlich war, gemessen wird.<sup>471</sup> In der einschlägigen Literatur<sup>472</sup> findet sich eine grosse Anzahl an Kennzahlen, aus denen in der Folge die wichtigsten und für die Zwecke des PPP-PSM am geeignetsten

<sup>470</sup> Vgl. MOLES, P., et al. (Corporate Finance 2011) S. 133

<sup>471</sup> Vgl. MOLES, P., et al. (Corporate Finance 2011) S. 132f

<sup>472</sup> Vgl. VOLKART, R. (Corporate Finance 2011) S. 164ff, GEYER, H. UND SCHEMPF, T. (Beteiligungscontrolling und Finanzplanung 2000) S. 84ff, ROSS, S. A., et al. (Corporate Finance 2008) S. 52ff, MOLES, P., et al. (Corporate Finance 2011) S. 132ff, u. a. m. Die Einordnung der Wachstumsrate des *EBITDA* als Rentabilitätskennzahl findet sich in dieser Form häufig in einschlägiger Literatur, obwohl diese nicht ganz „sauber“ ist, da es sich beim *EBITDA* um eine Grösse der Erfolgsrechnung handelt.



erscheinenden herausgefiltert werden. Zur Berechnung einer Rentabilitätskennzahl braucht es grundsätzlich zwei Eingangsgrößen:

- 1) eine aussagekräftige Grösse zur Darstellung des Gewinns und
- 2) eine Grösse, die das zur Gewinnerreichung eingesetzte Kapital beziffert.

Diese beiden Grössen werden im Folgenden beleuchtet.

### 5.3.3.3.1 Darstellung des Gewinns

#### 5.3.3.3.1.1 Erfolgsrechnung

Der Gewinn aus der laufenden Geschäftstätigkeit eines Unternehmens wird durch die Gegenüberstellung der Erträge und Aufwendungen ermittelt und in der Erfolgsrechnung<sup>473</sup> ausgewiesen.<sup>474</sup> Die Erfolgsrechnung wird periodenbezogen, üblicherweise für ein ganzes Geschäftsjahr, ermittelt. Die Gewinnermittlung erfolgt in mehreren Schritten, sodass Zwischengewinngrößen ausgegeben werden können. Der Ablauf einer solchen Gewinnermittlung ist in Formel ( 5.5 ) am Beispiel eines PPP-Projektes zusammengefasst.

<i>+ Erträge aus der Geschäftstätigkeit (Miete, Maut, etc.)</i>	
<i>- Aufwand in Folge der Geschäftstätigkeit; Summe aus</i>	
<i>  Aufwand für Planung und Akquise</i>	
<i>  Aufwand für Bau</i>	
<i>  Aufwand für Betrieb</i>	
<i>  Aufwand für Erhaltung</i>	
<b><i>EBITDA (= Gewinn vor Zinsen, Steuern und Abschreibungen)</i></b>	
<i>- Abschreibungen</i>	( 5.5 )
<b><i>EBIT (= Gewinn vor Zinsen und Steuern)</i></b>	
<i>- Zinsen Gesellschafterdarlehen</i>	
<i>- Zinsen Bauzwischenfinanzierung</i>	
<i>- Zinsen Fremdkapital</i>	
<b><i>EBT (= Gewinn vor Steuern)</i></b>	
<i>- Steuern</i>	
<b><i>Reingewinn</i></b>	

Da unter den grundlegenden Modellannahmen des PPP-PSM (Kapitel 5.3.3.1) die Steuern vernachlässigt werden, entspricht das *EBT* dem Reingewinn der PPP-Projektgesellschaft. Es bleibt jedoch festzuhalten, dass das *EBT* auch trotz der weiteren,

<sup>473</sup> In der Schweiz spricht man von der Erfolgsrechnung. In Deutschland und Österreich spricht man in diesem Zusammenhang von der Gewinn- und Verlustrechnung (GuV).

<sup>474</sup> Vgl. VOLKART, R. (Corporate Finance 2011) S. 160f

grundlegenden Modellannahme, dass alle gegenseitigen Zahlungsverpflichtungen in dem Geschäftsjahr beglichen werden, in dem sie anfallen,<sup>475</sup> keine Cashflow-Grösse darstellt, da auch Abschreibungen berücksichtigt werden.

Die Berechnung des *EBT* bildet daher nur das Ergebnis der PPP-Projektgesellschaft ab, lässt jedoch keinen Rückschluss auf den freien Cashflow nach Durchlauf der „Cashflow Cascade“<sup>476</sup> zu. Wie sich der freie Cashflow ermitteln lässt, wird im nachfolgenden Kapitel gezeigt.

#### 5.3.3.3.1.2 Geldflussrechnung

Die auch als Kapitalflussrechnung bezeichnete Geldflussrechnung ist wie die Erfolgsrechnung periodenbezogen und bildet die tatsächlichen Geldströme aus Einzahlungen und Auszahlungen innerhalb einer Periode/eines Geschäftsjahres ab. Cash-unwirksame Grössen wie Abschreibungen bleiben – anders als bei der Erfolgsrechnung – unberücksichtigt. Allerdings werden die gezogenen Fremdkapitaltranchen oder Tilgungsraten berücksichtigt. Damit handelt es sich bei der Geldflussrechnung um eine Methode, die Auskunft über die Veränderung der liquiden Mittel eines Unternehmens gibt.<sup>477</sup>

Die Geldflussrechnung für ein PPP-Projekt lässt sich anhand des Cashflow-Standardprofils nachvollziehen (**Bild 37**) und wird häufig, wie **Bild 38** zeigt, als sog. „Cashflow Cascade“ dargestellt.

Der verbleibende, freie Cashflow der PPP-Projektgesellschaft wird in den ersten Geschäftsjahren eines PPP-Projektes häufig nicht unmittelbar an die Gesellschafter ausgeschüttet, sondern als Liquiditätsvorsorge auf ein Reservekonto einbezahlt, das gegen Ende der PPP-Projektlaufzeit aufgelöst und an die Gesellschafter ausbezahlt wird.<sup>478</sup> Letztlich ist die im Gesellschaftervertrag vereinbarte Regelung über die Verwendung der freien Cashflows jedoch von den Gesellschaftern der PPP-Projektgesellschaft (beteiligte Bauunternehmen oder Finanzinvestoren) und von deren mit dem PPP-Investment verfolgten Investmentstrategie abhängig. So kommt es in der Praxis bei Bauunternehmen, die als Gesellschafter der PPP-Projektgesellschaft auftreten und Eigenkapital in die Projektgesellschaft investieren, vor, dass der freie Cashflow im Geschäftsjahr des Anfalles in vollem Umfang als Dividende an die Gesellschafter ausgeschüttet wird.

Auf Grund der individuell verschiedenen Regelungen über den Umgang mit dem verbleibenden, freien Cashflow liegt dem PPP-PSM die vereinfachende Annahme zugrunde, dass der freie Cashflow am Periodenende/am Ende des Geschäftsjahres in

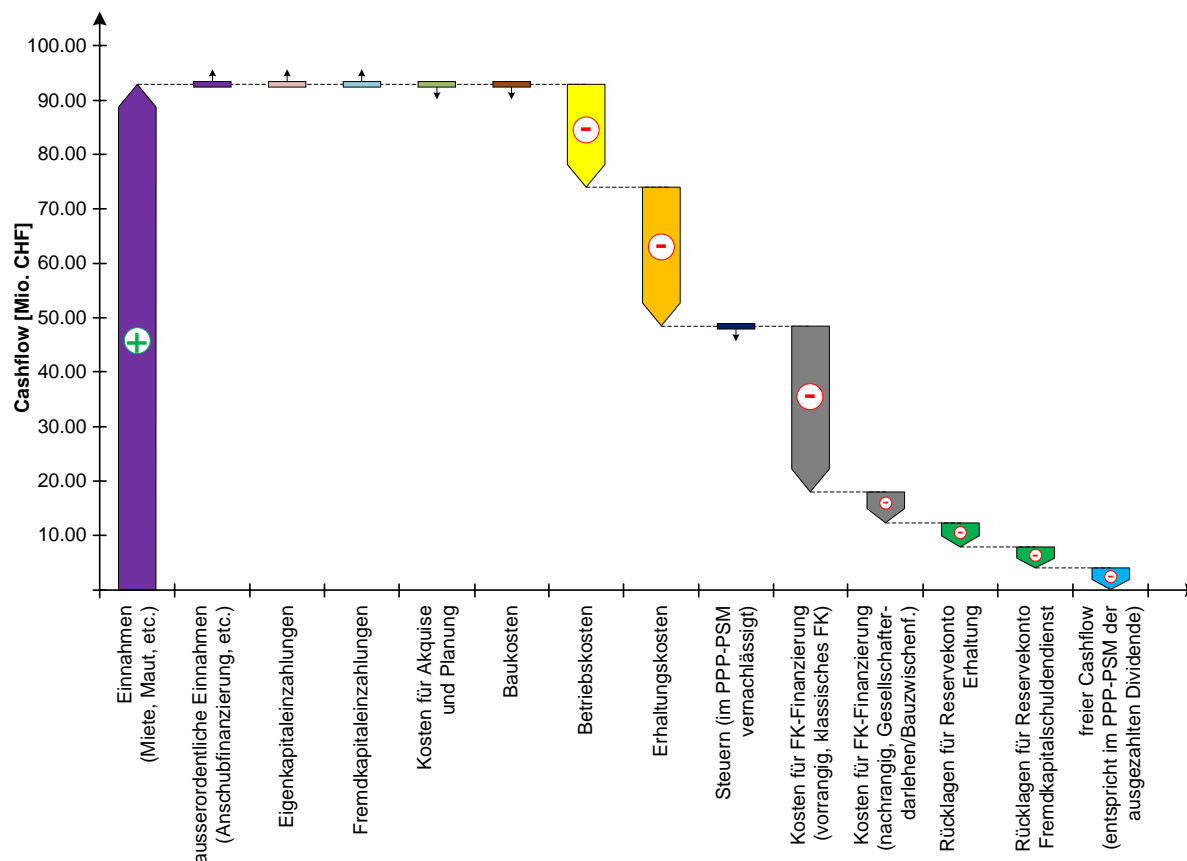
<sup>475</sup> Auf Grund der Periodenbezogenheit können die Begrifflichkeiten Aufwendungen und Auszahlungen (= negative Cashflows) bzw. Erträge und Einnahmen (= positive Cashflows) synonym verwendet werden (Kapitel 5.3.3.1).

<sup>476</sup> Vgl. Fussnote 451

<sup>477</sup> Vgl. VOLKART, R. (Corporate Finance 2011) S. 161

<sup>478</sup> Vgl. YESCOMBE, E. R. (PPP - Principles of Policy and Finance 2007) S. 207

vollem Umfang in Form einer Dividende an die Gesellschafter ausbezahlt wird (vgl. Kapitel 5.3.3.1).



**Bild 38:** Geldflussrechnung („Cashflow Cascade“) eines PPP-Projektes für ein Geschäftsjahr  $t_i$ <sup>479</sup>

### 5.3.3.3.2 Eingesetztes Kapital zur Gewinnreichung

Das zur Gewinnerreichung eingesetzte Kapital wird im PPP-PSM durch das seitens des Bauunternehmens/der SGE-PPP in die PPP-Projektgesellschaft eingebrachte Kapital repräsentiert. Dieses Kapital setzt sich üblicherweise aus folgenden Komponenten zusammen:<sup>480</sup>

- klassisches Eigenkapital,
- Gesellschafterdarlehen, das üblicherweise als nachrangiges Fremdkapital eingestuft wird, sowie
- Bauzwischenfinanzierung, die ebenfalls als nachrangiges Fremdkapital einzustufen ist.

<sup>479</sup> Eigene Darstellung unter Berücksichtigung von YESCOMBE, E. R. (PPP - Principles of Policy and Finance 2007) S. 204

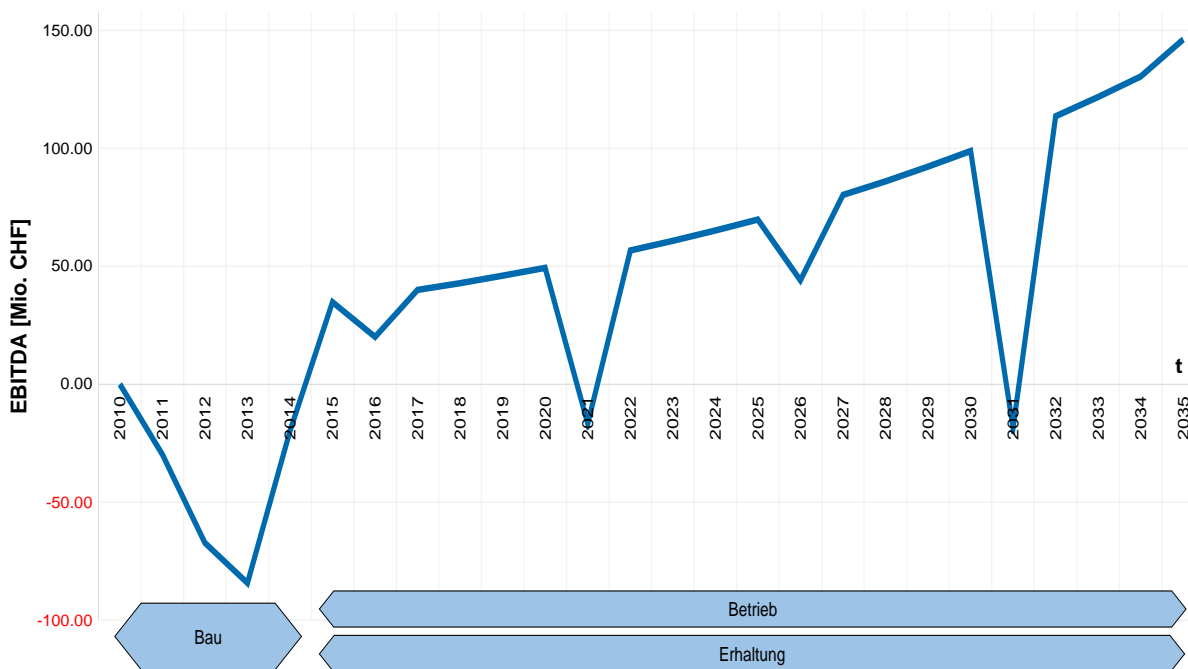
<sup>480</sup> Vgl. WEBER, B. UND ALFEN, H. W. (Infrastructure as an Asset Class 2010) S. 198

Die Summe aus diesen drei Kapitalkomponenten bildet das Kapitalvolumen, das zur Berechnung der Rentabilitätskennzahlen aus Sicht eines Bauunternehmens, das sich an einem PPP-Projekt als industrieller, strategischer Investor beteiligt, anzusetzen ist.

### 5.3.3.3.3 Grössen zur Darstellung der Rentabilität

#### 5.3.3.3.3.1 Wachstumsrate des *EBITDA*

Wie erwähnt wurde, verwendet der im Stand der Praxis untersuchte, offene Infrastrukturfond die Wachstumsrate des *EBITDA* als Renditekennzahl (Kapitel 2.2.3.1.2). Der Ablauf der Berechnung des *EBITDA* wurde in Formel ( 5.5 ) gezeigt. Führt man diese Berechnung für jedes einzelne Geschäftsjahr der PPP-Projektlaufzeit aus, so ergibt sich etwa der in **Bild 39** dargestellte, typische Verlauf des *EBITDA*. Aus dem Vergleich des *EBITDA* aus zwei aufeinanderfolgenden Geschäftsjahren lässt sich dessen Wachstumsrate ermitteln. Die seitens des offenen Infrastrukturfonds verwendete Renditegrösse ist damit keine Rentabilitätskennzahl im klassischen Sinn, da sie nicht den erzielten Gewinn ins Verhältnis zum eingesetzten Kapital setzt. Allerdings ist sie dennoch unter bestimmten Voraussetzungen als Renditekennzahl verwendbar.



**Bild 39:** Typischer Verlauf des *EBITDA* über die PPP-Projektlaufzeit<sup>481</sup>

Wie aus **Bild 39** ersichtlich wird, unterliegt das *EBITDA* erheblichen Schwankungen, die sich primär aus Erhaltungsmassnahmen ergeben. Während der Bauphase fällt

<sup>481</sup> Eigene Darstellung

das *EBITDA* des PPP-Projektes üblicherweise ins Negative. Aus den Schwankungen folgt, dass die in Kapitel 2.2.3.1.2 als Renditekennzahl verwendete Wachstumsrate des *EBITDA* in einigen Geschäftsjahren der PPP-Projektlaufzeit ein negatives Wachstum aufweist, sofern die Bau- und Erhaltungsleistungen in der Berechnung des *EBITDA* berücksichtigt werden. Um dies zu umgehen, wurden seitens des betrachteten Infrastrukturfonds die Erhaltungsleistungen nicht einbezogen. Die Bauleistungen waren auf Grund des Projekteinstieges nach Fertigstellung ohnehin nicht mehr von Relevanz. Durch die Vielzahl an Projekten, die zur Ermittlung des genannten, durchschnittlichen Index herangezogen wurden, ist eine solche Vorgehensweise aus Sicht des offenen Infrastrukturfonds gerechtfertigt. Als repräsentative Renditekenngrösse für ein spezifisches Projekt erscheint die Wachstumsrate des *EBITDA* jedoch nicht als geeignet, da weder die Vernachlässigung der Bauleistung noch die Vernachlässigung der Erhaltungsleistungen aus Bauunternehmenssicht akzeptabel ist.

#### 5.3.3.3.2 Return on Investment (*ROI*)

Wie gezeigt wurde, eignet sich die Wachstumsrate des *EBITDA* nicht sonderlich gut als Renditegrösse für Bauunternehmen, die sich als industrielle, strategische Investoren an einem PPP-Projekt beteiligen. Insgesamt erscheint die Verwendung von Gewinngrössen aus der Erfolgsrechnung der PPP-Projektgesellschaft als nicht optimal, da diese wenig über die Gewinnausschüttung an die Gesellschafter der PPP-Projektgesellschaft aussagen. Besser erscheint hier die Verwendung des freien Cashflows aus der Geldflussrechnung. Wird der freie Cashflow – wie im Rahmen des PPP-PSM angenommen (Kapitel 5.3.3.1) – in vollem Umfang und periodengerecht an die Gesellschafter ausgeschüttet, um die periodenbezogenen Zinsen auf das Gesellschafterdarlehen sowie die Bauzwischenfinanzierung erhöht, und ins Verhältnis zum seitens der Gesellschafter in der entsprechenden Periode/im entsprechenden Geschäftsjahr eingesetzten Kapital gesetzt (vgl. Kapitel 5.3.3.2), so ergibt sich folgender Zusammenhang für ein Geschäftsjahr  $t_i$ :

$$ROI_{t_i} = \frac{\text{Dividende}_{t_i} + \text{Zinsen Gesellschafterdarlehen}_{t_i} + \text{Zinsen Bauzwischenfinanzierung}_{t_i}}{\text{Eigenkapital}_{t_i} + \text{Gesellschafterdarlehen}_{t_i} + \text{Bauzwischenfinanzierung}_{t_i}} \quad (5.6)$$

Die so errechnete Kennzahl wird als Return on Investment (*ROI*) aus Gesellschafter-sicht (= Sicht des an einem PPP-Projekt beteiligten Bauunternehmens) bezeichnet.<sup>482</sup> Sie bringt zum Ausdruck, wie hoch die Rentabilität des seitens des Bauunternehmens eingesetzten Kapitals im jeweiligen Geschäftsjahr der PPP-Projektlaufzeit ist.

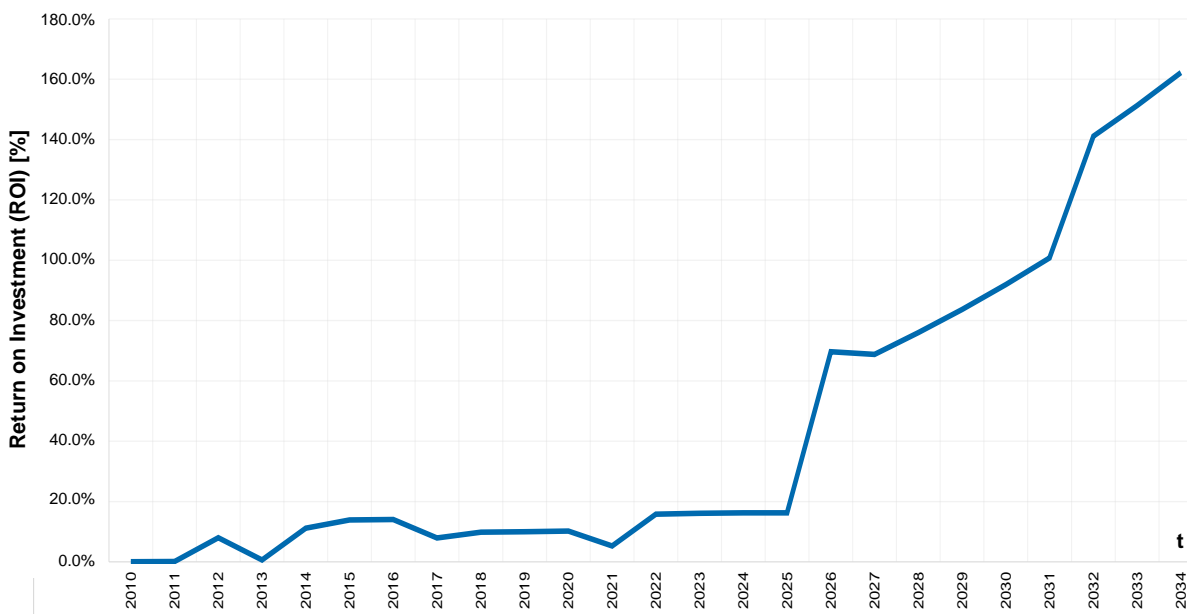
Der *ROI* bildet den allgemeinen Oberbegriff für Kapitalrentabilitäten, da weder der Gewinn noch das eingesetzte Kapital, das zur Gewinnrealisierung erforderlich war,

<sup>482</sup> Vgl. GEYER, H. UND SCHEMPF, T. (Beteiligungscontrolling und Finanzplanung 2000) S. 84ff

genauer spezifiziert werden. Aus diesem Grund steht der *ROI* als allgemein formulierbare Kenngrösse auch an der Spitze eines ganzen Systems von Rentabilitätskennzahlen.<sup>483</sup> Vom *ROI* können die spezifischeren Kennzahlen des Return on Equity (*ROE*), die den Reingewinn einer Unternehmung in das Verhältnis zum Eigenkapital setzt, oder die Gesamtkapitalrentabilität, die das *EBIT* in das Verhältnis zu Eigenkapital plus Fremdkapital setzt, abgeleitet werden.<sup>484</sup>

Für die Zwecke des PPP-PSM eignet sich die Rentabilitätskennzahl des *ROI* wegen der flexiblen Einsetzbarkeit besonders gut. Sowohl die Zusammensetzung des seitens des industriellen, strategischen Investors (Bauunternehmens) erzielten Gewinns als auch die Zusammensetzung des zur Gewinnerreichung eingesetzten Kapitals würden den Anforderungen der genauer spezifizierter Kennzahlen nicht gerecht.

Der Verlauf des *ROI* über die Projektlaufzeit eines PPP-Projektes kann unter Verwendung der Formel ( 5.6 ) berechnet werden und weist beispielsweise den in **Bild 40** gezeigten Verlauf auf. Das Beispiel zeigt ein reales PPP-Strassenprojekt in Südasiens.



**Bild 40:** Typischer Verlauf des *ROI* über die PPP-Projektlaufzeit<sup>485</sup>

Wie aus **Bild 40** ersichtlich wird, steigt der *ROI* gegen Ende der PPP-Projektlaufzeit stark an, was darauf zurückzuführen ist, dass das Gesellschafterdarlehen und die Bauzwischenfinanzierung vollständig zurückbezahlt wurden. Gleichzeitig steigt der

<sup>483</sup> Sog. Du-Pont-Kennzahlenpyramide (vgl. GEYER, H. UND SCHEMPF, T. (Beteiligungscontrolling und Finanzplanung 2000) S. 84 bzw. VOLKART, R. (Corporate Finance 2011) S. 164)

<sup>484</sup> Vgl. GEYER, H. UND SCHEMPF, T. (Beteiligungscontrolling und Finanzplanung 2000) S. 86 bzw. VOLKART, R. (Corporate Finance 2011) S. 164

<sup>485</sup> Eigene Darstellung

freie Cashflow (und damit die Dividende) gegen Projektende an, da auch das aufgenommene Fremdkapital planmässig wenige Jahre vor Projektende vollständig getilgt wird. Somit nimmt die Summe der in Formel ( 5.6 ) im Zähler stehenden Grössen zu, während gleichzeitig die im Nenner stehenden Grössen abnehmen.

Die üblichen Renditen bei PPP-Projekten auf das seitens der Gesellschafter eingezahlte Kapital betragen in der Praxis im Mittel über die PPP-Projektlaufzeit zwischen 10 und 15 Prozent. Die durchschnittliche in **Bild 40** gezeigte Rendite fällt etwas höher aus, was auf die Vernachlässigung der Steuern im PPP-PSM zurückzuführen ist (vgl. Kapitel 5.3.3.1).

#### 5.3.3.3.4 Eignung des *ROI* im PPP-PSM

Der Einsatz des *ROI* als Kenngrösse der Rendite konnte in vorangehendem Kapitel grundsätzlich befürwortet werden. Vor einer endgültigen Festlegung ist die Eignung des *ROI* als Renditekennzahl anhand der Prämissen der MPT hinsichtlich:

- 1) der Periodizität,
- 2) der probabilistische Abhängigkeit sowie
- 3) der Normalverteilung der Renditen

zu überprüfen.

Die Periodizität der Rentabilitätskennzahlen ist durch den klaren Periodenbezug auf ein Geschäftsjahr<sup>486</sup> gegeben.

Die probabilistische Abhängigkeit der Rendite kann nur durch Zuweisung der probabilistisch ermittelten Risikokosten erfolgen (vgl. Kapitel 5.3.1.1.2 und 5.3.1.1.3). Dementsprechend sind die probabilistisch ermittelten Risikokosten in der Geldflussrechnung zu berücksichtigen. So ergibt sich ein probabilistisch abhängiger, freier Cashflow, der eine probabilistisch abhängige, jährliche Dividende zur Folge hat und einen probabilistisch abhängigen *ROI* bedingt.

Die probabilistische Ermittlung der Risikokosten sowie deren Anwendung in der Berechnung des *ROI* werden üblicherweise nicht zu einer exakten Normalverteilung führen. Die errechnete probabilistische Verteilung des *ROI* ist daher in der Umsetzung des PPP-PSM durch eine Normalverteilung anzunähern (vgl. Kapitel 6.1 und 6.2).

Basierend auf diesen Erkenntnissen kann die Verwendung des *ROI* analog der in Formel ( 5.6 ) genannten Zusammenhänge befürwortet werden. Daher wird der *ROI* als Renditekenngrösse im PPP-PSM festgelegt.

---

<sup>486</sup> In der Folge beziehen sich periodenbezogenen Grössen durchgängig auf ein Geschäftsjahr. Teilweise kommen in der Praxis aber auch Halbjahre oder Quartale zur Anwendung.

### 5.3.4 Strategisches Bauunternehmensmanagement

Wie aus **Tabelle 13** ersichtlich wird, kommt das strategische Bauunternehmensmanagement im PPP-PSM in Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte auf der PPP-Portfolioebene zum Einsatz. Aufgabe des strategischen Bauunternehmensmanagements im PPP-PSM ist demnach die Bereitstellung des validen theoretischen Bezugsrahmens zur zielgerichteten Vorauswahl von PPP-Projekten, die aus strategischer Sicht zum Bauunternehmen/der SGE-PPP passen und die vorhandenen Ressourcen des Unternehmens/der SGE-PPP in finanzieller, personeller, technischer und wirtschaftlicher Hinsicht nicht übersteigen.

#### 5.3.4.1 *Haupt- und Teilprozesse des strategischen Bauunternehmensmanagements*

Nach GIRMSCHIED (2014) S. XI beschäftigt sich das strategische Bauunternehmensmanagement grundsätzlich mit allen Prozessen der Bauunternehmensführung. Folgende Haupt- und Teilprozesse sind in diesem Zusammenhang zu nennen:

- Managementprozesse mit den Teilprozessen:
  - Strategieplanungsprozess,
  - markt- und ressourcenorientierter Strategieumsetzungsprozess,
  - Marketingprozess,
  - Organisationsprozess von Bauunternehmen und
  - Prozess der Ausgestaltung von SGF und SGE.
- Prozesse der Leistungserstellung mit den Teilprozessen:
  - Angebotsmanagementprozess,
  - Ausführungsmanagementprozess,
  - Nachtragsmanagementprozess sowie
  - industrielle Bauprozesse.
- Supportprozesse mit den Teilprozessen:
  - Risikomanagement,
  - Qualitätsmanagement,
  - u. a. m.

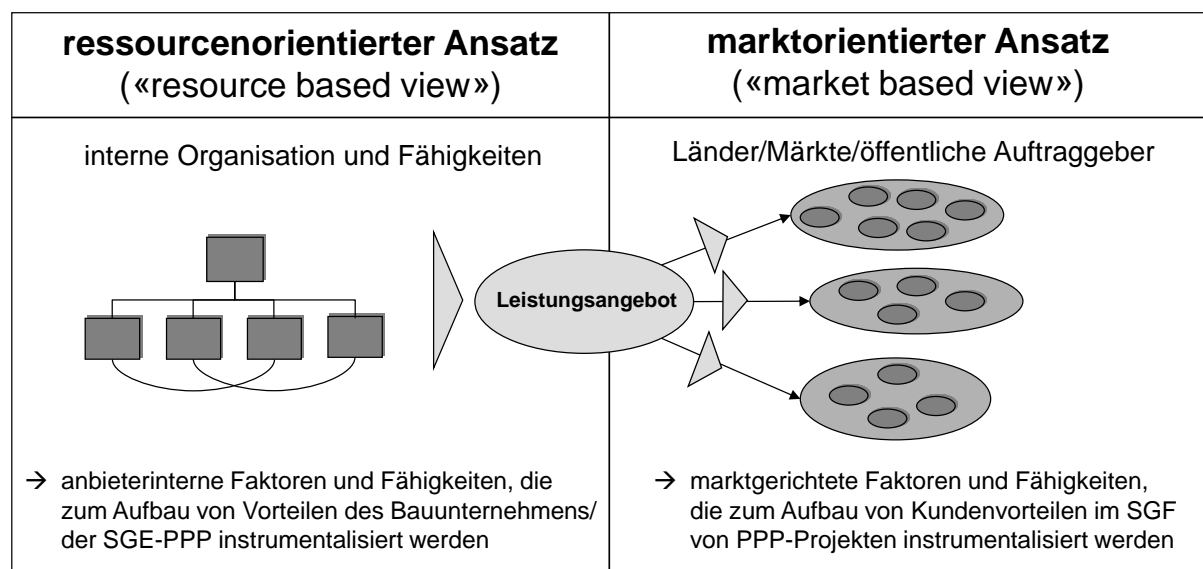
Gegenständliches PPP-PSM gliedert sich grundsätzlich in den Angebotsmanagementprozess ein und wird gezielt dafür konzipiert, ein Bauunternehmen bzw. eine SGE-PPP in der Auswahl von PPP-Projekten zu unterstützen. Dabei bedient sich das



PPP-PSM auch des Supportprozesses des Risikomanagements (vgl. Kapitel 5.3.2). Für die spezifischen Anforderungen des Moduls 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte ist zudem der markt- und ressourcenorientierte Strategieumsetzungsprozess von besonderer Bedeutung.

#### 5.3.4.2 Markt- und ressourcenorientierter Strategieumsetzungsprozess

Im PPP-PSM wird das Vorliegen einer entsprechenden Strategie für das Bauunternehmen/der SGE-PPP bereits vorausgesetzt und der Strategieplanungsprozess wird nicht mehr betrachtet. Der Fokus richtet sich daher primär auf den daran anknüpfenden markt- und ressourcenorientierten Strategieumsetzungsprozess (**Bild 41**). In diesem Zusammenhang wird gezeigt, wie die festgelegte Strategie des Bauunternehmens/der SGE-PPP zielgerichtet in die PPP-Projektselektion einfließen kann.



**Bild 41:** Markt- und ressourcenorientierter Ansatz in der Strategieumsetzung<sup>487</sup>

Der marktorientierte Ansatz des Strategieumsetzungsprozess verfolgt dabei das Ziel, Länder, Märkte bzw. öffentliche Auftraggeber von PPP-Projekten zu identifizieren, in denen das Bauunternehmen/die SGE-PPP seine Kompetenzen optimal entfalten kann und somit gute Chancen hat, seine Marktposition auszubauen, zu festigen oder einen neuen Markt zu erschliessen.<sup>488</sup>

Der ressourcenorientierte Ansatz beschäftigt sich hingegen mit allen internen Faktoren und Fähigkeiten, die zur optimalen Realisierung des Endproduktes beitragen.

<sup>487</sup> Weitgehend übernommen aus GIRMSCHIED, G. (Bauunternehmensmanagement - Band 1 2014) S. 247

<sup>488</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Bauunternehmensmanagement - Band 1 2014) S. 249

Dies umfasst alle notwendigen Planungs-, Bau- und Supportprozesse, die Auswirkungen auf das Endprodukt haben.<sup>489</sup> Im PPP-PSM ist in diesem Zusammenhang die Ressourcenplanung (finanziell/personell/technisch/wirtschaftlich) sowie die Einhaltung der Risikotragfähigkeit von Bedeutung.

### 5.3.5 Multi-kriterielle Entscheidungstheorie

Wie im Stand der Forschung (Kapitel 3) gezeigt wurde, werden für portfoliobasierte Projektselektionsentscheidungen in der jüngeren Vergangenheit vor allem multi-kriterielle Entscheidungsverfahren eingesetzt. Das PPP-PSM verfolgt hingegen einen anderen Ansatz und versucht, die für PPP-Projekte sinnvoll zu berücksichtigenden Elemente der klassischen MPT (vgl. Kapitel 5.3.1.2) zielgerichtet mit einem geeigneten, multi-kriteriellen Entscheidungsverfahren zu kombinieren. Die Auswahl eines geeigneten multi-kriteriellen Entscheidungsverfahrens, das den Anforderungen des PPP-PSM entspricht, ist Ziel dieses Kapitels.

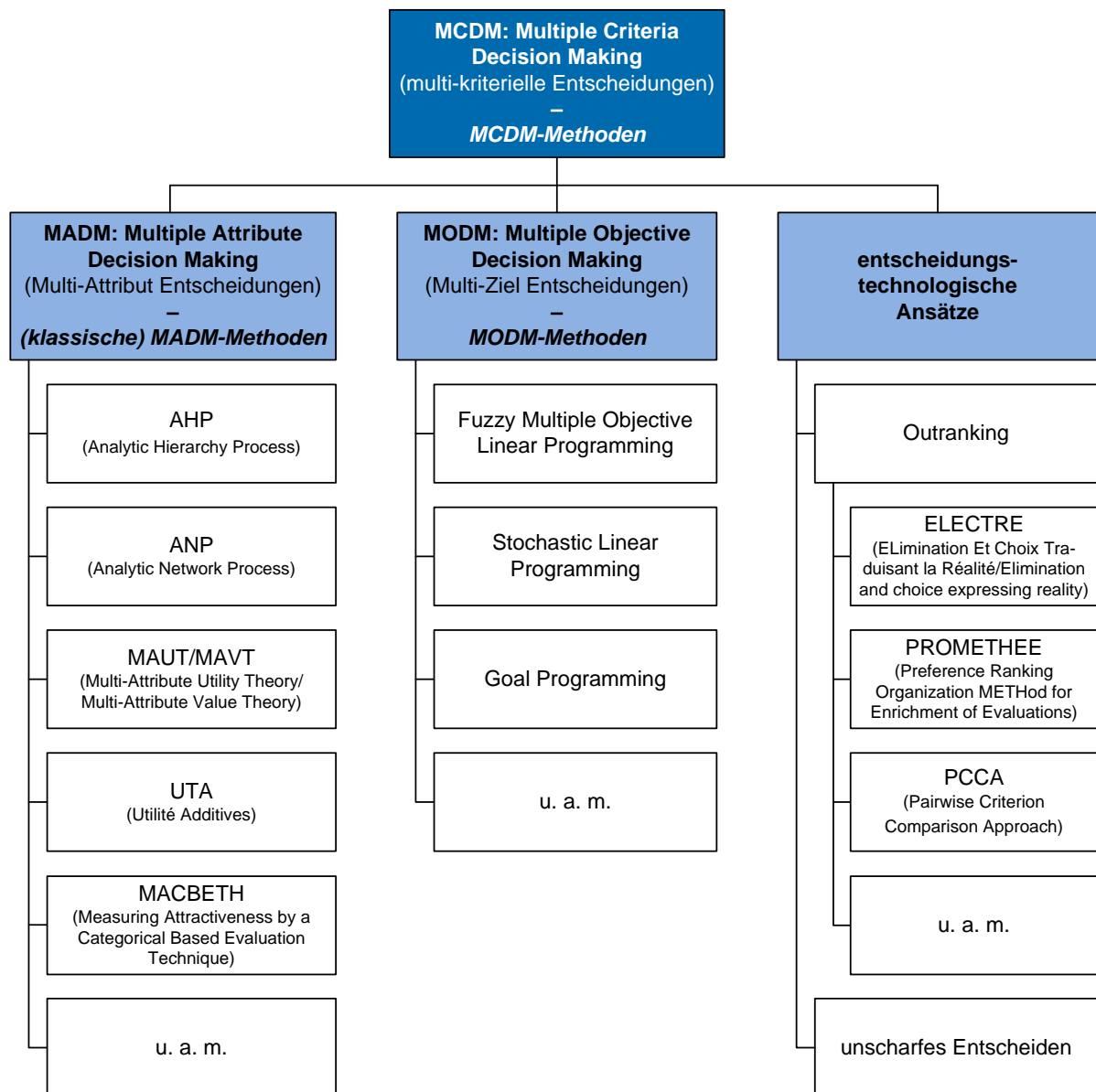
#### 5.3.5.1 *Methoden und Ansätze der multi-kriteriellen Entscheidungstheorie*

Wie aus **Tabelle 13** und **Bild 34** ersichtlich wird, kommt die multi-kriterielle Entscheidungstheorie im PPP-PSM in Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung zum Einsatz. Unter multi-kriteriellen Entscheidungen versteht man Entscheidungssituationen mit mehreren Zielen, die in einem Zielkonflikt zueinander stehen.<sup>490</sup> Zur Auflösung dieses Zielkonfliktes wurden im Laufe der Zeit eine Reihe von Methoden und Ansätzen entwickelt, von denen die wichtigsten in **Bild 42** genannt sind.

---

<sup>489</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Bauunternehmensmanagement - Band 1 2014) S 261

<sup>490</sup> Vgl. ZIMMERMANN, H.-J. UND GUTSCHE, L. (Multi-Criteria Analyse 1991) S. 21



**Bild 42:** Überblick und Einteilung der MCDM-Methoden<sup>491</sup>

Wie **Bild 42** zeigt, lassen sich die MCDM-Methoden in drei Gruppen einteilen:<sup>492</sup>

- 1) (klassische) MADM-Methoden,
- 2) MODM-Methoden und
- 3) entscheidungstechnologische Ansätze.

<sup>491</sup> Eigene Darstellung unter Berücksichtigung von ZIMMERMANN, H.-J. UND GUTSCHE, L. (Multi-Criteria Analyse 1991) S. 25ff sowie FIGUEIRA, J., et al. (Multiple Criteria Decision Analysis 2005) S. 265ff. Es ist an dieser Stelle zu erwähnen, dass sich in der Literatur auch andere Möglichkeiten der Einteilung der MCDM-Methoden finden lassen (vgl. etwa WENGER, W. (Multikriterielle Tourenplanung 2010) S. 12ff, TZENG, G.-H. UND HUANG, J.-J. (Multiple Attribute Decision Making 2011) S. 15ff u. a. m.)

<sup>492</sup> Vgl. ZIMMERMANN, H.-J. UND GUTSCHE, L. (Multi-Criteria Analyse 1991) S. 27

Die (klassischen) MADM-Methoden kommen zum Einsatz, wenn „...die Menge der Handlungsalternativen ebenso wie die Menge der Ziele endlich...“ ist.<sup>493</sup> Es muss also ein diskreter Lösungsraum vorliegen und es müssen mindestens zwei im Konflikt zueinander stehende Ziele verfolgt werden.<sup>494</sup>

MODM-Methoden sind – anders als die (klassischen) MADM-Methoden – dadurch gekennzeichnet, dass die Lösungsmöglichkeiten nicht im Voraus explizit bestimmt sind. Wie ZIMMERMANN UND GUTSCHE (1991) S. 25 ausführen, „...gelten alle die Alternativen [als zulässig], welche gewisse, wohldefinierte Nebenbedingungen erfüllen. Da die Menge an Alternativen dadurch meist unendlich viele Elemente enthält, [...] spricht man von stetigen Lösungsräumen.“ Aus diesem Lösungsraum mit unendlich vielen zulässigen Alternativen wird unter Anwendung eines definierten, problemspezifischen, mathematischen Algorithmus die beste Lösungsalternative ausgewählt.<sup>495</sup>

Als dritte Gruppe unterscheiden ZIMMERMANN UND GUTSCHE (1991) S. 26 entscheidungstechnologische Ansätze von den MADM- und MODM-Methoden. Darunter sind Verfahren zu verstehen, die sich selbst nur als Entscheidungshilfe begreifen. Meist handelt es sich um Instrumente der Informationsverarbeitung, die zu einer höheren Effizienz im Entscheidungsprozess beitragen.<sup>496</sup>

### 5.3.5.2 Einschränkung im PPP-PSM auf MADM-Verfahren

Im konkreten Anwendungsfall in Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung des PPP-PSM geht es darum, aus einer beschränkten Anzahl an potentiell zukünftigen Zielprojekten, die in Modul 2 identifiziert werden, dasjenige auszuwählen, das sich rendite- und risikooptimal in das IST-PPP-Portfolio integriert. Durch die beschränkte Anzahl an potentiell zukünftigen Zielprojekten (= Lösungsmöglichkeiten) folgt das Vorliegen eines diskreten Lösungsraumes. Von den denkbaren Lösungsmöglichkeiten ist diejenige die beste Option, die eine möglichst grosse Portfoliorendite bei einem möglichst kleinen Portfoliorisiko erreicht. Da eine höhere Rendite üblicherweise mit einem höheren Risiko verbunden ist, ist ein Zielkonflikt zu erwarten, den es – wegen des vorliegenden, diskreten Lösungsraumes – unter Anwendung der (klassischen) MADM-Methoden aufzulösen gilt.

Folgende gebräuchliche MADM-Verfahren stehen damit für die Umsetzung im PPP-PSM zur Auswahl (vgl. **Bild 42**):<sup>497</sup>

- AHP (Analytic Hierarchy Process),
- ANP (Analytic Network Process),

<sup>493</sup> Vgl. ZIMMERMANN, H.-J. UND GUTSCHE, L. (Multi-Criteria Analyse 1991) S. 260

<sup>494</sup> Vgl. HWANG, C.-L. UND YOON, K. (Multiple Attribute Decision Making 1981) S. 4

<sup>495</sup> Vgl. HWANG, C.-L. UND YOON, K. (Multiple Attribute Decision Making 1981) S. 2ff, ZIMMERMANN, H.-J. UND GUTSCHE, L. (Multi-Criteria Analyse 1991) S. 25

<sup>496</sup> Vgl. ZIMMERMANN, H.-J. UND GUTSCHE, L. (Multi-Criteria Analyse 1991) S. 26

<sup>497</sup> Vgl. FIGUEIRA, J., et al. (Multiple Criteria Decision Analysis 2005) S. 265ff

- MAUT (Multi-Attribute Utility Theory)/MAVT (Multi-Attribute Value Theory),
- UTA (Utilité Additives) und
- MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique).

Allen genannten MADM-Verfahren ist gemein, dass sie auf Zielfunktionen basieren (funktionenbasierte Methoden) und zu einer strengen Ordnung der zur Wahl stehenden Lösungen führen.<sup>498</sup> Besonderheiten der einzelnen Verfahren werden in der Folge kurz beschrieben.

Die AHP-Methode wurde in den 1970er Jahren von THOMAS SAATY<sup>499</sup> entwickelt um multi-kriterielle Entscheidungsprobleme zu lösen. Die Werte der Kriterien können anhand fester Skalen (kardinal) evaluiert werden. Bezeichnend für die AHP-Methode ist die stringente hierarchische Gliederung von Oberzielen, Zwischenzielen und Unterzielen. Durch die strenge Strukturierung wird eine Kompensation zwischen den Zielen zugelassen. Die AHP-Methode ist mit das gebräuchlichste MADM-Verfahren zur quantitativen Entscheidungsfindung.<sup>500</sup>

Die ANP-Methode stellt eine verallgemeinerte Formulierung der AHP-Methode dar. Während die AHP-Methode ein Entscheidungsproblem hierarchisch gliedert, wird dieses bei der ANP-Methode in Form eines Netzwerkes strukturiert. Auch bei der ANP-Methode wird eine Kompensation zwischen den einzelnen Zielen zugelassen. Die Werte der Kriterien werden auf Basis einer Kardinalskala evaluiert.<sup>501</sup>

Die MAUT- bzw. MAVT-Methode sind nutzenbasierte Verfahren, die es auf systematische Weise erlauben, den individuellen Nutzen (MAUT) oder Wert (MAVT) von möglichen Lösungsansätzen zu quantifizieren. Zur Messung der Zielerreichung wird für jede mögliche Lösung ein Wert zwischen 0 (schlechteste mögliche Lösung) und 1 (beste mögliche Lösung) angegeben. Dadurch wird eine Bewertung von vielen unterschiedlichen und schwer vergleichbaren Massnahmen ermöglicht. Die Eingangsgrößen können wiederum in Form einer Kardinalskala angegeben werden.<sup>502</sup>

Die UTA-Methode geht von einem Ansatz aus, bei dem jede zur Auswahl stehende Lösung ganzheitlich zu bewerten ist. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von einem „globalen Alternativenvergleich“. Folglich wird keine Gegenüberstellung der einzelnen Auswahlkriterien zugelassen, wie dies etwa bei der AHP- bzw. ANP-Methode der Fall ist.<sup>503</sup>

<sup>498</sup> Vgl. WENGER, W. (Multikriterielle Tourenplanung 2010) S. 13

<sup>499</sup> Vgl. SAATY, T. L. (Analytic Hierarchy Process 1980)

<sup>500</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Projektentwicklung 2014) S. 163ff, OBERMAIER, R. UND SALIGER, E. (Entscheidungstheorie 2013) S. 56, WENGER, W. (Multikriterielle Tourenplanung 2010) S. 16

<sup>501</sup> Vgl. SAATY, T. L. (AHP und ANP 2005) S. 345ff

<sup>502</sup> Vgl. DYER, J. S. (MAUT 2005) S. 265ff

<sup>503</sup> Vgl. WENGER, W. (Multikriterielle Tourenplanung 2010) S. 18f

Die MACBETH-Methode wurde vor allem dafür entwickelt, Entscheidungsprobleme, deren Kriterien qualitativer Natur sind, auf quantitativ-rationale Weise zu lösen. Als Ergebnis liefert MACBETH für jede Lösungsmöglichkeit einen Wert, der deren relative Attraktivität angibt.<sup>504</sup>

### 5.3.5.3 Verfahrensauswahl

Um eine Verfahrensauswahl treffen zu können, sind die Charakteristika des Entscheidungsproblems in Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung des PPP-PSM herauszustellen. Diese sind:

- das Vorhandensein zweier quantitativer Zielkriterien (Portfoliorendite/Portfoliorisiko), die einander kompensatorisch gegenüber stehen und so einen Ausgleich zwischen der Maximierung der Portfoliorendite einerseits und der Minimierung des Portfoliorisikos andererseits erlauben,
- die Möglichkeit einer Gegenüberstellung der einzelnen Auswahlkriterien um wahlweise die Chance zur Implementierung von Sensitivitätsanalysen zu haben und
- die Messung der Zielerreichung durch die einzelnen Lösungsalternativen hat in absoluten Zahlen – auf Basis einer Kardinalskala – zu erfolgen.

Auf Basis dieser Vorgaben können die MACBETH-Methode wegen der spezifischen Ausrichtung auf qualitative Kriterien und die UTA-Methode auf Grund der nicht zugelassenen Gegenüberstellung der Kriterien ausgeschlossen werden. Für die Anwendung im PPP-PSM erscheinen damit die folgenden Verfahren als geeignet:

- AHP (Analytic Hierarchy Process),
- ANP (Analytic Network Process),
- MAUT (Multi-Attribute Utility Theory)/MAVT (Multi-Attribute Value Theory),

Da das AHP-Verfahren zur Lösung von Entscheidungsproblemen in der baubetriebswissenschaftlichen Praxis einen besonderen Stellenwert einnimmt<sup>505</sup> und auch von ARCHER UND GHASEMZADEH (1999) und RAVANSHADNIA, et al. (2010) im Zusammenhang mit portfoliobasierten Projektselektionsprozessen im Bauwesen vorgeschlagen wird, kommt im PPP-PSM die AHP-Methode zum Einsatz. Durch die weite Verbreitung dieses Verfahrens wird zudem der Zielsetzung einer praxistauglichen Lösung (vgl. Kapitel 1.3.1) entsprochen.

<sup>504</sup> Vgl. BANA E COSTA, C. A., et al. (Mathematical Foundations of MACBETH 2005) S. 408

<sup>505</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Projektentwicklung 2014) S. 163ff

## 5.4 Güteprüfung im PPP-PSM

Mit Hilfe des Realisierbarkeitstests wird im Verwendungszusammenhang (**Bild 30**) überprüft, ob die beabsichtigte Zielwirkung erreicht werden konnte und das entwickelte PPP-PSM tatsächlich zu einer Lösung der identifizierten Probleme führt.<sup>506</sup>

Da für einen umfassenden Realisierbarkeitstest nicht die entsprechenden strategischen Angaben und Unternehmensdaten aus der Praxis zur Verfügung stehen, wird der Realisierbarkeitstest in gegenständlicher Arbeit in Form von praxisnahen und aufeinander aufbauenden Beispielen umgesetzt (Kapitel 9.1 bis 9.3). Zur Abbildung des IST-PPP-Portfolios und der identifizierten potentiell zukünftigen Zielprojekte im PPP-PSM stehen Finanzmodelle von mehreren realen PPP-Projekten zur Verfügung, die entsprechend anonymisiert und für die Zwecke dieser Arbeit angepasst werden können. Die verwendeten PPP-Projekt-Cashflows, die der Berechnung der Risikokosten, der Renditen und der Portfolioanalyse in allen drei Modulen zugrunde liegen, entstammen damit realen PPP-Projekten. Somit sind diese Ausgangsdaten, die für den überwiegenden Teil des Realisierbarkeitstests die Grundlage bilden, äusserst realistisch und in jedem Fall ausreichend gut geeignet, um eine belastbare Aussage über die praktische Umsetzbarkeit des PPP-PSM zu treffen.

---

<sup>506</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Forschungsmethodik 2007) S. 106





## 6 Modul 1 – Analyse des IST-PPP-Portfolios

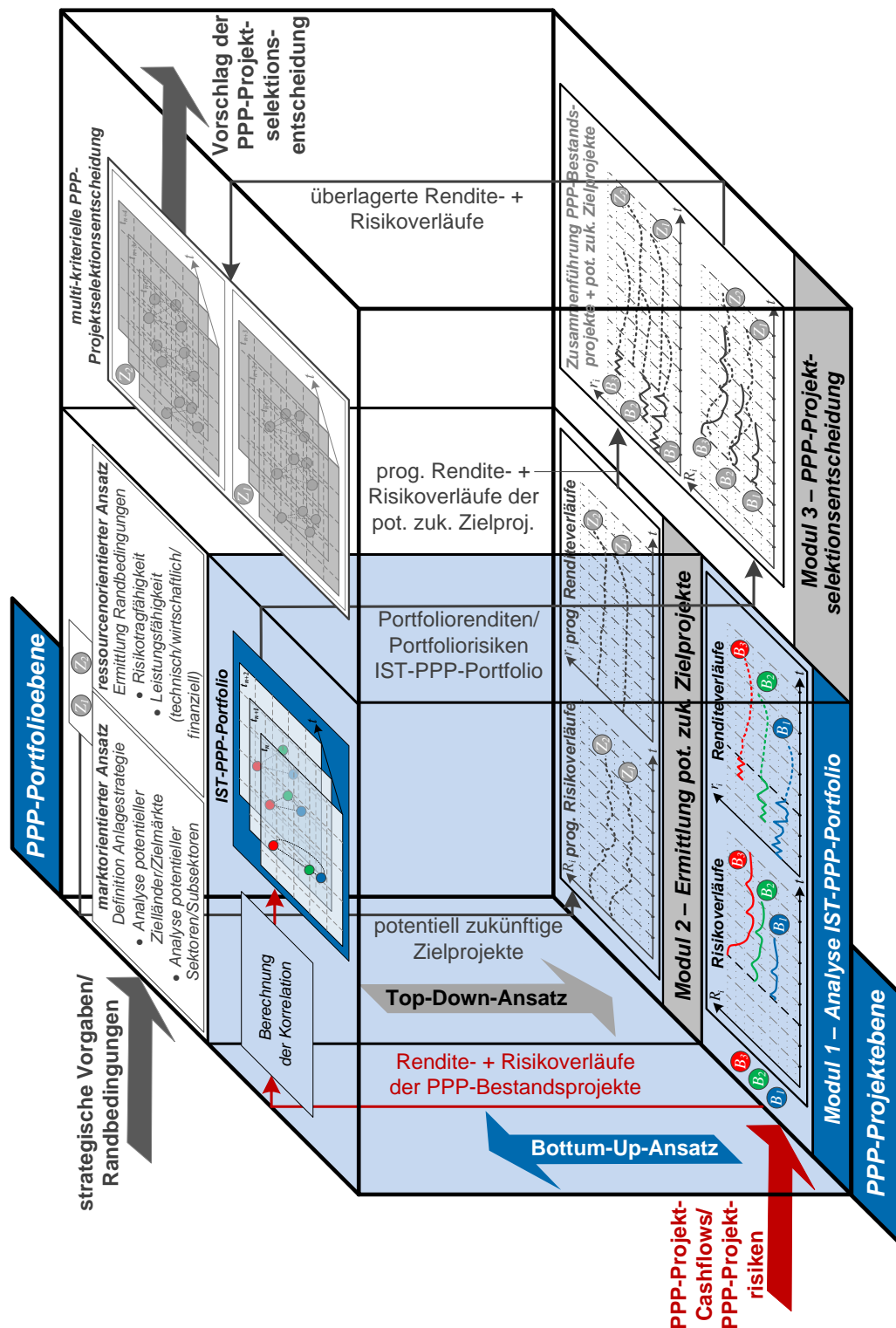


Bild 43: Überblick Modul 1 – Analyse des IST-PPP-Portfolios<sup>507</sup>

<sup>507</sup> Eigene Darstellung

Wie **Bild 43** zeigt, beschäftigt sich Modul 1 des PPP-PSM mit der „Bottom-Up“-Analyse des IST-PPP-Portfolios. Dabei werden zunächst auf der PPP-Projektebene die Rendite- und Risikoverläufe der einzelnen PPP-Bestandsprojekte ermittelt und nachfolgend die Interaktion der einzelnen Projekte auf der übergeordneten PPP-Portfolioebene betrachtet.

Da für die Optimierung des PPP-Portfolios eines Bauunternehmens zunächst eine umfangreiche Kenntnis über den aktuellen Stand des Portfolios erforderlich ist, ist die korrekte quantitativ-rationale Umsetzung dieses ersten Moduls von erheblicher Bedeutung. Schliesslich bildet dieses erste Modul den Ausgangspunkt für alle nachfolgenden Prozesse des PPP-PSM. Besondere Bedeutung in der Analyse kommt den durch die PPP-Bestandsprojekte bereits übernommenen Risiken zu. Nur durch Kenntnis der bereits übernommenen Risiken ist es später in Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte (Kapitel 7) möglich, eine verlässliche Einschätzung hinsichtlich der Übernehmbarkeit weiterer Risiken durch neue PPP-Projekte zu treffen.<sup>508</sup> In einem ersten Schritt werden daher die als wesentlich eingestuftes PPP-Projektrisiken, die seitens des privaten PPP-Partners zu tragen sind, identifiziert, quantifiziert und aggregiert. Die Berechnung der jährlichen Risikokosten erfolgt dabei unter Anwendung probabilistischer Verfahren (Kapitel 6.1).

Die Anwendung der MPT macht des Weiteren die Ermittlung der bereits erwirtschafteten Renditen sowie die Voraussage der prognostizierten, zukünftigen Renditen erforderlich. Diese wird unter Anwendung der in Kapitel 5.3.3.3.4 festgelegten Renditekennzahl *ROI* durchgeführt (Kapitel 6.2). Um dabei die in den Prämissen der MPT geforderte, probabilistische Abhängigkeit der Renditen von den Risiken zu erreichen (vgl. Kapitel 5.3.1.1), sind die probabilistisch ermittelten Risikokosten den zunächst deterministisch ermittelten, prognostizierten, zukünftigen Renditen zuzuordnen und mit einer Normalverteilung abzubilden.

Darauf aufbauend erfolgt die Zusammenführung der einzelnen PPP-Projekte zu einem IST-PPP-Portfolio unter Anwendung der MPT (Kapitel 6.3). Dies erfordert die Berechnung der Korrelation zwischen den einzelnen PPP-Bestandsprojekten.

Die gewonnenen Erkenntnisse zur Analyse des IST-PPP-Portfolios werden abschliessend zusammengefasst (Kapitel 6.4).

## **6.1 Ermittlung der probabilistischen Risikokosten von PPP-Bestandsprojekten**

Anhand der in Kapitel 5.3.2 gewonnenen Erkenntnisse zur Risikomanagementtheorie und den dort für die einzelnen Teilprozesse ausgewählten Verfahren wird der allge-

---

<sup>508</sup> Vgl. BUSCH, T. A. UND GIRMSCHIED, G. (Concept Risk Management Model 2005) S. 784

meine Risikomanagementprozess (**Bild 35**) an die Anforderungen des PPP-PSM angepasst. Eine Abweichung vom allgemeinen Risikomanagementprozess ist erforderlich, da nur die seitens des privaten PPP-Partners übernommenen Risiken im PPP-PSM von Relevanz sind und im Prozessablauf die Vorziehung der Risikoallokation geboten ist. Es werden nur diejenigen Risiken berücksichtigt, die zu quantifizierbaren Risikokosten führen. Versicherbare Risiken sowie nicht kalkulierbare Risiken werden ausgenommen. Des Weiteren ist der zur Anwendung gelangende Risikomanagementprozess zielgerichtet auf die spezifischen Anforderungen, die sich aus der Anwendung der MPT ergeben, auszurichten. Aus diesem Grund sind die Risikokosten auf probabilistischer Basis für die einzelnen Geschäftsjahre des PPP-Projektes zu ermitteln (**Bild 43**).

Der Zweck dieses Kapitels besteht darin,

- einen Risikomanagementprozess für PPP-Bestandsprojekte zu präsentieren, der auf effizientem Weg zu probabilistischen, periodischen (pro Geschäftsjahr) Risikokosten führt, die zielgerichtet in der nachfolgenden Portfoliobetrachtung des PPP-PSM eingesetzt werden können,
- einen Überblick über die aus Sicht des Bauunternehmens relevanten PPP-Projektrisiken zu geben, ohne dabei den Anspruch auf Vollständigkeit zu haben, sowie
- eine Gegenüberstellung und einen Vergleich der Risikoverläufe verschiedener PPP-Bestandsprojekte zu ermöglichen.

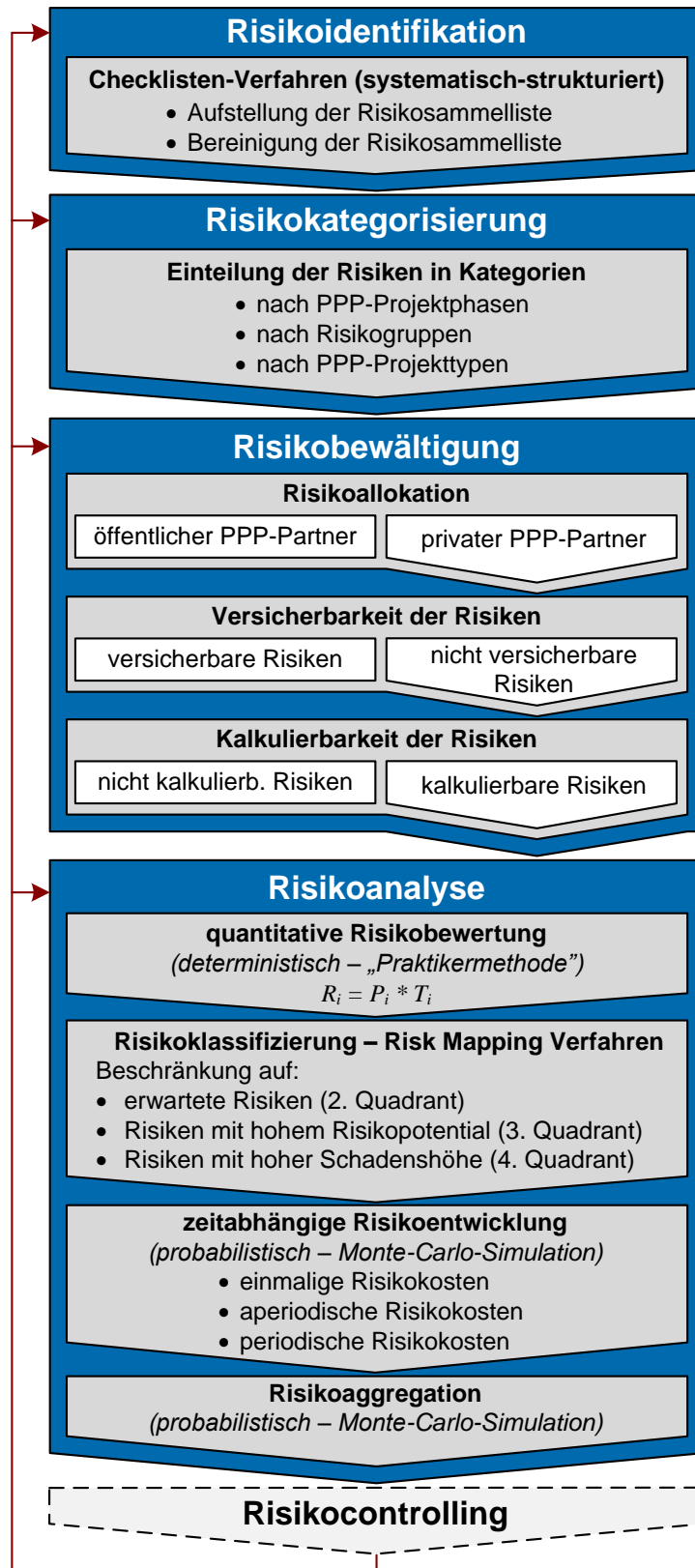
Der angepasste Risikomanagementprozess für das PPP-PSM ist in **Bild 44** dargestellt und wird in den nachfolgenden Unterkapiteln eingehend beschrieben. Dabei wird vor allem auf die vorhandenen, wissenschaftlich entwickelten, bau- und projektspezifischen Risikomodelle gem. SysBau®<sup>509</sup> Bezug genommen. Die dabei von GIRMSCHIED<sup>510</sup> entwickelten Ansätze werden in zielgerichteter Weise in den angepassten Risikomanagementprozess des PPP-PSM eingebettet.

Zum besseren Verständnis der verwendeten Begrifflichkeiten im Zusammenhang mit dem Risikomanagement dient „Anhang B – Glossar zu Begriffen des Risikomanagements“.

---

<sup>509</sup> Vgl. Kapitel 5.1

<sup>510</sup> Vgl. insb. GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Unternehmensrisikomanagement 2008), GIRMSCHIED, G. (Projektentwicklung 2014), GIRMSCHIED, G. (RA-Modell: Risikominimierung 2011), GIRMSCHIED, G. (RA-Modell: Zeitliche Risikobelastung 2011), GIRMSCHIED, G. (RA-Modell: Risikotragfähigkeit 2011)



**Bild 44:** Angepasster Risikomanagementprozess für das PPP-PSM<sup>511</sup>

<sup>511</sup> Eigene Darstellung

### 6.1.1 Risikoidentifikation – Checklisten-Verfahren

Der Risikoidentifikationsprozess unter Anwendung des systematisch-strukturierten Checklisten-Verfahrens (Verfahrensauswahl, vgl. Kapitel 5.3.2.1) wird im PPP-PSM in zwei Prozessschritte unterteilt:

- 1) die Aufstellung einer umfassenden Risikosammelliste sowie
- 2) die Bereinigung dieser aufgestellten Risikosammelliste.

Die beiden Prozessschritte werden nachfolgend beschrieben.

#### 6.1.1.1 *Aufstellen der Risikosammelliste*

Aufbauend auf den am Institut für Bau- und Infrastrukturmanagement der ETH Zürich erstellten, allgemeinen und spezifischen (Hochbau/Tiefbau) PPP-Risikosammellisten<sup>512</sup> wird in einem ersten Schritt eine Risikosammelliste für PPP-Projekte aller Art zusammengestellt. Diese Risikosammelliste wird durch die im Stand der Praxis (Kapitel 2) bei Bauunternehmen und Finanzinvestoren zur Projektselektion verwendeten Einzelrisiken ergänzt.<sup>513</sup> Des Weiteren werden identifizierte Einzelrisiken aus einer Reihe von aktuellen Publikationen<sup>514</sup> einbezogen, um eine aktuelle und möglichst vollständige Risikosammelliste zu generieren.

Insgesamt werden so unter Anwendung des systematisch-strukturierten Checklisten-Verfahrens rd. 580 Einzelrisiken von PPP-Projekten identifiziert und in einer initialen Risikosammelliste zusammengefasst.

#### 6.1.1.2 *Bereinigung der Risikosammelliste*

Bei der Zusammenstellung der Risikosammelliste wurde festgestellt, dass in der Literatur sehr unterschiedliche Bezeichnungen der Einzelrisiken anzutreffen sind. Des Weiteren sind die Einzelrisiken meist unterschiedlich gruppiert. Aus diesem Grund werden zunächst alle angetroffenen Risikogruppen gesammelt und jedes Einzelrisiko derjenigen Risikogruppe zugeordnet, der dieses auch in der ursprünglichen Zusammenstellung angehört. Dadurch kommt es zu Mehrfachnennungen von Einzelrisiken. Im Folgeschritt wird daher die erstellte Risikosammelliste bereinigt. Die mehrfach ge-

---

<sup>512</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Risikochecklisten 2008)

<sup>513</sup> Für Bauunternehmen lagen sehr genaue Unterlagen eines Unternehmens vor, aus denen zahlreiche Selektionskriterien und Risiken entnommen werden konnten. Für Finanzinvestoren lagen weniger genaue Daten vor. Die im Stand der Praxis gezeigten Zusammenhänge zielen eher auf die Methodik als auf konkrete Kriterien ab. Aus diesem Grund werden auch Untersuchungen von Ratingagenturen einbezogen um diese Lücke zu schliessen.

Bei einigen in der Projektselektion von industriellen, strategischen Investoren (Bauunternehmen) sowie von Finanzinvestoren verwendeten Kriterien handelt es sich nicht um Risiken im klassischen Sinne sondern um rein qualitative Bewertungen, die nicht unmittelbar einem Projekt zuzuordnen sind. Diese Kriterien werden in der Risikosammelliste (Anhang C) bewusst ausgeklammert und stattdessen in Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte berücksichtigt.

<sup>514</sup> Hier sind neuere wissenschaftliche Publikationen und die zur Analyse von PPP- und Infrastrukturprojekten verwendeten Leitfäden von Ratingagenturen sowie die Regelungen zur PF2-Initiative in UK zu nennen. Eine umfassende Aufstellung der zur Erstellung der Risikosammelliste verwendeten Literatur findet sich am Ende von Anhang C.

nannten Einzelrisiken werden entfernt und Einzelrisiken, die sich auf denselben Sachverhalt beziehen, jedoch unterschiedlich bezeichnet wurden, vereinheitlicht und zusammengefasst.

Durch diese Vorgehensweise kann die initiale Risikosammelliste deutlich gekürzt werden. Die bereinigte Risikosammelliste umfasst nur noch 99 Einzelrisiken, die für den Zweck dieser Arbeit als wesentlich erachtet werden. Die bereinigte Risikosammelliste ist dieser Arbeit in „Anhang C – Risikosammelliste (bereinigt/kategorisiert)“ beigefügt.

### 6.1.2 Risikokategorisierung

Aufbauend auf der bereinigten Risikosammelliste wird eine für gegenständliche Arbeit passende Risikokategorisierung vorgenommen. Wie in Kapitel 5.3.2.2 festgelegt, erfolgt die Risikokategorisierung im PPP-PSM in drei Kategorisierungsebenen.

In der ersten Kategorisierungsebene wird eine Unterteilung nach den PPP-Projektphasen, in denen die Risikoauswirkung zu erwarten ist, vorgenommen. Da in der Phase der Präakquisition (**Bild 6**) mit keinen Risikoauswirkungen zu rechnen ist, werden folgende fünf Kategorien nach PPP-Projektphasen unterschieden:

- Akquisitions- und Planungsrisiken,
- Baurisiken,
- Betriebsrisiken,
- Erhaltungsrisiken sowie
- Rückgaberisiken.

In einer zweiten Kategorisierungsebene wird eine Untergliederung in sachlich zusammengehörige Risikogruppen vorgenommen. Dies dient einerseits der besseren Übersichtlichkeit und Strukturierung der identifizierten Einzelrisiken. Andererseits kann dadurch bereits frühzeitig eine Untergliederung in systematische und unsystematische Risiken vorgenommen werden. Unter systematischen Risiken sind allgemeine Marktrisiken wie die globale Konjunkturentwicklung oder Veränderungen des Leitzinses zu verstehen.<sup>515</sup> Diese generellen Systemrisiken können nicht durch Diversifikation reduziert werden. Unsystematische Risiken hingegen können nach WELLNER (2003) S. 104 „...theoretisch komplett diversifiziert werden...“. Bei diesen unsystematischen Risiken wird eine Unterteilung dahingehend vorgenommen, ob das Einzelrisiko für alle Projekte innerhalb eines Landes/Marktes gleichermassen besteht – wie dies etwa bei Währungsrisiken oder Gesetzesänderungsrisiken i. d. R. der Fall ist – oder das unsystematische Einzelrisiko einen klaren Projektbezug aufweist.

---

<sup>515</sup> Vgl. AKINTOYE, A. (Framework for Risk Assessment 2001) S. 3

Wie „Anhang C – Risikosammelliste (bereinigt/kategorisiert)“ zeigt, wurden nur wenige Einzelrisiken identifiziert, die als systematische Risiken kategorisiert werden können. Dies ist ein Beleg dafür, dass PPP-Projekte grundsätzlich über ein entsprechendes Diversifikationspotential verfügen.

Nachfolgend werden die einzelnen Risikogruppen der zweiten Kategorisierungsebene aufgeführt:

- Einnahmerisiken, systematisch,
- Einnahmerisiken, länder-/marktspezifisch,
- Einnahmerisiken, projektspezifisch,

---

- politische/rechtliche/vertragliche Risiken, systematisch,
- politische/rechtliche/vertragliche Risiken, länder-/marktspezifisch,
- politische/rechtliche/vertragliche Risiken, projektspezifisch

---

- finanzielle Risiken, systematisch,
- finanzielle Risiken, länder-/marktspezifisch,
- finanzielle Risiken, projektspezifisch,

---

- technische Risiken, systematisch,
- technische Risiken, länder-/marktspezifisch,
- technische Risiken, projektspezifisch.

In einer dritten Kategorisierungsebene wird eine Unterteilung nach PPP-Projekttypen vorgenommen. In der Risikosammelliste wurden zunächst alle identifizierten Einzelrisiken unabhängig vom PPP-Projekttyp aufgenommen. Allerdings unterscheiden sich die einzelnen Projekttypen hinsichtlich der potentiell auftretenden Risiken zum Teil stark voneinander. Beispielsweise sind bei einem PPP-Schulprojekt andere technische Risiken zu erwarten als bei einem PPP-Autobahnprojekt mit mehreren Tunnelabschnitten. Aus diesem Grund wird bei allen Einzelrisiken angegeben, bei welchen PPP-Projekttypen diese potentiell auftreten können. Als Kategorien für die PPP-Projekttypen werden die in **Bild 2** genannten Infrastruktursektoren herangezogen, wobei nur diejenigen Sektoren betrachtet werden, die für eine Umsetzung als PPP-Projekt unter Beteiligung von Bauunternehmen in Frage kommen. Folgende PPP-Projekttypen werden demgemäss in der dritten Kategorisierungsebene unterschieden:

- Verkehr,
- Energie,
- Abfall,

- Wasserversorgung,
- Wasserentsorgung sowie
- Hochbau (soziale Infrastruktur).

Einen Überblick über die im Rahmen des PPP-PSM angewandte Risikokategorisierung gibt auszugsweise **Tabelle 14**. In der ersten Kategorisierungsebene wird die Unterteilung nach den PPP-Projektphasen, in denen die Risikoauswirkung zu erwarten ist, vorgenommen. Wie aus der genannten Tabelle ersichtlich ist, sind hier Mehrfachnennungen möglich, da manche Einzelrisiken in unterschiedlichen PPP-Projektphasen ihre Auswirkung entfalten können. In der zweiten Kategorisierungsebene wird die Einteilung in Risikogruppen gezeigt. Jedes Einzelrisiko wird dabei nur einer bestimmten Risikogruppe zugeordnet. Mehrfachnennungen sind hier nicht möglich. Aus der dritten Kategorisierungsebene ist die Einteilung nach PPP-Projekttypen erkennbar. Die Zahlen in den betreffenden Spalten geben an, wie häufig ein bestimmtes Einzelrisiko in der Literatur genannt und einem bestimmten PPP-Projekttyp zugeordnet ist. Ist in der Literatur keine Einschränkung auf bestimmte PPP-Projekttypen vorhanden, so ist das Einzelrisiko allen PPP-Projekttypen zugeordnet, solange dem aus Gründen der Logik nichts entgegensteht. Da die angegebenen Zahlen die Anzahl der Nennungen eines Einzelrisikos in der Literatur widerspiegeln, dient die Höhe der Zahl auch als erster Indikator für die Wichtigkeit eines Einzelrisikos.

Die vollständige, bereinigte Risikosammelliste inkl. der hier beschriebenen Risikokategorisierung findet sich in „Anhang C – Risikosammelliste (bereinigt/kategorisiert)“ der vorliegenden Arbeit. Im Nachgang an diese vollständige bereinigt Risikosammelliste sind alle Referenzen angegeben, die zur Erstellung der Risikosammelliste herangezogen wurden.





### 6.1.3 Risikobewältigung

Wie in Kapitel 5.3.2.4 beschrieben wurde, sind im PPP-PSM ausschliesslich die Einzelrisiken von Interesse, die das Potential haben, auf Seiten des privaten PPP-Partners Risikokosten zu verursachen. Um diese Einzelrisiken frühzeitig zu erkennen und den Risikomanagementprozess effizient zu gestalten, wird der Teilprozess der Risikobewältigung vorgezogen und der Risikomanagementprozess für das PPP-PSM entsprechend angepasst (vgl. **Bild 35** und **Bild 44**).

Grundsätzlich wird im Risikomanagement zwischen fünf Möglichkeiten der Risikobewältigung unterschieden (vgl. Kapitel 5.3.2.4):

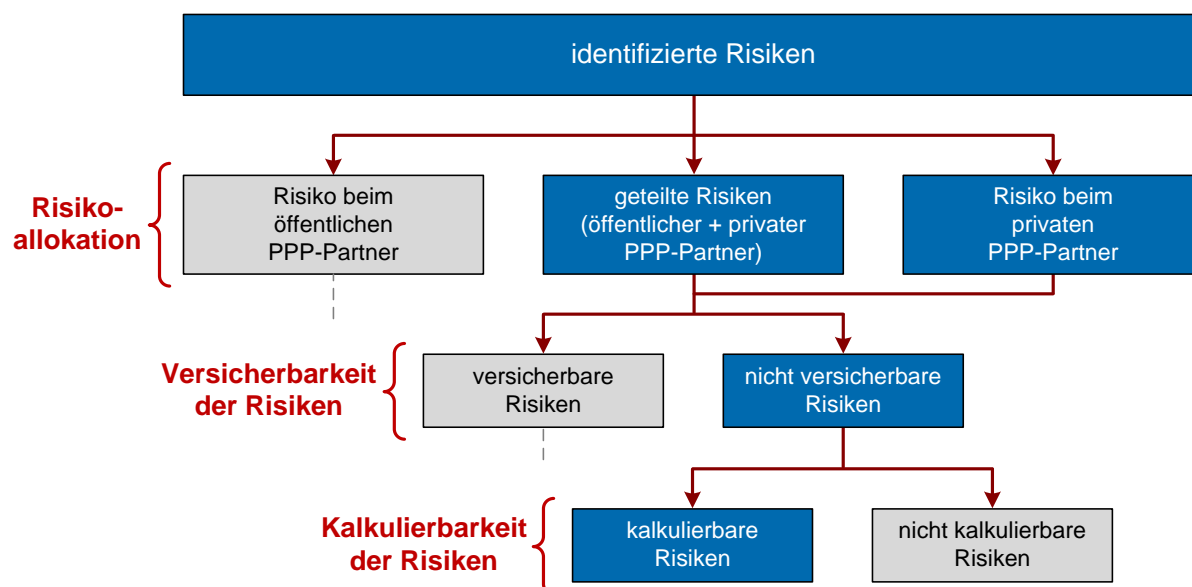
- Risikovermeidung (Eliminierung),
- Risikoverminderung,
- Risikoallokation,
- Versicherung sowie
- Übernahme (Akzeptanz).

Um diejenigen Risiken herauszufiltern, die seitens des privaten PPP-Partners keine Risikokosten verursachen, spielen zunächst die Fragen nach der Risikoallokation sowie nach der Versicherbarkeit der Einzelrisiken eine Rolle.<sup>516</sup> Risiken, die nicht zumindest teilweise vom privaten PPP-Partner zu tragen sind, verursachen i. d. R. keine Risikokosten auf Seiten des privaten PPP-Partners. Des Weiteren resultieren aus versicherbaren Einzelrisiken keine Risikokosten und die Kalkulierbarkeit der Einzelrisiken muss zu deren quantitativer Erfassung gegeben sein. Nicht kalkulierbare Risiken sind daher ebenso zu vernachlässigen und werden später über einen pauschalen Risikozuschlag berücksichtigt (Kapitel 6.1.7.3).<sup>517</sup> Damit ergibt sich der in **Bild 45** dargestellte Ablauf der Risikobewältigung im PPP-PSM, der durch den stufenweisen Aufbau zu einer sequentiellen Reduktion der Einzelrisiken führt. Nur die Einzelrisiken, die gem. Risikoallokation geteilt werden oder ganz vom privaten PPP-Partner zu tragen und nicht versicherbar aber kalkulierbar sind, werden im nächsten Teilprozess – der quantitativen Risikobewertung – noch berücksichtigt (Kapitel 6.1.4).

---

<sup>516</sup> Die übrigen Risikobewältigungsstrategien der Risikovermeidung, Risikoverminderung sowie Risikoübernahme werden später in der probabilistischen Berechnung der Risikokosten bzw. in der Risikoklassifizierung durch entsprechende Ansätze für die Eintretenswahrscheinlichkeit  $P_i$  und die Risikotragweite  $T_i$  berücksichtigt (vgl. Kapitel 6.1.5 bis 6.1.7).

<sup>517</sup> Vgl. FIRMENICH, J. (Risikoallokation und Risikotragfähigkeit PPP 2014) S. 164f



**Bild 45:** Sequentieller Ablauf der Risikobewältigung im PPP-PSM<sup>518</sup>

Nachfolgend werden die im Teilprozess der Risikobewältigung gesetzten Schritte zur sequentiellen Verringerung der Anzahl an Einzelrisiken, die im weiteren Verlauf des PPP-PSM noch zu berücksichtigen sind, beschrieben.

### 6.1.3.1 Risikoallokation

Entsprechend der vertraglichen Ausgestaltung von PPP-Projekten (**Bild 5**) lassen sich grundsätzlich zwei Ebenen der Risikoallokation unterscheiden:<sup>519</sup>

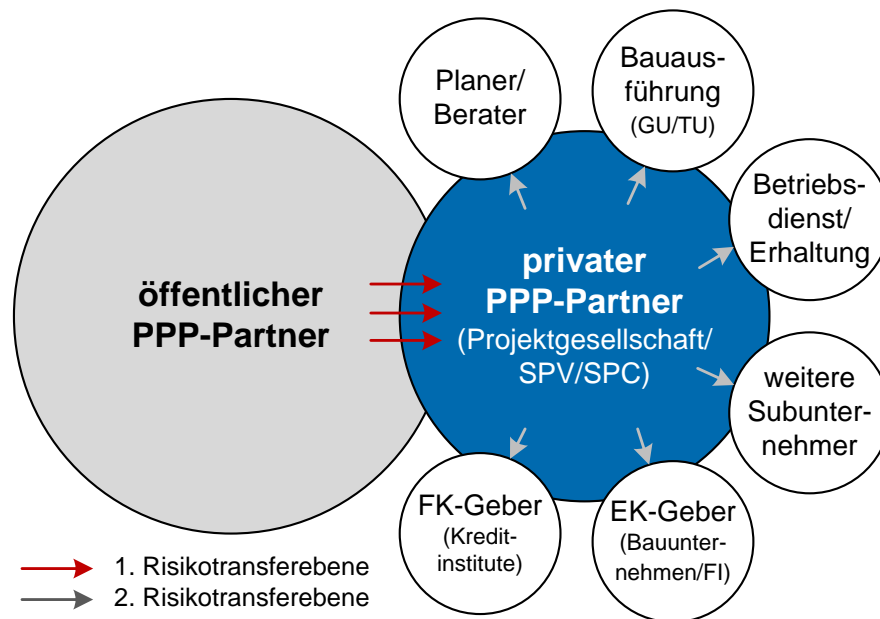
- die erste Risikotransferebene, welche die aus **Bild 45** ersichtliche Risikoallokation zwischen öffentlichem und privatem PPP-Partner zum Inhalt hat und sich im Wesentlichen aus dem Betreiber- bzw. Konzessionsvertrag ergibt, sowie
- die zweite Risikotransferebene, die sich mit der Risikoübertragung im Innenverhältnis des privaten PPP-Partners beschäftigt und dem Umstand Rechnung trägt, dass viele durch den Betreibervertrag oder Konzessionsvertrag übernommene Risiken durch interne Verträge (insb. Gesellschafter-, Kredit-, Dienstleistungs- und Werkverträge, vgl. **Bild 5**) an diejenigen Projektpartner weitergereicht<sup>520</sup> werden, die das jeweilige Risiko auf Grund ihrer fachlichen Zuständigkeit am besten beeinflussen, kontrollieren und steuern können.

Die geschilderten Zusammenhänge werden in **Bild 46** verdeutlicht.

<sup>518</sup> In Anlehnung an FIRMENICH, J. (Risikoallokation und Risikotragfähigkeit PPP 2014) S. 249

<sup>519</sup> Vgl. YESCOMBE, E. R. (PPP - Principles of Policy and Finance 2007) S. 242f, FIRMENICH, J. (Risikoallokation und Risikotragfähigkeit PPP 2014) S. 154, ALFEN, H. W., et al. (Lebenszyklusorientiertes Risikomanagement 2010) S. 248f

<sup>520</sup> Man spricht in der Praxis in diesem Zusammenhang von „Back-to-back-Verträgen“ (vgl. AKINTOYE, A. (Framework for Risk Assessment 2001) S. 80 bzw. YESCOMBE, E. R. (PPP - Principles of Policy and Finance 2007) S. 243).



**Bild 46:** Risikoallokationsebenen bei PPP-Projekten<sup>521</sup>

In gegenständlicher Arbeit wird grundsätzlich nur die erste Risikotransferebene betrachtet, was der Annahme entspricht, dass die seitens des privaten PPP-Partners übernommenen Risiken im Bauunternehmen gebündelt sind und das Bauunternehmen sowohl die Planung, die Ausführung, den Betrieb, die Erhaltung und Teile der Finanzierungsleistung übernimmt. Eine Sonderstellung kommt den Fremdkapitalgebern zu. Risiken, die nicht beim Bauunternehmen verbleiben und gänzlich an Fremdkapitalgeber übertragen werden, werden nicht weiter berücksichtigt. Bei Anwendung des PPP-PSM in der Praxis sind die bei dem jeweiligen PPP-Projekt gewählten Vertragsverhältnisse und die daraus abgeleitete Aufteilung der Risiken in richtiger Weise im Modell abzubilden.

Wie in Kapitel 5.3.2.4 beschrieben wurde, sollte die Risikoallokation zwischen dem öffentlichen PPP-Partner und dem privaten PPP-Partner (1. Risikotransferebene) optimalerweise gem. der Kompetenzen der Partner und der Beeinflussungsmöglichkeit des jeweiligen Einzelrisikos getroffen werden und das Ziel verfolgen, die Gesamtrisikokosten für das jeweilige PPP-Projekt zu minimieren.<sup>522</sup> In der Praxis findet jedoch in den letzten Jahren eine Standardisierung der Risikoallokation statt, die den Handlungs- und Gestaltungsspielraum bei Einzelprojekten zugunsten einer effizienteren und weniger zeit- und kostenintensiven Vergabe der PPP-Projekte einschränkt.<sup>523</sup>

<sup>521</sup> In Anlehnung an FIRMENICH, J. (Risikoallokation und Risikotragfähigkeit PPP 2014) S. 154

<sup>522</sup> Vgl. u. a. IRWIN, T. C. (Allocating and Valuing Risk 2007) S. 56, AKINTOYE, A. (Framework for Risk Assessment 2001) S. 131, MERNA, T. UND NJIRU, C. (Financing Infrastructure Projects 2002) S 214f

<sup>523</sup> Vgl. HM TREASURY (Standardisation of PF2 Contracts 2012) S. 94ff, MINISTRY OF FINANCE - GOVERNMENT OF INDIA (RA - Highways India 2011) u. a. m.

Wie sich die Risikoallokation bei PPP-Projekten in der Praxis im kontinentaleuropäischen Raum i. d. R. gestaltet und welche Einzelrisiken üblicherweise seitens des privaten PPP-Partners zu übernehmen sind, zeigt „Anhang D – Gängige Risikoallokation bei PPP-Projekten“. Aus der üblichen Risikoallokation bei PPP-Projekten lassen sich folgende, allgemeine Rückschlüsse ableiten:

- Technische Risiken in Zusammenhang mit Planungs-, Bau-, Betriebs- und Erhaltungsleistungen sind i. d. R. vom privaten PPP-Partner zu tragen.
- Manche rechtliche Risiken, die grundsätzlich der Einflussosphäre des öffentlichen PPP-Partners zuzuordnen sind, werden in der Praxis dennoch auf den privaten PPP-Partner übertragen (beispielsweise waren sowohl das Genehmigungs- als auch das Gesetzesänderungsrisiko nicht in jedem betrachteten PPP-Projekt dem öffentlichen PPP-Partner zugeordnet). Hier ist Vorsicht auf Seiten des privaten PPP-Partners geboten und ggf. in den Vertragsverhandlungen eine sinnvolle Beschränkung des jeweiligen Risikos zu verhandeln.
- Für Risiken, die unmittelbar die Einnahmen aus einem PPP-Projekt betreffen (beispielsweise das Verkehrsmengenrisiko bei PPP-Strassenprojekten), lassen sich keine durchgängigen, standardisierten Festlegungen zur Risikoallokation finden. Hier gibt es grosse Unterschiede in den einzelnen Vertragsmodellen, die schon im PPP-Projektselektionsprozess zu berücksichtigen sind.

Neben der in der Praxis zunehmenden Standardisierung der Projektverträge, die eine erste Abschätzung der Risikoallokation ermöglicht, ist die Allokation der wichtigsten projektspezifischen Einzelrisiken üblicherweise bereits in den Ausschreibungsunterlagen zur Präqualifikation angegeben und damit frühzeitig bekannt. Diese Tatsache kann im PPP-Projektselektionsprozess für potentiell zukünftige Zielprojekte nutzbar gemacht werden. Die Summe der Rückschlüsse aus den Ausschreibungsunterlagen sowie den üblichen Standardisierungen (vgl. „Anhang D – Gängige Risikoallokation bei PPP-Projekten“) erlaubt eine frühzeitige und ausreichend belastbare Abschätzung der Risikokosten über den PPP-Projektverlauf (vgl. Kapitel 7.3).

Bei PPP-Bestandsprojekten ist die genaue Risikoallokation ohnehin aus den abgeschlossenen PPP-Verträgen (Betreibervertrag/Konzessionsvertrag/etc., vgl. **Bild 5**) ersichtlich und steht üblicherweise auch im weiteren PPP-Projektverlauf nicht mehr zur Disposition. Die konkrete Risikoallokation zur Berücksichtigung im PPP-PSM kann damit bei PPP-Bestandsprojekten aus den abgeschlossenen PPP-Verträgen entnommen werden.

### 6.1.3.2 *Versicherbarkeit der Risiken*

Die Risiken, die nach durchgeführter Risikoallokation ganz oder teilweise beim privaten PPP-Partner verbleiben, werden im nächsten Schritt hinsichtlich ihrer Versicherbarkeit überprüft (vgl. **Bild 45**).

Tritt ein versicherbares Risiko ein, so entstehen dadurch keine Risikokosten, die seitens des privaten PPP-Partners zu tragen sind. Die anfallenden Risikokosten werden dann durch die entsprechende Versicherung übernommen.<sup>524</sup> Die Versicherungskosten sind in der Kalkulation der Baukosten bzw. der Betriebs- und Erhaltungskosten zu berücksichtigen.<sup>525</sup>

**Tabelle 15** listet die identifizierten Einzelrisiken, die üblicherweise durch Versicherungen bewältigt werden, auf und gibt die entsprechenden Versicherungen oder sonstigen Absicherungen an. Insgesamt wurden zehn Einzelrisiken als versicherbare Risiken eingestuft.

**Tabelle 15:** Versicherbare Einzelrisiken und zugehörige Versicherung bzw. sonstige Absicherung<sup>526</sup>

Nr.	Einzelrisiko	Versicherung bzw. sonstige Absicherung
1	Anthropogene Risiken I (Unruhen, Vandalismus, Streik, Krieg, Terror, etc.)	Bauleistungsversicherung, Gebäudeversicherung, Haftpflichtversicherung Schädiger
2	Haftungs- und Garantierisiken	Gewährleistungsbürgschaften
3	Höhere Gewalt (Force Majeur) (Elementarschäden durch Umweltereignisse, Brand und Folgeschäden, sonstige höhere Gewalt)	Bauleistungsversicherung, Gebäudeversicherung, Rohbaufeuerversicherung, Brandversicherung
4	Leitzinsänderungsrisiko	Zinsswap
5	Lieferantenausfallrisiko	Vertragserfüllungsbürgschaft
6	Nachunternehmerisiko	Vertragserfüllungsbürgschaft
7	Risiko der Insolvenz des Betreibers oder Baupartners	Vertragserfüllungsbürgschaft
8	Risiko für Gesundheit und Arbeitssicherheit (Unfall, Verletzung, Tod, etc.)	Bauherrenhaftpflichtversicherung, Betriebshaftpflichtversicherung
9	Umweltrisiko (Umweltschäden, Verschmutzung, Kontaminierung von Baugrubenwasser, etc.)	Bauherrenhaftpflichtversicherung, Betriebshaftpflichtversicherung
10	Zinsänderungsrisiko (abweichende Zinsentwicklung Fremdkapital, abweichende Zinsentwicklung Haben, etc.)	Zinsswap

<sup>524</sup> Etwaige Selbstbehalte der Versicherungen sowie das Risiko der Nicht-Anerkennung einer Schadensmeldung werden im PPP-PSM vernachlässigt.

<sup>525</sup> Vgl. YESCOMBE, E. R. (Project Finance 2002) S. 127ff, BOUSSABAIN, A. (Cost Planning of PFI/PPP Projects 2007) S. 268f

<sup>526</sup> In Anlehnung an FIRMENICH, J. (Risikoallokation und Risikotragfähigkeit PPP 2014) S. 250

### 6.1.3.3 Kalkulierbarkeit der Risiken

Die Risiken, die nach durchgeführter Risikoallokation ganz oder teilweise beim privaten PPP-Partner verbleiben und nicht versicherbar sind, werden im nächsten Schritt hinsichtlich ihrer Kalkulierbarkeit<sup>527</sup> überprüft (vgl. **Bild 45**).

Unter Berücksichtigung der Erkenntnisse von FIRMENICH (2014) S. 251 können die in **Tabelle 16** genannten Risiken als nicht kalkulierbar eingestuft werden.

**Tabelle 16:** Nicht kalkulierbare Einzelrisiken<sup>528</sup>

Nr.	Einzelrisiko (nicht kalkulierbar)
1	Korruptionsrisiko
2	Leistungs- und Planungsänderungsrisiko (Änderung der Anforderungen des Bauherrn)
3	Risiko aus demographischer Entwicklung
4	Risiko aus mangelnder Erfahrung des Auftraggebers
5	Risiko aus mangelnder politischer Stabilität
6	Risiko aus nicht adäquaten Entschädigungsmechanismen
7	Risiko einer Verstaatlichung/Enteignung
8	Risiko in Folge mangelnder Verfügbarkeit der Finanzierung
9	Risiko in Folge opportunistischem Verhalten der Partner
10	Risiko in Folge mangelnder Rechtssicherheit
11	Risiko von Parallelstrecken/Ausweichrouten
12	Risiko von Rechtsstreitigkeiten in Folge unklarer Vertragsformulierung
13	Risiko von Vertragsverletzungen
14	Risiko von wirtschaftlichen Sanktionen
15	Servitutsrisiko (Ansprüche Dritter)
16	Steueränderungsrisiko
17	Transaktionskostenrisiko
18	Vertragsänderungsrisiko

Wie man aus **Tabelle 16** erkennt, werden Einzelrisiken in Folge von Konflikten zwischen den PPP-Partnern oder Einzelrisiken, die in unmittelbarem Zusammenhang mit der Zuverlässigkeit des öffentlichen PPP-Partners (respektive dem Markt/Land, in dem sich der öffentliche PPP-Partner befindet) stehen, als nicht kalkulierbar eingestuft. Einige der nicht kalkulierbaren Einzelrisiken, wie etwa das Risiko einer Verstaatlichung/Enteignung, sind im Eintrittsfall mit einer hohen Risikotragweite behaftet. Diese Risiken sind durch eine zielgerichtete, qualitative Vorselektion von potentiell zukünftigen Zielprojekten von vornherein auszuschliessen (Kapitel 7.2.3). Folglich

<sup>527</sup> Unter Risiken, die nicht kalkulierbar sind, versteht man Einzelrisiken, für die keine Eintretenswahrscheinlichkeit angegeben werden kann. Für nicht kalkulierbare Risiken wird in der Literatur auch der Begriff „Ungewissheiten“ verwendet (vgl. GLEISSNER, W. UND MEIER, G. (Risiko-Management 2001) S. 121, VOLKART, R. (Corporate Finance 2011)) S. 206f).

<sup>528</sup> Unter Berücksichtigung von FIRMENICH, J. (Risikoallokation und Risikotragfähigkeit PPP 2014) S. 251

sollte nur bei PPP-Projekten mit dem Akquisitionsprojekt begonnen werden, bei denen die nicht kalkulierbaren Einzelrisiken mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht eintreten werden. Die nicht kalkulierbaren Risiken werden im PPP-PSM über einen pauschalen Risikozuschlag berücksichtigt (Kapitel 6.1.7.3).

Die identifizierten Einzelrisiken gem. „Anhang C – Risikosammelliste (bereinigt/kategorisiert)“, die nach Durchlaufen der sequentiellen Abfolge gem. **Bild 45**:

- 1) ganz oder teilweise beim privaten PPP-Partner allokiert werden,
- 2) nicht versicherbar, aber
- 3) kalkulierbar sind,

werden dem nächsten Teilprozess – der quantitativen Risikobewertung – zugeführt.

#### 6.1.4 Quantitative Risikobewertung

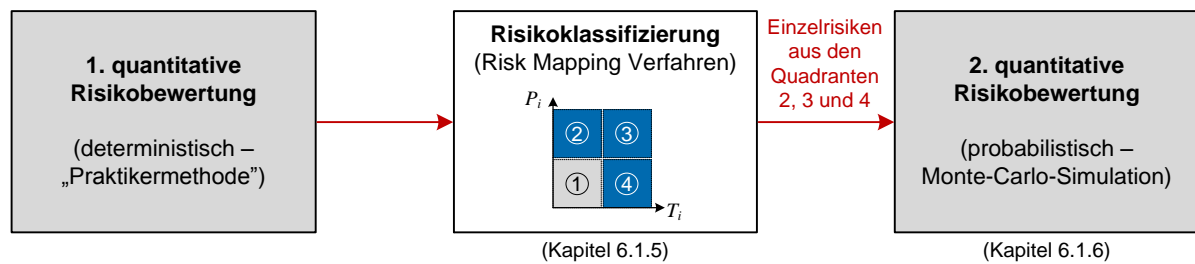
Wie in Kapitel 5.3.2.3.1 gezeigt wurde, ist das Ziel der quantitativen Risikobewertung die Ermittlung der Risikokosten  $R_i$  der identifizierten Einzelrisiken  $i$  auf Basis der Eintretenswahrscheinlichkeiten  $P_i$  sowie der Risikotragweiten  $T_i$  (Formel ( 5.1 )). Aus Gründen der Effizienz werden zunächst deterministische Ansätze zur Ermittlung der Eintretenswahrscheinlichkeiten  $P_i$  und der Risikotragweiten  $T_i$  verwendet. Diese beiden Größen werden im nächsten Teilprozess zur Klassifizierung der Einzelrisiken herangezogen (Kapitel 6.1.5). Die Bewertung der Risiken unter Anwendung dieser deterministischen Vorgehensweise wird auch als „Praktikermethode“ bezeichnet.<sup>529</sup>

Zur Einhaltung der Prämissen der MPT (Kapitel 5.3.1.1.3) werden als Endergebnis des Risikomanagementprozesses die jährlichen Erwartungswerte der Risikokosten (probabilistisch) benötigt. Die Erwartungswerte der Risikokosten werden unter Anwendung der MCS berechnet (Kapitel 6.1.6). Um den Simulationsaufwand zu beschränken, wird die Anzahl der in die Simulation einbezogenen Einzelrisiken auf Basis der Risikoklassifizierung weiter reduziert. Für die nach Durchlaufen der Risikoklassifizierung verbleibenden Einzelrisiken (Risiken aus den Quadranten 2 bis 4, vgl. Kapitel 6.1.5) wird eine neuerliche quantitative Risikobewertung auf probabilistischer Basis durchgeführt. Im Rahmen dieser zweiten quantitativen Risikobewertung werden plausible Ansätze aus der Literatur verwendet, um die Eintretenswahrscheinlichkeiten  $P_i$  sowie die Risikotragweiten  $T_i$  probabilistisch abzubilden (vgl. Kapitel 6.1.6).

Der beschriebene Ablauf ist in **Bild 47** zusammengefasst.

<sup>529</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Projektrisikomanagement 2014) S. 145, ALFEN, H. W., et al. (Lebenszyklusorientiertes Risikomanagement 2010) S. 172





**Bild 47:** Ablauf der quantitativen Risikobewertung im PPP-PSM<sup>530</sup>

## 6.1.5 Risikoklassifizierung – Risk Mapping Verfahren

Die Risikoklassifizierung im PPP-PSM erfolgt mit Hilfe des Risk Mapping Verfahrens (vgl. Kapitel 5.3.2.3.2). Dabei werden die Einzelrisiken unter Verwendung der in Kapitel 6.1.4 beschriebenen, deterministischen Bewertung der Eintretenswahrscheinlichkeiten  $P_i$  und der Risikotragweiten  $T_i$  („Praktikermethode“) in vier Quadranten eingeteilt:<sup>531</sup>

- 1. Quadrant: geringes Risikopotential (geringe Eintretenswahrscheinlichkeit und geringe Tragweite),
- 2. Quadrant: erwartetes Risiko (hohe Eintretenswahrscheinlichkeit, aber geringe Tragweite),
- 3. Quadrant: hohes Risikopotential (hohe Eintretenswahrscheinlichkeit und hohe Tragweite) und
- 4. Quadrant: hohe Schadenshöhe (geringe Eintretenswahrscheinlichkeit, aber hohe Tragweite).

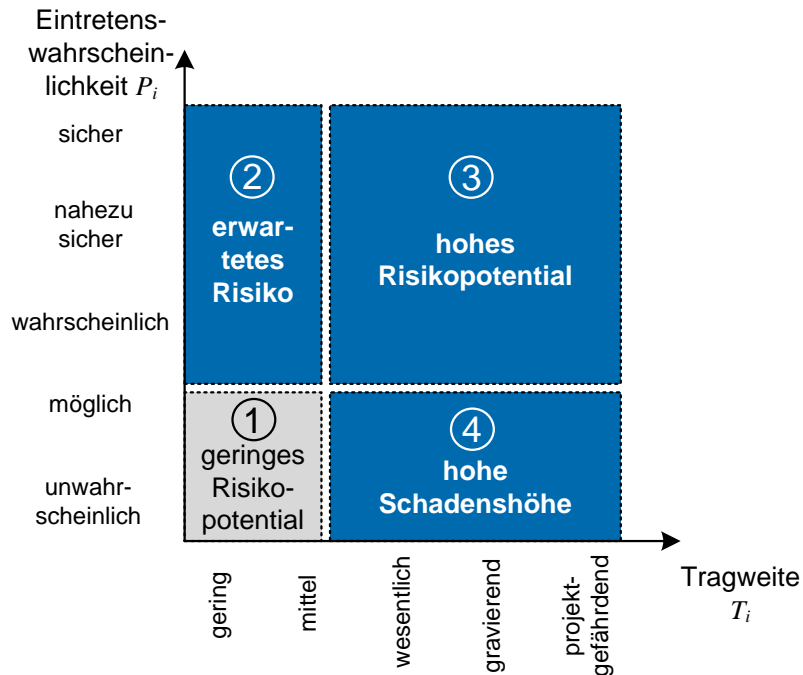
Da die Einzelrisiken des 1. Quadranten ein geringes Risikopotential aufweisen und i. d. R. ohne weitere spezifische Massnahmen akzeptiert werden, werden in gegenständlicher Arbeit nur Einzelrisiken aus den Quadranten 2 bis 4 in der nachfolgenden zeitabhängigen Risikoentwicklung betrachtet (**Bild 48**). Dadurch wird die gewünschte Reduktion an Einzelrisiken erreicht, um den Simulationsaufwand zur Ermittlung des Erwartungswertes der Risikokosten (probabilistisch) in einem auch für die Praxis vertretbaren Rahmen zu halten. Gleichzeitig wird durch die Vernachlässigung der Einzelrisiken mit geringem Risikopotential das errechnete Endergebnis – der Erwartungswert der Risikokosten (probabilistisch) – nur marginal beeinträchtigt.

Um die Einzelrisiken, die gem. Risikoklassifizierung dem 1. Quadranten zugeordnet werden, in der Berechnung der Risikokosten im PPP-PSM dennoch nicht gänzlich zu vernachlässigen, wird der auf Basis der verbleibenden Einzelrisiken (Quadrant 2, 3

<sup>530</sup> Eigene Darstellung

<sup>531</sup> Vgl. BERNER, F., et al. (Risikobewertung bei PPP 2014) S. 418

und 4) berechnete Erwartungswert der Risikokosten mit einem pauschalen Risikozuschlag multipliziert (Kapitel 6.1.7.3).<sup>532</sup> Dieser pauschale Risikozuschlag wird qualitativ – in Abhängigkeit vom jeweiligen PPP-Projekt bzw. dem Markt/Land, in dem sich das PPP-Projekt befindet – festgelegt und berücksichtigt neben den in der probabilistischen Berechnung der Risikokosten vernachlässigten Einzelrisiken aus dem 1. Quadranten auch nicht kalkulierbare Einzelrisiken (Kapitel 6.1.3.3) sowie Einzelrisiken, die in der Risikoidentifikation ggf. übersehen wurden (Kapitel 6.1.1).



**Bild 48:** Risikoklassifizierung – Einteilung der Risiken nach Gefährdungspotential<sup>533</sup>

Wie aus **Bild 48** ersichtlich wird, sind die vier Quadranten nicht gleich gross. Die Festlegung der Grenzen zwischen den einzelnen Quadranten erfolgt für jedes analysierte PPP-Projekt separat unter Berücksichtigung der spezifischen Risikosituation des jeweiligen Projektes (vgl. **Bild 76**, Kapitel 9.1.2.5).

### 6.1.6 Zeitabhängige Risikoentwicklung – probabilistisch (MCS)

Wie in Kapitel 1.1.3.1 beschrieben wurde, zeichnen sich PPP-Projekte durch eine langfristige Kooperation zwischen dem öffentlichen und dem privaten PPP-Partner und durch eine entsprechende Lebenszyklusorientierung aus. Dementsprechend treten Risiken auch nicht statisch und konstant über einen kurzen Zeitraum auf, wie dies bei klassischen Bauprojekten näherungsweise angenommen werden kann, sondern

<sup>532</sup> Vgl. FIRMENICH, J. (Risikoallokation und Risikotragfähigkeit PPP 2014) S. 89

<sup>533</sup> In Anlehnung an BERNER, F., et al. (Risikobewertung bei PPP 2014) S. 418

sie ändern sich über die 20- bis 35-jährige PPP-Projektlaufzeit dynamisch.<sup>534</sup> Daher ist im PPP-PSM der allgemeine Risikomanagementprozess um Komponenten zu erweitern, die diesen Umstand berücksichtigen. Wie von GIRMSCHIED (2011) S. 175ff in seinem Risikoallokationsmodell vorgeschlagen wird, sind dem allgemeinen Risikomanagementprozess (**Bild 35**) zwei Komponenten hinzuzufügen:

- 1) die „zeitabhängige Risikoentwicklung“, die nachfolgend behandelt wird, sowie
- 2) die „Risikoaggregation“ (Kapitel 6.1.7).

Zur Einhaltung der Prämissen der MPT (Kapitel 5.3.1.1.3) werden jährliche Erwartungswerte der Risikokosten (probabilistisch) benötigt. Um dieser Anforderung zu entsprechen, wird an dieser Stelle der Arbeit die probabilistische Bewertung und Berechnung der Risiken in das PPP-PSM eingeführt und auf die verbliebenen Einzelrisiken (Risiken aus den Quadranten 2 bis 4 gem. Kapitel 6.1.5) angewandt. Wie in Kapitel 5.3.2.6 festgelegt wurde, wird hierzu die MCS verwendet.

Ziel dieses Kapitels ist die wahrscheinlichkeitstheoretische Ermittlung der Risikokosten über die PPP-Projektlaufzeit.

#### 6.1.6.1 Festlegung des MCS-Berechnungsablaufs im PPP-PSM

Die MCS simuliert den wahrscheinlichkeitstheoretischen Eintritt von einzelnen Risikoereignissen. Die Inputgrößen werden in jedem einzelnen Simulationslauf durch das verwendete Softwareprogramm<sup>535</sup> zufällig unter Einbeziehung der festgelegten Randbedingungen ausgewählt. Jeder Simulationslauf entspricht einem theoretisch möglichen Risikoszenario, das sich aus dem Zusammenwirken aller berücksichtigten Einzelrisiken ergibt. Durch eine grosse Anzahl von Simulationsläufen<sup>536</sup> entsteht eine entsprechende Grundmenge an Simulationsszenarien, die sich wahrscheinlichkeitstheoretisch auswerten lässt.<sup>537</sup>

GLEISSNER UND MEIER (2001) S. 130 führen aus, dass bei Anwendung der MCS zunächst zu simulieren ist, ob ein Risiko überhaupt eintritt und welche Tragweite das Risiko im Eintrittsfall aufweist. Auf Grund der Langfristigkeit von PPP-Projekten ist

<sup>534</sup> Vgl. MERNA, T. UND NJIRU, C. (Financing Infrastructure Projects 2002) S. 268, BOUSSABAIN, A. (Cost Planning of PFI/PPP Projects 2007) S. 268, ALFEN, H. W., et al. (Lebenszyklusorientiertes Risikomanagement 2010) S. 254

<sup>535</sup> Zur Modellierung des PPP-PSM wird in gegenständlicher Arbeit „Microsoft Excel 2013“ verwendet, in das zur Anwendung der MCS „@Risk for Excel, Version 6.3.1, Industrial Edition, Student Version“ der „Palisade Corporation“ integriert wird.

<sup>536</sup> Im Beispiel, das im Rahmen des Realisierbarkeitstests ausgearbeitet wird (Kapitel 9), werden 10'000 Simulationsläufe durchgeführt.

<sup>537</sup> Vgl. VOSE, D. (Quantitative Risk Analysis 1996) S. 10f, MEDGENBERG, J. UND NEMUTH, T. (MCS im Projektmanagement 2011) S. 163ff, SMITH, N. J., et al. (Managing Risk 2006) S. 89ff, ZACHER, D. UND KOCHENDÖRFER, B. (Risikoanalyse PPP 2010) S. 77ff, GLEISSNER, W. UND MEIER, G. (Risiko-Management 2001) S. 129ff

dieser grundsätzliche Ablauf um einen zusätzlichen Schritt zu erweitern.<sup>538</sup> Somit ergeben sich folgende drei Schritte, die bei Anwendung der MCS auf PPP-Projekte zu durchlaufen sind:

- 1) die Simulation des Risikoeintritts,
- 2) die Simulation der Risikotragweite und
- 3) die Simulation der zeitabhängigen Risikoentwicklung.

Die drei Simulationsschritte der MCS werden nachfolgend dargelegt und an das PPP-PSM angepasst.

### 6.1.6.2 MCS-Schritt 1 – Simulation des Risikoeintritts

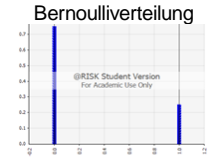
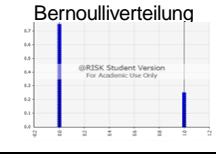
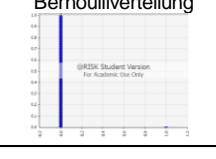
Da die identifizierten Einzelrisiken zwar eintreten können, aber nicht zwingend eintreten müssen, ist als erster MCS-Schritt abzubilden, ob innerhalb eines bestimmten Geschäftsjahres des PPP-Projektes mit Auswirkungen in Folge eines Risikoeintritts zu rechnen ist.

Um den Risikoeintritt zu simulieren, werden im PPP-PSM folgende Eingangsdaten benötigt (**Tabelle 17**):

- 1) Risikokategorisierung nach PPP-Projektphasen (vgl. Kapitel 6.1.2): Diese gibt die Teilprozesse des PPP-Projektes an, in denen grundsätzlich mit dem Eintritt eines bestimmten Einzelrisikos zu rechnen ist. Dadurch wird eine erste zeitliche Einschränkung vorgenommen und der Simulationsaufwand reduziert.
- 2) Eintretenswahrscheinlichkeit: Zur Festlegung der Eintretenswahrscheinlichkeiten  $P_i$  stehen die in Kapitel 5.3.2.3.1 genannten Verfahren zur Verfügung. Falls im jeweiligen Bauunternehmen ausreichend Daten zur Verfügung stehen, sind probabilistische Verfahren zur Ermittlung der Eintretenswahrscheinlichkeiten zu präferieren. Sollten keine umfassenden Daten vorhanden sein, so können dieselben Eintretenswahrscheinlichkeiten verwendet werden, die auch bereits in Kapitel 6.1.4 zur Durchführung der „Praktikermethode“ herangezogen wurden.
- 3) Wahrscheinlichkeitsdichte: Die Wahrscheinlichkeitsdichte  $f(W)$  sowie die zugehörige Verteilungsfunktion  $F(W)$  ergeben sich aus der Eintretenswahrscheinlichkeit  $P_i$ . Da ein Risiko entweder eintritt oder nicht, ist als Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion eine diskrete BERNOULLI-Verteilung zu verwenden (**Bild 49** bzw. **Tabelle 17**). Die mathematischen Zusammenhänge zur Ermittlung der Wahrscheinlichkeitsdichte sowie der Verteilungs- und Umkehrfunktion werden nachfolgend dargelegt.

<sup>538</sup> Vgl. ZACHER, D. UND KOCHENDÖRFER, B. (Risikoanalyse PPP 2010) S. 135ff, GIRMSCHIED, G. (RA-Modell: Zeitliche Risikobelastung 2011) S. 176ff

**Tabelle 17:** Ausgangsdaten für MCS-Schritt 1 – Simulation des Risikoeintritts (Auszug)

Nr.	Einzelrisiko	Risikokategorisierung nach PPP-Projektphasen					Eckdaten für die Simulation des Risikoeintritts	
		Akquisitions- und Planungsrisiken	Bautrisiken	Betriebsrisiken	Erhaltungsrisiken	Rückgaberrisiken	probabilistisch - Monte-Carlo-Simulation	
							Eintretenswahrscheinlichkeit $P_{W_i,i}$ [%]	Wahrscheinlichkeitsdichte .. [---]
1	Abbruchrisiken bei bestehenden Bauten	0	1	0	0	0	25.0%	
2	Abnahme-, Übergaberisiko	0	0	0	0	1	25.0%	
3	Auftraggeberausfallrisiko	0	1	1	1	1	0.3%	

Zur Simulation des Risikoeintritts wird eine Zufallsvariable  $W_i$  eingeführt. Da ein Risiko entweder eintritt oder nicht, gilt folgender Zusammenhang:

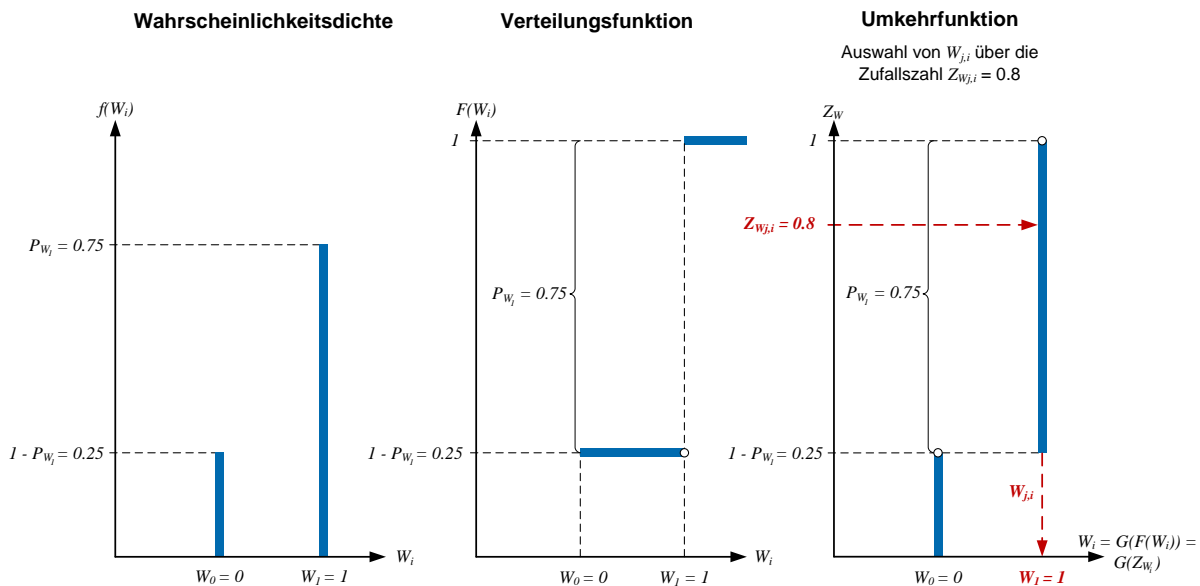
$$W_i = \{0 \vee 1\} \tag{6.1}$$

Beim Ansatz einer diskreten BERNOULLI-Verteilung ergibt sich folgende Formulierung:

$$f(W_i) = \begin{cases} P_{W_i,i} & \text{für } W_i = W_1 = 1 \\ 1 - P_{W_i,i} & \text{für } W_i = W_0 = 0 \end{cases} \text{ mit } W_i = \{0 \vee 1\} \text{ und } 0 < P_{W_i,i} < 1 \tag{6.2}$$

- mit:  $f(W_i)$       Wahrscheinlichkeitsdichte der Zufallsvariable  $W_i$
- $P_{W_i,i}$       Eintretenswahrscheinlichkeit des Einzelrisikos  $i$
- $W_0$           Ausprägung der Zufallsvariable  $W_i$  bei Nicht-Eintreten des Einzelrisikos  $i$
- $W_1$           Ausprägung der Zufallsvariable  $W_i$  bei Eintreten des Einzelrisikos  $i$

Die eingeführte Zufallsvariable nimmt entweder den Wert 0 (bei Nicht-Eintreten des jeweiligen Einzelrisikos) oder den Wert 1 (bei Eintreten des jeweiligen Einzelrisikos) an (vgl. Formel ( 6.1 )). Die beiden Werte  $W_i=W_0=0$  bzw.  $W_i=W_1=1$  werden im nächsten Simulationsschritt mit den Ergebnissen der Simulation der Risikotragweite (Kapitel 6.1.6.3) multipliziert. Als Produkt ergeben sich die probabilistischen Risikokosten für einen Simulationslauf, die dann entsprechend der jeweiligen zeitabhängigen Risikoentwicklung ihre Risikoauswirkung entfalten.



**Bild 49:** Wahrscheinlichkeitsdichte, Verteilungs- und Umkehrfunktion einer diskreten BERNOULLI-Verteilung für MCS-Schritt 1 – Simulation des Risikoeintritts<sup>539</sup>

Bei einmaligem Durchlaufen der MCS wählt die verwendete Software<sup>540</sup> eine Zufallszahl  $Z_{W_{j,i}}$  zwischen 0 und 1 aus. Diese Zufallszahl führt unter Anwendung der Umkehrfunktion  $G(F(W_i))$  zu einem Wert von  $W_{j,i}$  für den Simulationslauf  $j$  und das Einzelrisiko  $i$  (**Bild 49**).

### 6.1.6.3 MCS-Schritt 2 – Simulation der Risikotragweite

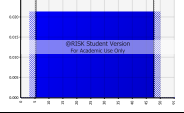
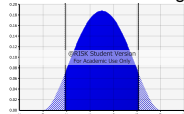
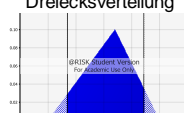
Falls MCS-Schritt 1 ergibt, dass ein Risiko eintritt, stellt sich als nächstes die Frage, welche Tragweite der Risikoeintritt aufweist und wie gross der monetäre Schaden ist, der dabei entsteht. Wie hoch der tatsächliche Schaden bei Risikoeintritt genau sein wird, lässt sich kaum zuverlässig prognostizieren. Allerdings lässt sich zumeist eine Bandbreite angeben, innerhalb der sich die Schadenshöhe im Fall des Risikoeintritts

<sup>539</sup> Weitgehend übernommen aus GIRMSCHIED, G. (RA-Modell: Zeitliche Risikobelastung 2011) S. 181 sowie GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Projektrisikomanagement 2014) S. 155

<sup>540</sup> Vgl. Fussnote 535

bewegen wird. Diese Bandbreite kann in absoluten Zahlen<sup>541</sup> oder in Prozent der jeweiligen Bezugsgrösse – beispielsweise wird das Baukostenänderungsrisiko prozentual als minimale, wahrscheinliche und maximale Schwankung der jährlichen Baukosten ausgedrückt – angegeben werden. Im PPP-PSM wird auf Grund der besseren Programmierbarkeit letztere Möglichkeit, also die Verwendung von Prozentangaben, zur Angabe der Bandbreite gewählt (**Tabelle 18**).

**Tabelle 18:** Ausgangsdaten für MCS-Schritt 2 – Simulation der Risikotragweite (Auszug)

Nr.	Einzelrisiko	Eckdaten für die Simulation der Risikotragweite				
		probabilistisch - Monte-Carlo-Simulation				
		Beschreibung der verwendeten Bezugskosten [---]	minimaler Schaden $T_{min,i}$ [%]	wahrscheinlicher Schaden $T_{wahr,i}$ [%]	maximaler Schaden $T_{max,i}$ [%]	Dichtefunktion [---]
3	Auftraggeberausfallrisiko	zum jeweiligen Zeitpunkt eingesetztes Eigenkapital zuzüglich zukünftig prognostizierte Dividenden	5.0%	10.0%	50.0%	Uniform-Verteilung 
6	Baukostenänderungsrisiko	jährliche Baukosten	0.0%	5.0%	10.0%	BetaPERT-Verteilung 
9	Einnahmeänderungsrisiko/ Nachfrageänderungsrisiko	jährliche Einnahmen des Projektes	-10.0%	2.0%	10.0%	Dreiecksverteilung 

Neben der Bandbreite des Schadens ist anzugeben, mit welcher Wahrscheinlichkeit die möglichen Schadenshöhen eintreten werden. Dies wird durch Angabe einer Dichtefunktion für jedes Einzelrisiko definiert.<sup>542</sup> Hierfür stehen eine Reihe an Dichtefunktion zur Verfügung (vgl. „Anhang E – Wahrscheinlichkeitsverteilungen“). Wie GIRMSCHIED UND BUSCH (2014) S. 156 ausführen, haben sich für die „...Grobmodellierung der Tragweite mangels genauer [IST-Daten] [...] die Dreiecksverteilung und die BetaPERT-Verteilung bewährt.“ Zusätzlich wird im PPP-PSM im Zusammenhang mit vertraglichen Risiken die Uniform-Verteilung eingesetzt (vgl. **Tabelle 18**). Liegen in

<sup>541</sup> Vgl. MEDGENBERG, J. UND NEMUTH, T. (MCS im Projektmanagement 2011) S. 164, GIRMSCHIED, G. (RA-Modell: Zeitliche Risikobelastung 2011) S. 181 (Tabelle 1)

<sup>542</sup> Als guter Anhaltspunkt, welche Dichtefunktionen für welche Arten von Risiken verwendet werden können, dienen CADEZ, I. UND STREUER, U. (Stochastische Risikoanalyse bei PPP 2006) S. 315, SMITH, N. J., et al. (Managing Risk 2006) S. 90 sowie GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Projektrisikomanagement 2014) S. 177.

einem Bauunternehmen in der Praxis aussagekräftige IST-Daten über Kostenschwankungen vor, die sich statistisch auswerten lassen und somit eine fundiertere Angabe der Bandbreite der Schadenshöhe sowie der Dichtefunktion erlauben, so sind diese Daten entsprechend zu verwenden. Wie sich aus den genannten Eckdaten der Schadenshöhe bzw. der Dichtefunktion die Risikotragweite errechnen lässt, wird nachfolgend am Beispiel einer BetaPERT-Verteilung gezeigt.

Die Dichtefunktion der BetaPERT-Verteilung  $f(T_i)$  ist durch die drei Werte  $T_{\min,i}$  (minimaler Schaden des Einzelrisikos  $i$  in Prozent),  $T_{\text{wahr},i}$  (wahrscheinlicher Schaden des Einzelrisikos  $i$  in Prozent) und  $T_{\max,i}$  (maximaler Schaden des Einzelrisikos  $i$  in Prozent), die allesamt mit den jährlichen Bezugskosten  $K_{i,t_k}$  multipliziert werden, definiert. Aus dieser Dichtefunktion wird in einem nächsten Schritt die Verteilungsfunktion  $F(T_i)$  für die Risikotragweite  $T_i$  gebildet. Am Beispiel einer BetaPERT-Verteilung lassen sich die beschriebenen Zusammenhänge wie folgt formulieren:<sup>543</sup>

$$f(T_i) = \text{BetaPERT}(T_{\min,i} * K_{i,t_k}, T_{\text{wahr},i} * K_{i,t_k}, T_{\max,i} * K_{i,t_k}) \quad \text{mit} \quad T_{\min,i} < T_i < T_{\max,i} \quad (6.3)$$

$$F(T_i) = \int_{T_{\min,i}}^{T_i} f(T_i) dT_i \quad (6.4)$$

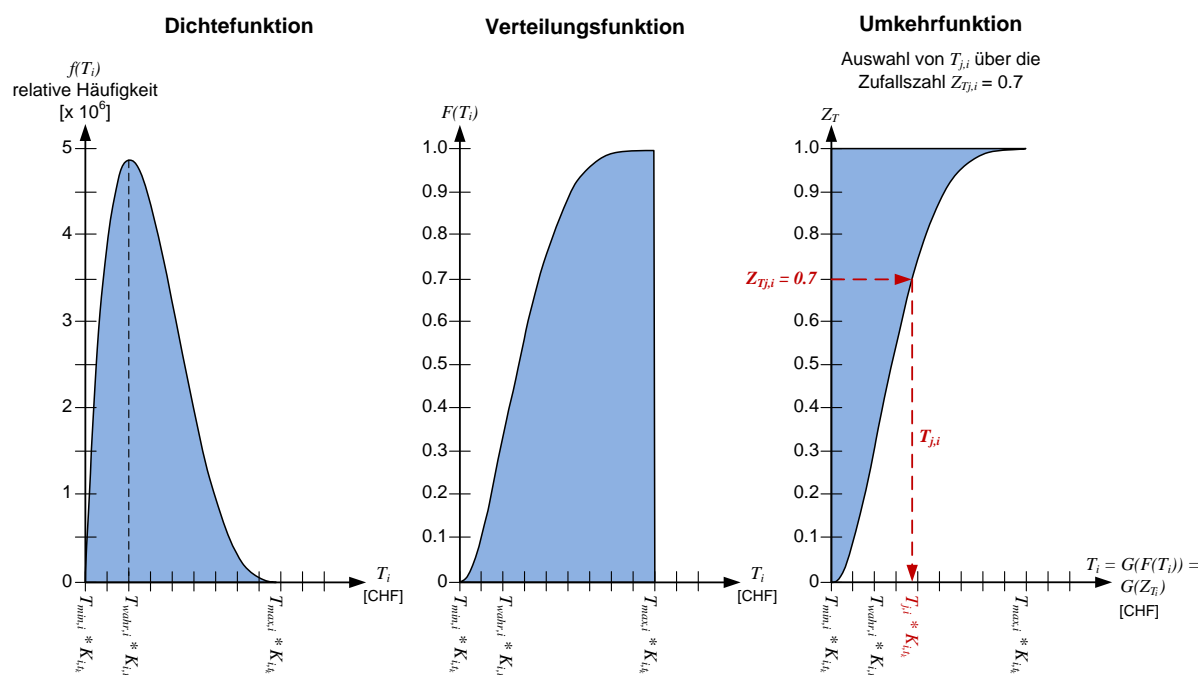
mit:	$f(T_i)$	Dichtefunktion der Zufallsvariablen der Risikotragweite $T_i$
	$K_{i,t_k}$	Bezugskosten des Einzelrisikos $i$ im Geschäftsjahr $t_k$
	$T_{\min,i}$	minimaler Schaden/minimale Risikotragweite des Einzelrisikos $i$ in Prozent
	$T_{\text{wahr},i}$	wahrscheinlicher Schaden/wahrscheinliche Risikotragweite des Einzelrisikos $i$ in Prozent
	$T_{\max,i}$	maximaler Schaden/maximale Risikotragweite des Einzelrisikos $i$ in Prozent
	$F(T_i)$	Verteilungsfunktion der Zufallsvariablen der Risikotragweite $T_i$

Die gezeigten Relationen für die Dichte- und Verteilungsfunktion einer BetaPERT-Verteilung sind in **Bild 50** dargestellt. Anhand der in der genannten Abbildung gezeigten Umkehrfunktion lässt sich der Rechenvorgang bei einem einmaligen Durchlauf des MCS-Schrittes 2 nachvollziehen. Die verwendete Software<sup>544</sup> wählt eine Zufallszahl  $Z_{T_j,i}$  aus. Diese Zufallszahl führt unter Anwendung der Umkehrfunktion  $G(F(T_i))$  zu einem Wert von  $T_{j,i}$  für den Simulationslauf  $j$  und das Einzelrisiko  $i$ .

<sup>543</sup> Vgl. VOSE, D. (Quantitative Risk Analysis 1996) S. 171, BUSCH, T. A. (Risikomanagement-Prozessmodell 2005) S. 167, GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Projektrisikomanagement 2014) S. 156

<sup>544</sup> Vgl. Fussnote 535





**Bild 50:** Dichte-, Verteilungs- und Umkehrfunktion am Beispiel einer BetaPERT-Verteilung für MCS-Schritt 2 – Simulation der Risikotragweite<sup>545</sup>

Für andere Dichtefunktionen (Dreiecksverteilung, Uniform-Verteilung, etc.) gelten die am Beispiel einer BetaPERT-Verteilung gezeigten Rechenabläufe analog. Die mathematischen Grundzusammenhänge für verschiedene Dichtefunktionen sind in „Anhang E – Wahrscheinlichkeitsverteilungen“ angegeben.

Die probabilistischen jährlichen Risikokosten für ein Einzelrisiko  $i$  im Simulationslauf  $j$  ergeben sich durch Multiplikation des Risikoeintritts  $W_{j,i}$  aus dem MCS-Schritt 1 und der zugehörigen Risikotragweite  $T_{j,i}$  aus dem MCS-Schritt 2. Auf diese probabilistischen jährlichen Risikokosten ist abschliessend auf Grund der Langfristigkeit von PPP-Projekten der MCS-Schritt 3, die Simulation der zeitabhängigen Risikoentwicklung, anzuwenden, um die zeitliche Risikoauswirkung der einzelnen Risiken zu berücksichtigen.

#### 6.1.6.4 MCS-Schritt 3 – Simulation der zeitabhängigen Risikoentwicklung

Im letzten MCS-Schritt wird die zeitabhängige Risikoentwicklung betrachtet. Dabei werden die Risikokosten der Einzelrisiken entsprechend der Zeiträume, in denen diese ihre Auswirkung entfalten können, unterschieden. Grundsätzlich lassen sich die

<sup>545</sup> In Anlehnung an VOSE, D. (Quantitative Risk Analysis 1996) S. 171, GIRMSCHIED, G. (RA-Modell: Zeitliche Risikobelastung 2011) S. 182, GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Projektrisikomanagement 2014) S. 154f

aus den MCS-Schritten 1 und 2 errechenbaren Risikokosten  $R_i$  hinsichtlich der zeitabhängigen Risikoentwicklung in drei Gruppen unterteilen:<sup>546</sup>

- einmalige Risikokosten,
- aperiodische Risikokosten sowie
- periodische Risikokosten.

Die genannten Gruppen werden nachfolgend beschrieben.

#### 6.1.6.4.1 Einmalige Risikokosten

Einmalige Risikokosten können im Lauf des PPP-Projektzeitraums nur einmal und zeitpunktbezogen auftreten. Ein klassisches einmaliges Risiko ist aus Sicht des privaten PPP-Partners die Kündigung des Projektes durch den öffentlichen PPP-Partner. Die Risikokosten eines einmaligen Risikos errechnen sich unter Anwendung von Formel ( 5.1 ) wie folgt:<sup>547</sup>

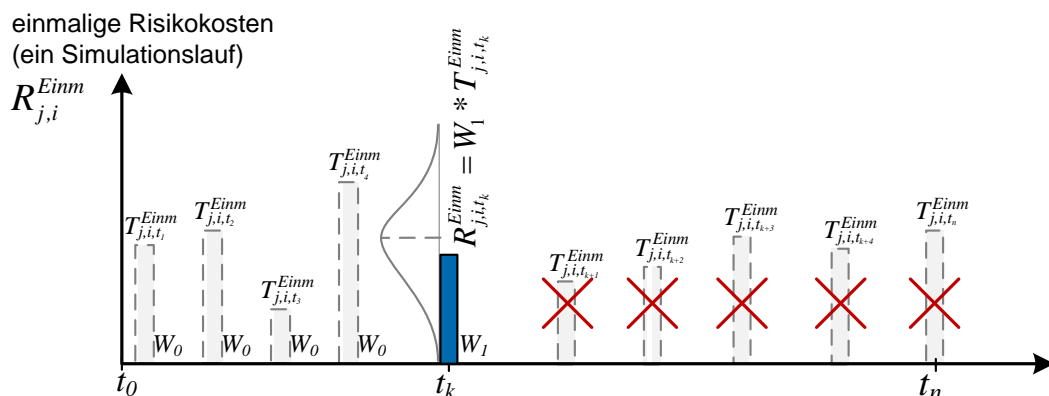
$$R_{j,i,t_k}^{Einn} = W_{j,i} * T_{j,i,t_k}^{Einn} \quad (6.5)$$

mit:	$R_{j,i,t_k}^{Einn}$	Risikokosten des einmaligen Risikos $i$ zum Zeitpunkt $t_k$ im Simulationslauf $j$ [CHF]
	$W_{j,i}$	Wert, den die Eintretenswahrscheinlichkeit $P_i$ für den Simulationslauf $j$ und das einmalige Einzelrisiko $i$ annimmt; mit $P_i(W_{j,i}) \in [0,1]$ und $W_{j,i} = [0 \vee 1]$
	$T_{j,i,t_k}^{Einn}$	Tragweite des einmaligen Risikos $i$ zum Zeitpunkt $t_k$ im Simulationslauf $j$ [CHF]

In der Umsetzung der MCS werden einmalige Risikokosten dadurch simuliert, dass ab deren erstmaligem Auftreten jeder weitere Risikoeintritt unterbunden wird. Dies wird im PPP-PSM über eine einfache Wenn-Funktion abgebildet. Sobald sich aus dem Produkt des Risikoeintritts  $W_{j,i}$  aus MCS-Schritt 1 und der zugehörigen Risikotragweite  $T_{j,i}$  aus MCS-Schritt 2 eine monetäre Auswirkung in Form von Risikokosten  $R_{j,i,t_k}^{Einn} \neq 0$  ergibt, wird das entsprechende Einzelrisiko  $i$  nicht mehr zugelassen. Die beschriebenen Zusammenhänge sind in **Bild 51** für einen Simulationslauf  $j$  dargestellt.

<sup>546</sup> Vgl. BOUSSABAIN, A. (Cost Planning of PFI/PPP Projects 2007) S. 281, GIRMSCHIED, G. (RA-Modell: Zeitliche Risikobelastung 2011) S. 177

<sup>547</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (RA-Modell: Zeitliche Risikobelastung 2011) S. 178



**Bild 51:** Zeitabhängige Risikoentwicklung bei einmaligen Risikokosten<sup>548</sup>

### 6.1.6.4.2 Aperiodische Risikokosten

Unter aperiodischen Risikokosten versteht man Kosten aus Einzelrisiken, die mindestens zweimal, jedoch in grösseren Zeitabständen zueinander auftreten und deren Risikokosten unabhängig voneinander sind. Dies trifft bei PPP-Projekten beispielsweise auf Risiken der Erhaltung (z. B. Instandsetzung von Teilen der Heizungsanlage) zu.<sup>549</sup> Bei aperiodisch auftretenden Risiken besteht ebenso wie bei einmaligen Risiken die Schwierigkeit, neben der Eintretenswahrscheinlichkeit und der Risikotragweite auch den Zeitpunkt eines möglichen Risikoeintritts richtig zu prognostizieren, wenngleich bei aperiodischen Risiken der Schwankungsbereich des möglichen Risikoeintritts i. d. R. auf wenige Geschäftsjahre eingegrenzt ist.<sup>550</sup>

Die Berechnung der aperiodischen Risikokosten verläuft zunächst analog der Risikokosten bei einmaligen Risiken und lässt sich analog formulieren:

$$R_{j,i,t_k}^{Aperio} = W_{j,i} * T_{j,i,t_k}^{Aperio} \tag{6.6}$$

- mit:
- $R_{j,i,t_k}^{Aperio}$  Risikokosten des aperiodischen Risikos  $i$  im Geschäftsjahr  $t_k$  im Simulationslauf  $j$  [CHF]
  - $W_{j,i}$  Wert, den die Eintretenswahrscheinlichkeit  $P_i$  für den Simulationslauf  $j$  und das aperiodische Einzelrisiko  $i$  annimmt; mit  $P_i(W_{j,i}) \in [0,1]$  und  $W_{j,i} = [0 \vee 1]$
  - $T_{j,i,t_k}^{Aperio}$  Tragweite des aperiodischen Risikos  $i$  im Geschäftsjahr  $t_k$  im Simulationslauf  $j$  [CHF]

<sup>548</sup> Eigene Darstellung unter Berücksichtigung von GIRMSCHIED, G. (RA-Modell: Zeitliche Risikobelastung 2011) sowie GIRMSCHIED, G. (RA Model 2013) S. 249ff

<sup>549</sup> Vgl. BOUSSABAINE, A. (Cost Planning of PFI/PPP Projects 2007) S. 267ff, GIRMSCHIED, G. (RA-Modell: Zeitliche Risikobelastung 2011) S. 177

<sup>550</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (RA-Modell: Zeitliche Risikobelastung 2011) S. 178, GIRMSCHIED, G. (RA Model 2013) S. 268

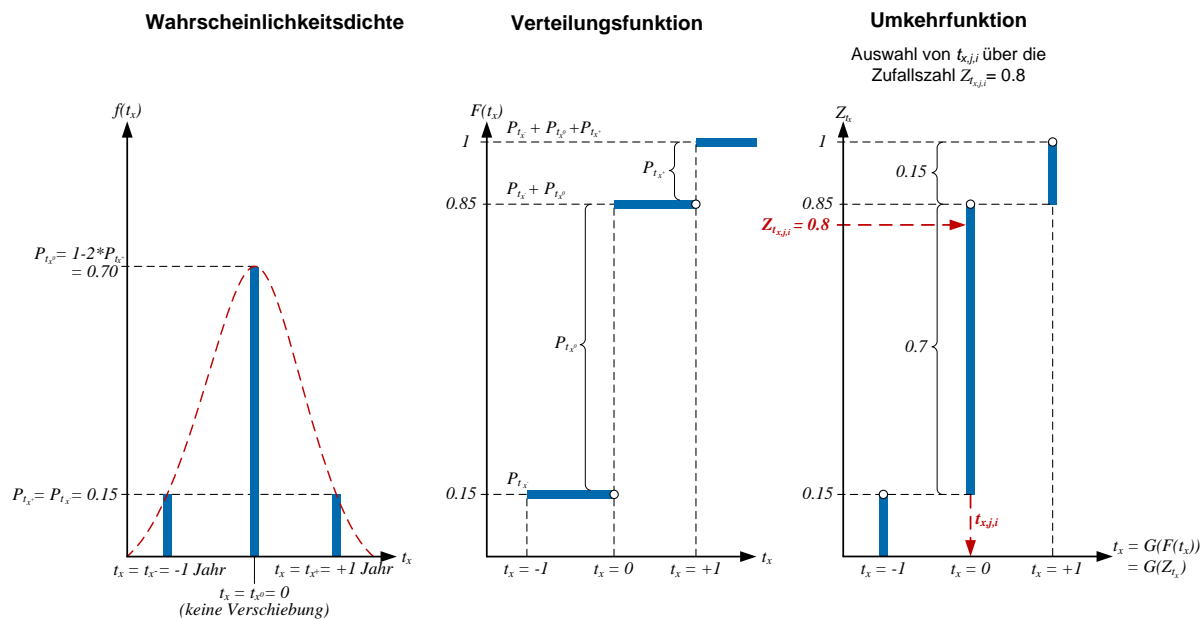
Darauffolgend ist zu simulieren, ob die Risikokosten tatsächlich in dem Geschäftsjahr anfallen, in dem die Bezugskosten  $K_{i,t_k}$ , die der Berechnung der Tragweite des aperiodischen Risikos zugrunde liegen, prognostiziert waren. So ist es möglich, dass eine Instandhaltungsmassnahme teurer wird als gedacht (was durch die berechneten Risikokosten  $R_{j,i,t_k}^{Aperio}$  ausgedrückt wird) und zusätzlich schon ein Geschäftsjahr früher durchzuführen ist als geplant. Im PPP-PSM werden hierfür Abweichungen von plus/minus einem Geschäftsjahr berücksichtigt und über eine Verteilungsfunktion abgebildet. Die Verringerung oder Erhöhung der Risikokosten in Folge Inflation<sup>551</sup> wird auf Grund der unterstellten, geringen zeitlichen Abweichung von nur einem Geschäftsjahr vernachlässigt.

Zur Simulation des Risikoeintrittsjahres wird eine Zufallsvariable  $t_{x,i}$  eingeführt. Als Verteilungsfunktion wird eine diskrete Verteilung verwendet (**Bild 52**), für die sich folgende Formulierungen angeben lassen:

$$f(t_x) = \begin{cases} P_{t_{x^+}} = P_{t_{x^-}} & \text{für } t_x = t_{x^-} = -1 \text{ bzw. } t_{x^+} = +1 \\ 1 - 2 * P_{t_{x^0}} & \text{für } t_x = t_{x^0} = 0 \end{cases} \text{ mit } t_x \in \{-1; 0; +1\} \text{ und } 0 < P_{t_{x,i}} < 1 \quad (6.7)$$

mit: $f(t_x)$	Wahrscheinlichkeitsdichte der Zufallsvariable $t_x$
$P_{t_{x^+}} = P_{t_{x^-}}$	Eintretenswahrscheinlichkeit, dass es zu einer Verschiebung des aperiodischen Risikos um plus/minus ein Geschäftsjahr kommt
$t_{x^+}$	Ausprägung der Zufallsvariable $t_x$ wenn das aperiodische Risiko ein Geschäftsjahr später eintritt
$t_{x^0}$	Ausprägung der Zufallsvariable $t_x$ wenn das aperiodische Risiko im prognostizierten Geschäftsjahr eintritt
$t_{x^-}$	Ausprägung der Zufallsvariable $t_x$ wenn das aperiodische Risiko ein Geschäftsjahr früher eintritt

<sup>551</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (RA-Modell: Zeitliche Risikobelastung 2011) S. 178, Formel (5)



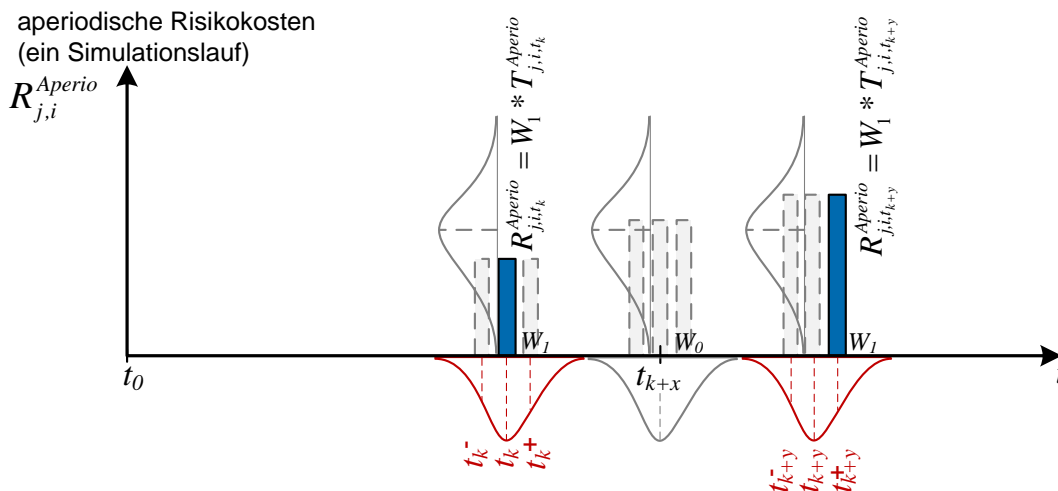
**Bild 52:** Wahrscheinlichkeitsdichte, Verteilungs- und Umkehrfunktion der diskreten Verteilung, die der Simulation des Risikoeintritts bei aperiodischen Risikokosten zugrunde liegt<sup>552</sup>

Bei einmaligem Durchlaufen der MCS wählt die verwendete Software eine Zufallszahl  $Z_{t_{x,j,i}}$  zwischen 0 und 1 aus. Diese Zufallszahl führt unter Anwendung der Umkehrfunktion  $G(F(t_x))$  zu einem Wert von  $t_{x,j,i}$  für den Simulationslauf  $j$  und das Einzelrisiko  $i$  (**Bild 52**).

Für ein aperiodisch auftretendes Einzelrisiko  $R_{j,i}^{Aperio}$ , dessen Eintritt insgesamt dreimal möglich wäre, kann unter den getroffenen Annahmen des PPP-PSM (Verschiebung maximal um ein Geschäftsjahr sowie keine Berücksichtigung der Inflation) beispielsweise der in **Bild 53** gezeigte Fall bei einmaligem Durchlauf der MCS eintreten:

- Im Geschäftsjahr  $t_k$  tritt das aperiodische Risiko ein ( $W_1$ ), es hat eine etwas geringere Tragweite als die erwartete Schadenshöhe und es kommt zu keiner zeitlichen Verschiebung gegenüber dem Geschäftsjahr, in dem die dem Risiko zugrunde liegenden Bezugskosten prognostiziert waren.
- Im Geschäftsjahr  $t_{k+x}$  tritt das aperiodische Risiko nicht ein ( $W_0$ ).
- Im Geschäftsjahr  $t_{k+y}$  tritt das aperiodische Risiko erneut ein ( $W_1$ ), es hat eine etwas höhere Tragweite als die erwartete Schadenshöhe und es kommt zu einer zeitlichen Verschiebung um +1 Geschäftsjahr.

<sup>552</sup> Weitgehend übernommen aus GIRMSCHIED, G. (RA-Modell: Zeitliche Risikobelastung 2011) S. 181 sowie GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Projektrisikomanagement 2014) S. 155



**Bild 53:** Zeitabhängige Risikoentwicklung bei aperiodischen Risikokosten<sup>553</sup>

#### 6.1.6.4.3 Periodische Risikokosten

Unter periodischen Risikokosten versteht man Kosten aus Einzelrisiken, die ab dem erstmaligen Risikoeintritt eine kontinuierliche Auswirkung für einen gewissen Zeitraum entfalten und sich bei neuerlichem Auftreten entsprechend kumulieren. Dies trifft bei PPP-Projekten beispielsweise auf Risiken des Betriebsdienstes (z. B. Reinigungskostenrisiko in einer Schule) oder der Finanzierung (z. B. Änderung der Finanzierungsbedingungen) zu. Bei periodisch auftretenden Risiken ist zu berücksichtigen, dass sich die Risikokosten der einzelnen periodischen Risiken im Zeitablauf durch Veränderungen der zugrunde liegenden Bezugskosten  $K_{i,t_k}$  ebenso verändern. Diese Veränderung der Risikokosten wird über den nachfolgend dargestellten Zusammenhang im PPP-PSM abgebildet:<sup>554</sup>

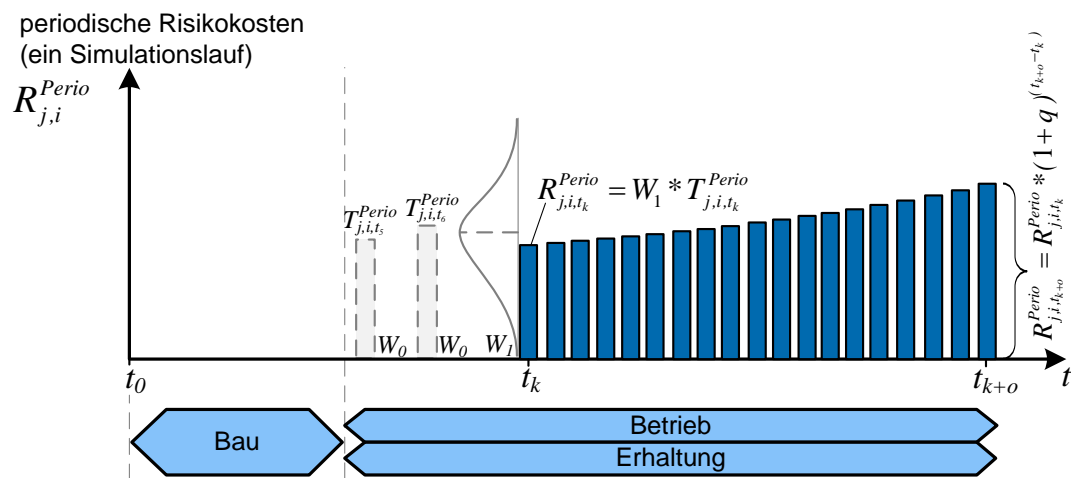
$$R_{j,i,t_{k+o}}^{Perio} = R_{j,i,t_k}^{Perio} (1+q)^{(t_{k+o}-t_k)} \quad (6.8)$$

mit:	$R_{j,i,t_{k+o}}^{Perio}$	Risikokosten des periodischen Risikos $i$ im Simulationslauf $j$ am Ende des Zeitraumes, in dem sich die Risikoauswirkung entfaltet ( $t_{k+o}$ ) [CHF]
	$R_{j,i,t_k}^{Perio}$	Risikokosten des periodischen Risikos $i$ im Simulationslauf $j$ zum Zeitpunkt des Risikoeintritts ( $t_k$ ) [CHF]
	$q$	Preisänderungsrate [-]

<sup>553</sup> Eigene Darstellung

<sup>554</sup> Vgl. BOUSSABAIN, A. (Cost Planning of PFI/PPP Projects 2007) S. 265f GIRMSCHIED, G. (RA-Modell: Zeitliche Risikobelastung 2011) S. 177ff

Die beschriebenen mathematischen Zusammenhänge sind in **Bild 54** veranschaulicht.



**Bild 54:** Zeitabhängige Risikoentwicklung bei periodischen Risikokosten<sup>555</sup>

Tritt dasselbe periodische Risiko im Zeitablauf eines PPP-Projektes nochmal ein, was bei Betriebsrisiken, die sich auf eine Veränderung der prognostizierten Betriebskosten beziehen, in der Praxis regelmässig der Fall ist, so kommt es zu einer sprunghaften Zunahme (oder Abnahme – beispielsweise bei Verbesserung der Finanzierungsbedingungen) in der zeitabhängigen Risikoentwicklung der periodischen Risikokosten. Auch dieser Fall wurde im PPP-PSM abgebildet (**Bild 55**).

### 6.1.7 Risikoaggregation – probabilistisch (MCS)

Nachdem die einzelnen Risiken identifiziert, kategorisiert, allokiert, bewertet, klassifiziert und mittels MCS hinsichtlich des Risikoeintritts, der Risikotragweite sowie der zeitabhängigen Risikoentwicklung simuliert wurden, wird im nächsten Schritt das Zusammenwirken der einzelnen Risiken betrachtet. Man spricht in diesem Zusammenhang von der Risikoaggregation. In der Aggregation der auf probabilistischer Basis ermittelten Risikokosten der Einzelrisiken über den PPP-Projektverlauf sind folgende Schritte zu berücksichtigen:

- 1) die Abhängigkeiten zwischen den Einzelrisiken,
- 2) die Aggregation der probabilistischen Risikokosten der Einzelrisiken und
- 3) die Berücksichtigung des pauschalen Risikozuschlages.

<sup>555</sup> Eigene Darstellung unter Berücksichtigung von GIRMSCHIED, G. (RA-Modell: Zeitliche Risikobelastung 2011) sowie GIRMSCHIED, G. (RA Model 2013) S. 249ff

### 6.1.7.1 *Abhängigkeiten zwischen den Einzelrisiken*

Generell kann es sein, dass der Eintritt eines Einzelrisikos Auswirkungen auf andere Einzelrisiken hat. Beispielsweise führt der Eintritt des Einzelrisikos „Auftraggeberausfall“ – der die Beendigung des PPP-Vertrages zur Folge hat – dazu, dass alle weiteren Risiken nicht mehr eintreten können. Offenbar führt der Eintritt eines Einzelrisikos hier zur Verringerung (resp. Aufhebung) anderer Einzelrisiken. Umgekehrt kann es ebenso sein, dass der Eintritt eines Einzelrisikos sich erhöhend auf andere Einzelrisiken auswirkt. Beispielsweise führt der Eintritt des Baugrundrisikos – also das Antreffen eines schlechteren Baugrundes als prognostiziert – i. d. R. auch zu (weiteren) Bauverzögerungen, die durch ein erhöhtes Terminrisiko abgebildet werden.

Allgemein spricht man im Zusammenhang mit der Abhängigkeit zwischen den Einzelrisiken von deren Korrelation. Wie aus den oben genannten Beispielen bereits ersichtlich ist, kann die Art der Abhängigkeit gleich- bzw. gegenläufig sein. Genauer wird unterschieden zwischen:<sup>556,557</sup>

- positiver Korrelation zwischen Einzelrisiken: das Eintreten eines Einzelrisikos führt zu einer Erhöhung eines anderen Einzelrisikos,
- negativer Korrelation zwischen Einzelrisiken: das Eintreten eines Einzelrisikos führt zu einer Verminderung eines anderen Einzelrisikos,
- keiner Korrelation: es ist keine Abhängigkeit zwischen zwei Einzelrisiken gegeben.

Eine Vernachlässigung der positiven Korrelation führt zu einer Unterschätzung des aggregierten Gesamtrisikos. Gegenteilig hat eine Vernachlässigung der negativen Korrelation die Überschätzung des aggregierten Gesamtrisikos zur Folge.<sup>558</sup> Wie BOUSSABAIN UND KIRKHAM (2004) S. 72 ausführen, kann eine Vernachlässigung der Abhängigkeiten zwischen den Einzelrisiken die Endergebnisse einer MCS verfälschen. Um die Abhängigkeiten der Einzelrisiken in der Risikoaggregation mittels MCS abzubilden, stehen nach FIRMENICH (2014) S. 116f folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- die Abbildung einer Korrelationsmatrix unter Berücksichtigung der CHOLESKY-Zerlegung<sup>559</sup>,
- die Abbildung einer Korrelationsmatrix unter Verwendung der LR-Zerlegung nach GAUSS,
- die Schätzung der Korrelationsmatrix unter Anwendung bedingter Wahrscheinlichkeitsverteilungen sowie

<sup>556</sup> Vgl. hierzu Kapitel 6.3.3.1

<sup>557</sup> Vgl. GLEISSNER, W. UND MEIER, G. (Risiko-Management 2001) S. 133, GIRMSCHIED, G. (RA-Modell: Zeitliche Risikobelastung 2011) S. 185

<sup>558</sup> Vgl. FIRMENICH, J. (Risikoallokation und Risikotragfähigkeit PPP 2014) S. 115

<sup>559</sup> Details hierzu finden sich beispielsweise in COTTIN, C. UND DÖHLER, S. (Risikoanalyse 2013) S. 37 bzw. S. 377f



- die Berücksichtigung von Kausalitäten über Wenn-Funktionen.

Da die Berechnung der Korrelationsmatrizen quantitative Daten über die Abhängigkeiten von Kosten bzw. Risiken erfordert, die für gegenständliche Arbeit nicht vorliegen<sup>560</sup>, werden im PPP-PSM die Beziehungen zwischen den einzelnen Risiken über Wenn-Funktionen abgebildet, die entsprechend in die Berechnung der Risikokosten integriert werden. Dies bietet – anders als bei Verwendung von Korrelationsmatrizen – auch die Möglichkeit, nicht-lineare Abhängigkeiten zu berücksichtigen.<sup>561</sup>

Aus Gründen der Vorsicht wird im PPP-PSM besonders auf die Berücksichtigung der positiven Abhängigkeiten zwischen den Einzelrisiken geachtet, damit die ermittelten, aggregierten Gesamtrisikokosten keinesfalls zu niedrig ausfallen.

### 6.1.7.2 Aggregation der probabilistischen Risikokosten

Die Aggregation der Einzelrisiken wird unter Anwendung einer MCS-Software<sup>562</sup> durchgeführt. Im Zuge der MCS werden in gegenständlicher Arbeit 10'000<sup>563</sup> Simulationsläufe ausgeführt. In jedem Simulationslauf wird für alle Einzelrisiken unter Berücksichtigung der gesetzten Parameter sowie unter Anwendung des Latin Hypercube Samplings (Kapitel 5.3.2.6.3) eine Zufallsgrösse für den Risikoeintritt (Kapitel 6.1.6.2), die Risikotragweite (Kapitel 6.1.6.3) und die zeitabhängige Risikoentwicklung (Kapitel 6.1.6.4) gezogen und unter Berücksichtigung der Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Risiken die Outputgrössen in Form von jährlichen Risikokosten der Einzelrisiken ermittelt. Durch Summation der so errechneten Risikokosten der Einzelrisiken ergeben sich für jeden Simulationslauf aggregierte Risikokosten für jedes Geschäftsjahr, die probabilistisch ausgewertet werden. Von besonderer Bedeutung ist der Erwartungswert des Risikos, der sich durch Bildung des arithmetischen Mittels berechnen lässt:<sup>564</sup>

$$R_{EW_{aggr}, t_k} = \frac{1}{h} \sum_{j=1}^h \left( \sum_{i=1}^m R_{j,i,t_k}^{Eimm} + \sum_{i=1}^n R_{j,i,t_k}^{Aperio} + \sum_{i=1}^o R_{j,i,t_k}^{Perio} \right) \quad (6.9)$$

mit:  $R_{EW_{aggr}, t_k}$  Erwartungswert der aggregierten Risikokosten aus allen Simulationsläufen der MCS im Geschäftsjahr  $t_k$  [CHF]  
 $h$  Anzahl an Simulationsläufen der MCS [-]

<sup>560</sup> Diese Daten sind aktuell in der Praxis von Bauunternehmen i. d. R. noch nicht vorhanden

<sup>561</sup> Vgl. FIRMENICH, J. (Risikoallokation und Risikotragfähigkeit PPP 2014) S. 117

<sup>562</sup> Vgl. Fussnote 535

<sup>563</sup> Um empirisch zu überprüfen, wie gross der probabilistische „Fehler“ bei 10'000 Simulationen ist, wurden ohne Veränderung der Eingangsdaten drei separate Simulationsläufe durchgeführt. Die maximale Differenz zwischen den Erwartungswerten der Risikokosten betrug dabei 2.7 Prozent. Im Mittel ergibt sich eine Abweichung zwischen den drei Simulationsläufen von 0.7 Prozent. Diese Genauigkeit wird für den Zweck der vorliegenden Arbeit als ausreichend erachtet. Sollten in der Praxis höhere Genauigkeiten gefordert sein, so ist die Anzahl an Simulationen entsprechend zu erhöhen.

<sup>564</sup> Vgl. RUBINSTEIN, R. Y. UND KROESE, D. P. (Simulation and the MCS Method 2008) S. 104 bzw. 328, GIRMSCHIED, G. (RAModell: Zeitliche Risikobelastung 2011) S. 179, PALISADE CORPORATION (@RISK - Risk Analysis and Simulation 2013) S. 892

$\sum_{i=1}^m R_{j,i,t_k}^{Eimm}$	Summe der Risikokosten aus einmaligen Einzelrisiken im Simulationslauf $j$ im Geschäftsjahr $t_k$ [CHF]
$\sum_{i=1}^n R_{j,i,t_k}^{Aperio}$	Summe der Risikokosten aus aperiodischen Einzelrisiken im Simulationslauf $j$ im Geschäftsjahr $t_k$ [CHF]
$\sum_{i=1}^o R_{j,i,t_k}^{Perio}$	Summe der Risikokosten aus periodischen Einzelrisiken im Simulationslauf $j$ im Geschäftsjahr $t_k$ [CHF]

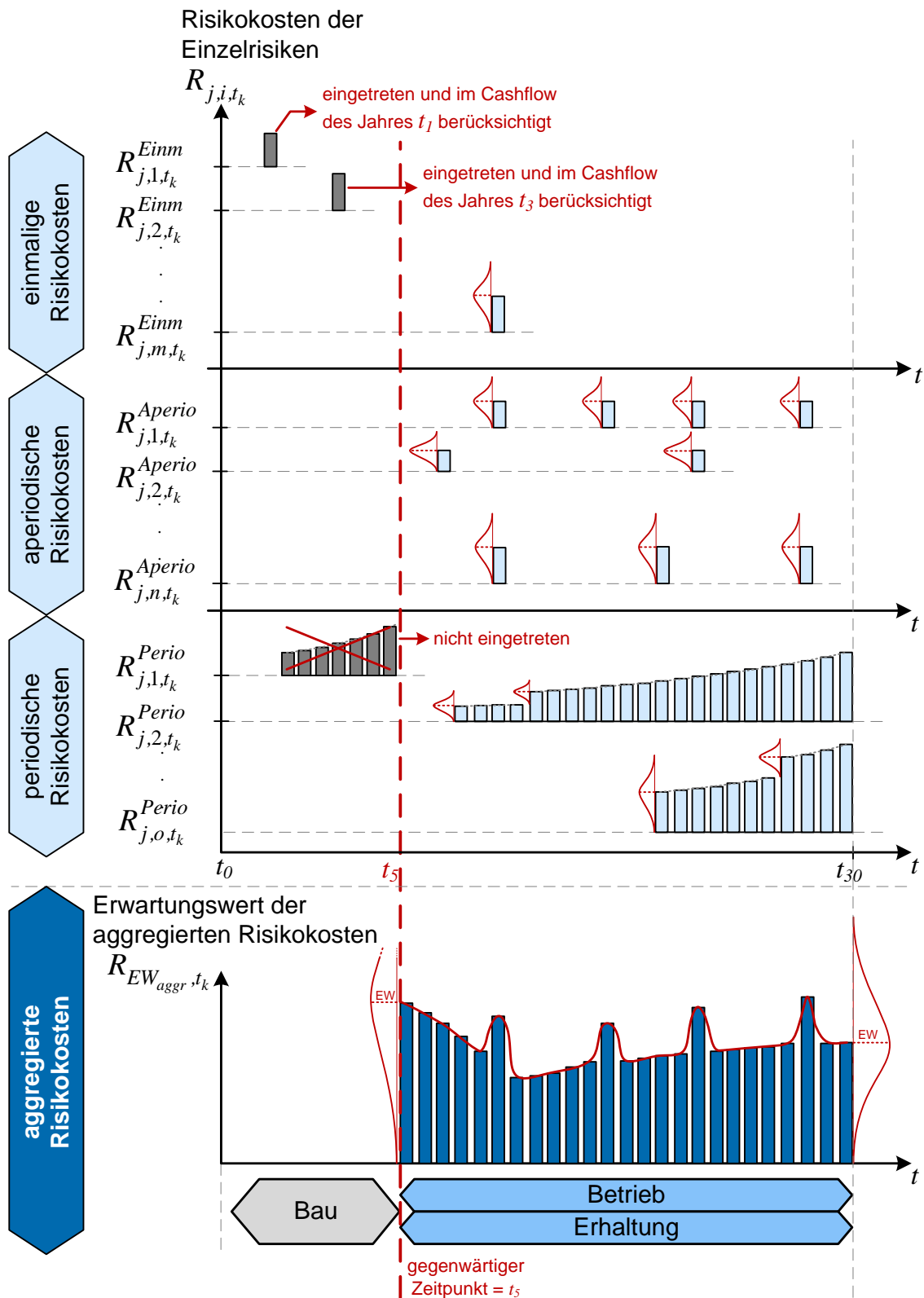
Bei der Berechnung der aggregierten Risikokosten von PPP-Bestandsprojekten mittels MCS ist zu beachten, dass nur das laufende Geschäftsjahr und die zukünftigen Geschäftsjahre mit Risiken behaftet sein können. Für Risiken in den zurückliegenden Geschäftsjahren bestehen zwei Möglichkeiten:

- 1) Das jeweilige Einzelrisiko ist nicht eingetreten und somit sind auch keine cash-flowrelevanten Risikokosten entstanden.
- 2) Das jeweilige Einzelrisiko ist eingetreten. Der in Folge der eingetretenen Tragweite des Risikos entstandene Schaden hat sich auf den Cashflow im Geschäftsjahr des Risikoeintritts ausgewirkt und sich folglich auch in der Rendite des PPP-Bestandsprojektes niedergeschlagen.

Allgemein lässt sich festhalten, dass die Berücksichtigung der Risiken ausschliesslich vorausschauend erfolgt, wohingegen in der Berechnung der Gesamtrendite eines PPP-Projektes sowohl die erwirtschaftete Rendite aus der Vergangenheit, in welche die tatsächlich entstandenen Risikokosten eingeflossen sind, als auch die prognostizierten, zukünftigen Renditen berücksichtigt werden.

Um den Simulationsaufwand so gering wie möglich zu halten, wurden in der Simulation der Risikokosten im PPP-PSM die zurückliegenden Geschäftsjahre automatisch ausgeschlossen, da diese Risikokosten ohnehin null werden.

Die beschriebenen und mathematisch formulierten Zusammenhänge sind nachfolgend in **Bild 55** veranschaulicht. Wie sich aus dieser Abbildung ebenso erkennen lässt, ergibt sich für die verbleibenden Geschäftsjahre bis zum Ende des PPP-Projektes ein Risikoverlauf aus der zeitlichen Abfolge der Erwartungswerte der aggregierten Risikokosten.



**Bild 55:** Risikoaggregation im Rahmen des PPP-PSM – Zeitpunkt  $t_5$ <sup>565</sup>

<sup>565</sup> Eigene Darstellung unter Berücksichtigung von GIRMSCHIED, G. (RA-Modell: Zeitliche Risikobelastung 2011), GIRMSCHIED, G. (RA Model 2013) S. 249ff sowie FIRMENICH, J. (Risikoallokation und Risikotragfähigkeit PPP 2014) S. 174ff

### 6.1.7.3 Berücksichtigung des pauschalen Risikozuschlages

Im letzten Schritt der Risikoallokation werden die ermittelten Erwartungswerte der aggregierten Risikokosten mit einem pauschalen Risikozuschlag addiert.<sup>566</sup> Durch diesen Risikozuschlag werden folgende Risikogrößen berücksichtigt:

- Einzelrisiken, die in der Risikoidentifikation übersehen wurden (Kapitel 6.1.1),
- nicht kalkulierbare Einzelrisiken („Ungewissheiten“) (Kapitel 6.1.3.3) und
- in der probabilistischen Berechnung des Erwartungswertes der Risikokosten aus Effizienzgründen vernachlässigte Einzelrisiken mit geringem Risikopotential (1. Quadrant) (Kapitel 6.1.5).

Für die Berechnung des Risikozuschlages  $R_{Zuschl,t_k}$  und des Erwartungswertes der Gesamtrisikokosten  $R_{EW,t_k}$  gelten folgende Zusammenhänge:<sup>567</sup>

$$R_{Zuschl,t_k} = R_{EW_{aggr},t_k} \cdot \gamma \quad (6.10)$$

$$R_{EW,t_k} = R_{EW_{aggr},t_k} + R_{Zuschl,t_k} = R_{EW_{aggr},t_k} \cdot (1 + \gamma) \quad (6.11)$$

mit: $R_{Zuschl,t_k}$	pauschaler Risikozuschlag im Geschäftsjahr $t_k$ [CHF]
$R_{EW_{aggr},t_k}$	Erwartungswert der aggregierten Risikokosten aus allen Simulationsläufen der MCS im Geschäftsjahr $t_k$ [CHF]
$\gamma$	prozentualer Zuschlagsfaktor [%]
$R_{EW,t_k}$	Erwartungswert der Gesamtrisikokosten im Geschäftsjahr $t_k$ [CHF]

Der prozentuale Zuschlagsfaktor  $\gamma$  wird qualitativ festgelegt. Dabei sind folgende Faktoren einzubeziehen:

- bzgl. Einzelrisiken, die in der Risikoidentifikation eventuell übersehen wurden:
  - der Qualitätsstandard des Risikomanagements im Bauunternehmen,
  - die Erfahrung mit PPP-Projekten des spezifischen PPP-Projekttyps sowie
  - die Erfahrung mit PPP-Projekten im jeweiligen Markt/Land;
- bzgl. nicht kalkulierbarer Einzelrisiken („Ungewissheiten“):
  - die Anzahl und die vorstellbare Tragweite der ausgeschlossenen, nicht kalkulierbaren Risiken;

<sup>566</sup> Vgl. BOUSSABAIN, A. UND KIRKHAM, R. J. (Whole Life-Cycle Costing 2004) S. 189

<sup>567</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Projektrisikomanagement 2014) S. 181ff

- bzgl. vernachlässigter Einzelrisiken mit geringem Risikopotential (1.Quadrant):
  - die Risikokosten, die deterministisch für die vernachlässigten Einzelrisiken abgeschätzt wurden.

Die unter Anwendung von Formel ( 6.11 ) berechneten Erwartungswerte der Gesamtrisikokosten im entsprechenden Geschäftsjahr  $t_k$  repräsentieren die zu erwartende Veränderung der prognostizierten Einnahmen bzw. prognostizierten Kosten des PPP-Bestandsprojektes in den jeweiligen Geschäftsjahren. Der Erwartungswert der Gesamtrisikokosten kann somit als probabilistische Cashflow-Position betrachtet und im Cashflow-Profil des PPP-Projektes berücksichtigt werden (**Bild 56**). Da die Cashflows des PPP-Projektes später zur Berechnung der Renditen herangezogen werden, bildet dieser Schritt auch das Bindeglied zur Berechnung der Renditen auf probabilistischer Basis.

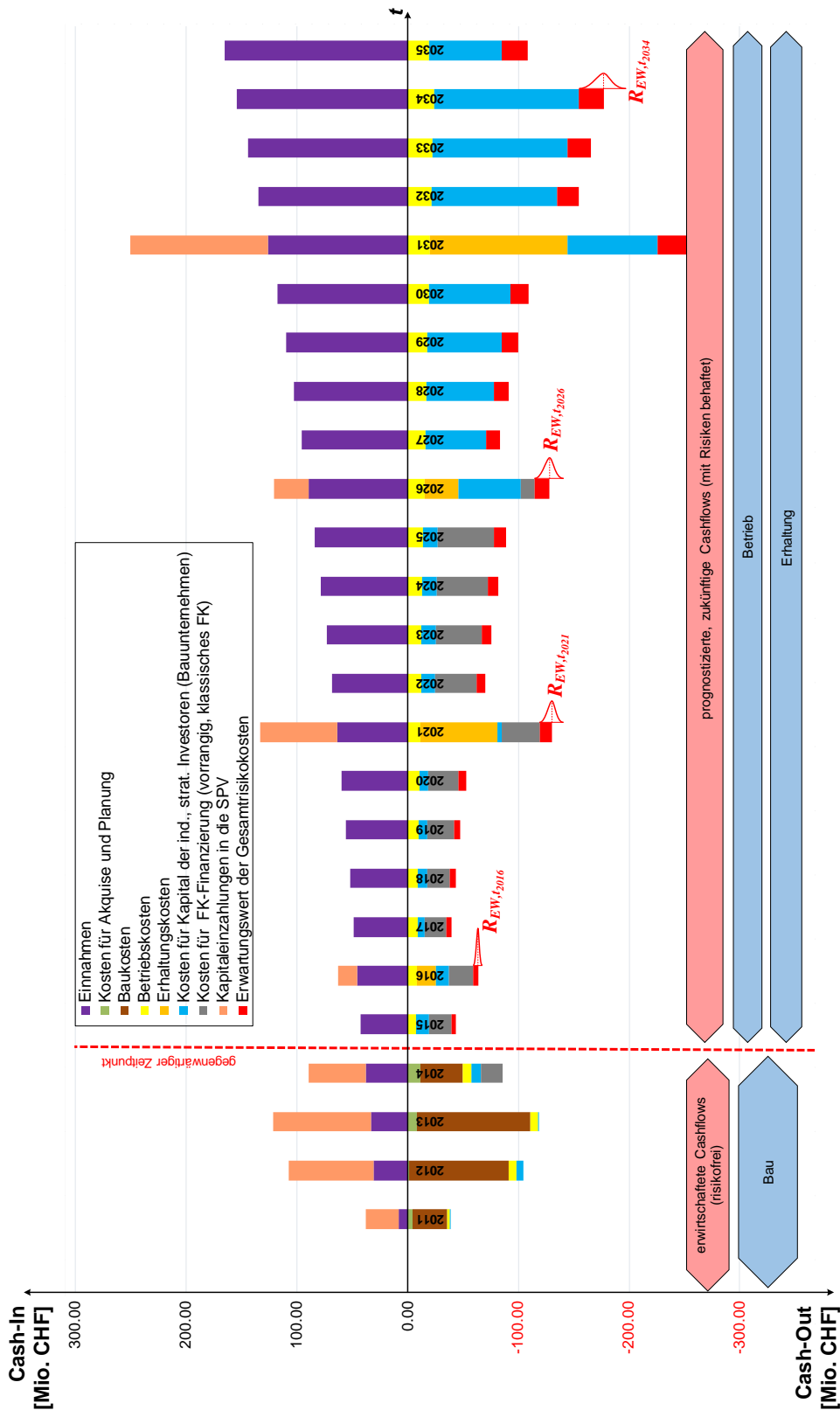


Bild 56: Cashflow-Profil eines PPP-Projektes mit Berücksichtigung der Gesamtrisikokosten<sup>568</sup>

<sup>568</sup> Eigene Darstellung unter Berücksichtigung von GIRMSCHIED, G. (Kostensteuerungsprozessmodell - Teil 2 2007) S. 500ff sowie in Anlehnung an FIRMENICH, J. (Risikoallokation und Risikotragfähigkeit PPP 2014) S. 239

### 6.1.8 Risikocontrolling

Im für das PPP-PSM angepassten Risikomanagementprozess soll das Risikocontrolling im jeweiligen Unternehmen weitgehend in derselben Weise umgesetzt werden, wie dies auch im allgemeinen Risikomanagementprozess (Kapitel 5.3.2.5) vorgeschlagen wurde. Dadurch wird gewährleistet, dass gewonnene Erkenntnisse im Verlauf des PPP-Projektes entsprechend einbezogen werden und es zu einer kontinuierlichen Verbesserung des Prozesses kommt. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass sich gewonnene Rückschlüsse bei Bestandsprojekten nur beschränkt umsetzen lassen. So sind folgende Prozessphasen bei PPP-Bestandsprojekten im weiteren Projektverlauf nicht mehr oder nur bedingt beeinflussbar und die gewonnenen Erkenntnisse für diese Phasen in erster Linie für potentiell neue PPP-Projekten von Interesse:

- die Risikoidentifikation,
- die Risikokategorisierung und
- die Risikoallokation in der ersten Risikotransferebene (**Bild 46**).

Bei den weiteren Prozessschritten:

- der Risikoallokation in der zweiten Risikotransferebene (**Bild 46**),
- der Risikobewertung,
- der Risikoklassifizierung,
- der zeitabhängigen Risikoentwicklung sowie
- der Risikoaggregation

sind die im Risikocontrollingprozess identifizierten Verbesserungsmöglichkeiten auch bei PPP-Bestandsprojekten noch umsetzbar und sollten daher auch zu entsprechenden Anpassungen im PPP-PSM führen.

Mit dem vorgestellten, für das PPP-PSM angepassten Risikomanagementprozess wurde die Grundlage für die quantitative, probabilistische Risikobetrachtung bei PPP-Bestandsprojekten gelegt. Der vorgestellte Prozess wird in Kapitel 9.1 in Form eines praxisnahen Beispiels veranschaulicht. In „Anhang B – Glossar zu Begriffen des Risikomanagements“, „Anhang C – Risikosammelliste (bereinigt/kategorisiert)“ sowie „Anhang D – Gängige Risikoallokation bei PPP-Projekten“ sind ergänzend zu den hier gemachten Anmerkungen nützliche Hilfsmittel für den PPP-Risikomanagementprozess dargelegt.

## 6.2 Renditeermittlung unter Berücksichtigung der Risikokosten bei PPP-Bestandsprojekten

**Bild 56** zeigt, dass auf Grund der Berücksichtigung der probabilistischen Gesamtrisikokosten im Cashflow des PPP-Bestandsprojektes zwischen zwei Phasen zu unterscheiden ist:

- 1) der „Vergangenheitsphase“, die bereits erwirtschaftete Cashflows, die keinen Risiken mehr unterliegen, ausweist, sowie
- 2) der „Zukunftsphase“, die prognostizierte, zukünftige Cashflows ausweist, die wegen der Prognoseunsicherheit noch entsprechend mit Risikokosten behaftet sind.

Da die für das PPP-PSM ausgewählte Renditekennzahl  $ROI$  (Kapitel 5.3.3.3.2) auf die Cashflows zurückgreift (Anwendung der Geldflussrechnung), muss auch in der Renditeberechnung nach zwei Phasen unterschieden werden:

- 1) die Phase der erwirtschafteten Renditen (PPP-Projektbeginn bis Gegenwart) und
- 2) die Phase der prognostizierten, zukünftigen Renditen (Gegenwart bis PPP-Projektende).

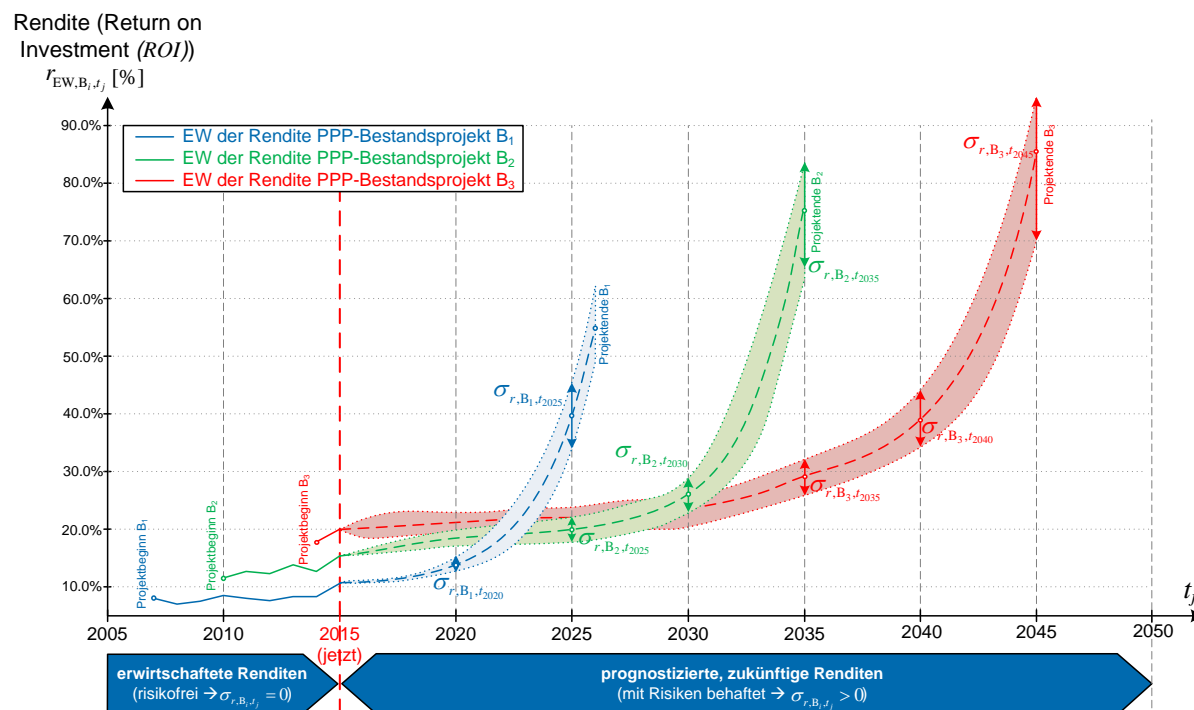
Ziel dieses Kapitels ist es, den zeitlichen Verlauf der bereits erwirtschafteten Renditen, die nicht mehr mit probabilistischen Gesamtrisikokosten behaftet sind, sowie der prognostizierten, zukünftigen Renditen, in die jährliche, probabilistische Gesamtrisikokosten einfließen, für jedes einzelne PPP-Projekt zu ermitteln. Als Ergebnis soll am Ende des Kapitels für jedes Geschäftsjahr eines PPP-Bestandsprojektes dessen Rendite  $r \equiv ROI$ <sup>569</sup> sowie dessen Risiko, ausgedrückt als Standardabweichung der Rendite  $\sigma_r$ , vorliegen. Durch die Ermittlung der Renditen und die zugehörigen Standardabweichungen als Risikomass liegen die beiden Eingangsgrößen  $r$  und  $\sigma_r$  für die nachfolgende Anwendung der MPT vor.

Die Grundzusammenhänge sind für drei exemplarische PPP-Bestandsprojekte eines Bauunternehmens/einer SGE-PPP in **Bild 57** dargestellt. Dabei geben die farbig schattierten Bereiche die Streuungsbereiche der Rendite  $r$  wieder, die über die Standardabweichung  $\sigma_r$  als Mass für die Streuung<sup>570</sup> gekennzeichnet werden.

<sup>569</sup> Da der  $ROI$  zwar in vorliegender Arbeit als Renditekenngrösse vorgeschlagen wird, in der Praxis jedoch auch andere Renditekennzahlen verwendet werden können, wird hier eine allgemeine Notation eingeführt und die Rendite als  $r$  bezeichnet.

<sup>570</sup> Die Standardabweichung wird in der Literatur auch als „Streuung“ bezeichnet (vgl. etwa BOSCH, K. (Statistik 2012) S. 107





**Bild 57:** Erwartete und prognostizierte, zukünftige Renditen der PPP-Bestandsprojekte eines Bauunternehmens/einer SGE-PPP (exemplarisches Beispiel)<sup>571</sup>

Nachfolgend wird zuerst auf die mit vergleichsweise geringem Aufwand ermittelbaren, erwirtschafteten Renditen eingegangen (Kapitel 6.2.1). Anschliessend wird die Ermittlung der prognostizierten, zukünftigen Renditen betrachtet (Kapitel 6.2.2).

### 6.2.1 Ermittlung der erwirtschafteten Renditen

Die erwirtschafteten Renditen basieren auf bereits erbrachten Cashflows. Ihre Realisierung unterliegt keinem Risiko mehr. Die Standardabweichung der Rendite ist somit gleich null (**Bild 57**).

Die Berechnung der erwirtschafteten Renditen erfolgt durch Verwendung von Formel ( 5.6 ). Die in diese Formel eingehenden Dividenden werden unter Anwendung der „Cashflow Cascade“ berechnet (**Bild 38**).

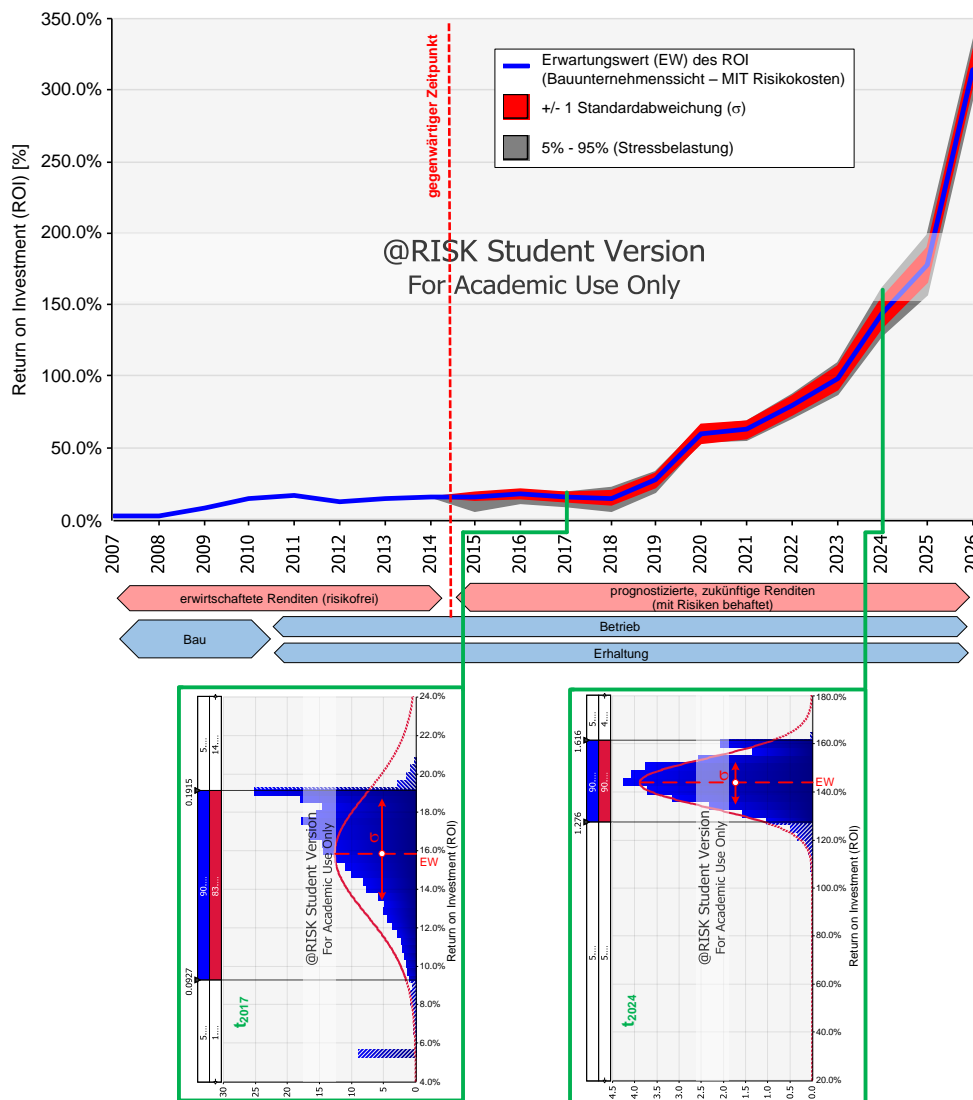
Die für die Berechnung erforderlichen, jährlichen Cashflows können bei ordnungsgemäss durchgeführten Projekt-Controlling-Prozessen dem unter Verwendung von IST-Werten angepassten Finanzmodell des jeweiligen PPP-Bestandsprojektes entnommen werden.

<sup>571</sup> Eigene Darstellung

## 6.2.2 Ermittlung der prognostizierten, zukünftigen Renditen

### 6.2.2.1 Berücksichtigung der Risiken

Um die in den Prämissen der MPT geforderte, probabilistische Abhängigkeit der Renditen von den Risiken zu erreichen (vgl. Kapitel 5.3.1.1), sind die probabilistisch ermittelten Gesamtrisikokosten (vgl. Kapitel 6.1.7.2) den zunächst deterministisch ermittelten, prognostizierten, zukünftigen Renditen zuzuordnen (vgl. **Bild 56**). Dadurch werden die Renditen von einer probabilistischen Grösse beeinflusst und unterliegen selbst einer probabilistischen Streuung (**Bild 58**).



**Bild 58:** Streuung der Rendite (ROI) in Folge der Risikokosten gem. Ergebnis der MCS<sup>572</sup>

<sup>572</sup> Eigene Darstellung. Die Renditen gegen Ende des PPP-Projektes steigen so stark, weil das Gesellschafterdarlehen nach und nach getilgt wird und sich somit die Dividenden auf einen geringeren, eingesetzten Kapitalbetrag bezogen werden (vgl. Formel ( 5.6 )).

**Bild 58** berücksichtigt die Ergebnisse der MCS. Die erwirtschafteten Renditen (Kapitel 6.2.1) unterliegen demnach keinen Schwankungen, da diese auf erwirtschafteten Cashflows basieren und in diesen bereits die aufgetretenen Risiken berücksichtigt sind. Für die prognostizierten, zukünftigen Renditen ergibt sich eine entsprechende Schwankung, die ausschliesslich auf probabilistische Gesamtrisikokosten zurückzuführen ist. Somit lässt sich für die prognostizierten, zukünftigen Renditen keine deterministisch feststehende Renditegrösse angeben und die Beschreibung der Rendite erfolgt durch deren Erwartungswert (EW) und die zugehörige Standardabweichung – wie durch die Prämissen der MPT gefordert. Die mathematischen Zusammenhänge zur Ermittlung des EW und der Standardabweichung werden in Kapitel 6.2.2.2 behandelt.

An dieser Stelle sei erwähnt, dass in den Beispielrechnungen des PPP-PSM (vgl. Kapitel 9) keine negativen, jährlichen *ROIs* aus Sicht des Bauunternehmens/der SGE-PPP zugelassen werden. Dies entspricht den bei einer Projektfinanzierung, die bei PPP-Projekten die häufigste Finanzierungsform darstellt<sup>573</sup>, üblichen Vertragsbedingungen. Die Gesellschafter sind zu keinem zusätzlichen Eigenkapitalnachschiuss verpflichtet (sog. „non-recourse Finanzierung“<sup>574</sup>), wenn es zu Verlusten der SPV kommt. Stattdessen werden die Zahlungsverpflichtungen in der umgekehrten Reihenfolge der „Cashflow Cascade“ nicht mehr wahrgenommen (vgl. **Bild 38**). Das bedeutet im konkreten Fall, dass bei einem Verlust der PPP-Projektgesellschaft zuerst keine Dividenden mehr ausgezahlt werden, da der freie Cashflow null wird. Im nächsten Schritt werden die Rücklagen dezimiert. Sollte dies immer noch nicht ausreichen, werden Zinsen und Tilgung des nachrangigen Fremdkapitals (Gesellschafterdarlehen und Bauzwischenfinanzierung) nicht mehr bedient, was gleichbedeutend mit einem  $ROI=0$  ist. Sollte auch das noch nicht ausreichen, um die Verluste auszugleichen, werden Zinsen und Tilgung des klassischen Fremdkapitals beschnitten. Für die nicht planmässig geleisteten Zahlungsströme wird ein Buchungskonto eröffnet und ein „Verlustvortrag“ ausgewiesen. Erst nachdem alle Zahlungsverpflichtungen in der Abfolge der „Cashflow Cascade“ wieder ausgeglichen werden können und der „Verlustvortrag“ gleich null ist, wird wieder eine Dividende ausgeschüttet.<sup>575</sup>

### 6.2.2.2 *Ermittlung des Erwartungswertes der Rendite und der Standardabweichung*

Die Berechnung der prognostizierten, zukünftigen Renditen erfolgt, wie auch schon bei den erwirtschafteten Renditen, durch Verwendung von Formel ( 5.6 ), wobei die in diese Formel eingehenden Dividenden unter Berücksichtigung der probabilisti-

<sup>573</sup> Vgl. YESCOMBE, E. R. (PPP - Principles of Policy and Finance 2007) S. 113f

<sup>574</sup> Vgl. YESCOMBE, E. R. (Project Finance 2002) S. 7

<sup>575</sup> Vgl. YESCOMBE, E. R. (PPP - Principles of Policy and Finance 2007) S. 204

schen Gesamtrisikokosten, die sich aus der MCS ergeben (vgl. Kapitel 6.1.7), zu berechnen sind. Die verwendeten Einnahmen und Kosten können den deterministischen Cashflow-Prognoseansätzen des Finanzmodells entnommen werden. Daraus ergibt sich folgender Zusammenhang, der sich mit **Bild 56** sowie **Bild 38** gut nachvollziehen lässt:

$$r_{j,t_k} \equiv ROI_{j,t_k} = \frac{Div_{j,t_k} + I_{GD,t_k} + I_{BZ,t_k}}{EK_{t_k} + GD_{t_k} + BZ_{t_k}} \quad (6.12)$$

wobei gem. der Modellannahmen des PPP-PSM (Kapitel 5.3.3.1) gilt:

$$\begin{aligned} Div_{j,t_k} = & E_{t_k} - C_{t_k}^{Akq,Plan} - C_{t_k}^{Bau} - C_{t_k}^{Betr} - C_{t_k}^{Erh} \\ & - C_{t_k}^{EK-Fin} - C_{t_k}^{FK-Fin} + E_{t_k}^{EK-Fin} + E_{t_k}^{FK-Fin} - R_{j,t_k} \end{aligned} \quad (6.13)$$

mit:  $r_{j,t_k} \equiv ROI_{j,t_k}$  Rendite des PPP-Bestandsprojektes aus Sicht des Bauunternehmens/der SGE-PPP im Simulationslauf  $j$  der MCS sowie im Geschäftsjahr  $t_k$  [%] (als Renditekennzahl wird im PPP-PSM der  $ROI_{j,t_k}$  verwendet)<sup>576</sup>

$Div_{j,t_k}$  Dividende aus dem PPP-Bestandsprojekt im Simulationslauf  $j$  der MCS sowie im Geschäftsjahr  $t_k$  [CHF]

$I_{GD,t_k}$  Zinsen aus dem Gesellschafterdarlehen im Geschäftsjahr  $t_k$  [CHF]

$I_{BZ,t_k}$  Zinsen aus der Bauzwischenfinanzierung im Geschäftsjahr  $t_k$  [CHF]

$EK_{t_k}$  in das PPP-Bestandsprojekt investiertes Eigenkapital im Geschäftsjahr  $t_k$  [CHF]

$GD_{t_k}$  in das PPP-Bestandsprojekt investiertes Gesellschafterdarlehen im Geschäftsjahr  $t_k$  [CHF]

$BZ_{t_k}$  in das PPP-Bestandsprojekt investierte Bauzwischenfinanzierung im Geschäftsjahr  $t_k$  [CHF]

$E_{t_k}$  prognostizierte Einnahmen des PPP-Bestandsprojektes im Geschäftsjahr  $t_k$  [CHF]

$C_{t_k}^{Akq,Plan}$  prognostizierte Kosten für Akquise und Planung im Geschäftsjahr  $t_k$  [CHF]

$C_{t_k}^{Bau}$  prognostizierte Baukosten im Geschäftsjahr  $t_k$  [CHF]

$C_{t_k}^{Betr}$  prognostizierte Betriebskosten im Geschäftsjahr  $t_k$  [CHF]

$C_{t_k}^{Erh}$  prognostizierte Erhaltungskosten im Geschäftsjahr  $t_k$  [CHF]

<sup>576</sup> Vgl. Fussnote 569

$C_{t_k}^{EK-Fin}$	prognostizierte Kosten für Eigenkapitalfinanzierung im Geschäftsjahr $t_k$ [CHF]
$C_{t_k}^{FK-Fin}$	prognostizierte Kosten für Fremdkapitalfinanzierung im Geschäftsjahr $t_k$ [CHF]
$E_{t_k}^{EK-Fin}$	geplante Eigenkapitaleinzahlungen im Geschäftsjahr $t_k$ [CHF]
$E_{t_k}^{FK-Fin}$	geplante Fremdkapitaleinzahlungen im Geschäftsjahr $t_k$ [CHF]
$R_{j,t_k}$	Gesamtrisikokosten im Simulationslauf $j$ der MCS sowie im Geschäftsjahr $t_k$ [CHF]

Aus dem Ergebnis der MCS ergibt sich auf Grund der probabilistischen Abhängigkeit der Gesamtrisikokosten für jeden Simulationslauf  $j$  eine Renditegrösse  $r_{j,t_k}$ . Aus der daraus folgenden, diskreten Verteilung an Renditegrössen (**Bild 59**) lässt sich der Erwartungswert der Rendite  $r_{EW,t_k}$  gem. der Standardformel der Statistik zur Ermittlung des Erwartungswertes einer ausreichend grossen Stichprobe (Stichprobenmittelwert) berechnen:<sup>577</sup>

$$r_{EW,t_k} = \frac{1}{h} \sum_{j=1}^h r_{j,t_k} \quad (6.14)$$

mit: $r_{EW,t_k}$	Erwartungswert der Rendite aus allen Simulationsläufen der MCS im Geschäftsjahr $t_k$ [%]
$h$	Anzahl an Simulationsläufen <sup>578</sup> der MCS [-]
$r_{j,t_k}$	Rendite des PPP-Bestandsprojektes aus Sicht des Bauunternehmens/der SGE-PPP im Simulationslauf $j$ der MCS sowie im Geschäftsjahr $t_k$ [%]

Die Standardabweichung der Rendite ergibt sich aus folgendem Zusammenhang:

$$\sigma_{r_{EW,t_k}} = \sqrt{\sigma_{r_{EW,t_k}}^2} \quad (6.15)$$

wobei

$$\sigma_{r_{EW,t_k}}^2 = \frac{1}{h} \sum_{j=1}^h (r_{j,t_k} - r_{EW,t_k})^2 \quad (6.16)$$

mit: $\sigma_{r_{EW,t_k}}$	Standardabweichung des Erwartungswertes der Rendite im Geschäftsjahr $t_k$ [-]
----------------------------	--

<sup>577</sup> Vgl. BOL, G. (Deskriptive Statistik 2001) S. 45, RUBINSTEIN, R. Y. UND KROESE, D. P. (Simulation and the MCS Method 2008) S. 104 bzw. 328, PALISADE CORPORATION (@RISK - Risk Analysis and Simulation 2013) S. 892

<sup>578</sup> Im Rahmen dieser Arbeit werden 10'000 Simulationsläufe mittels MCS ausgeführt.

$\sigma_{r_{EW,t_k}}^2$	Varianz des Erwartungswertes der Rendite im Geschäftsjahr $t_k$ [-]
$h$	Anzahl an Simulationsläufen <sup>579</sup> der MCS [-]
$r_{j,t_k}$	Rendite des PPP-Bestandsprojektes aus Sicht des Bauunternehmens/der SGE-PPP im Simulationslauf $j$ der MCS sowie im Geschäftsjahr $t_k$ [%]
$r_{EW,t_k}$	Erwartungswert der Rendite aus allen Simulationsläufen der MCS im Geschäftsjahr $t_k$ [%]

### 6.2.2.3 Approximation der Rendite durch eine Normalverteilung

Wie aus den Prämissen der MPT (Kapitel 5.3.1.1.3) hervorgeht, muss die Verteilung der Renditen zwingend einer Normalverteilung folgen. Die Ergebnisse der MCS für die Berechnung der Renditen folgen jedoch zunächst einer diskreten Wahrscheinlichkeitsfunktion. Sie sind daher mittels einer Approximation durch eine Normalverteilung anzunähern.

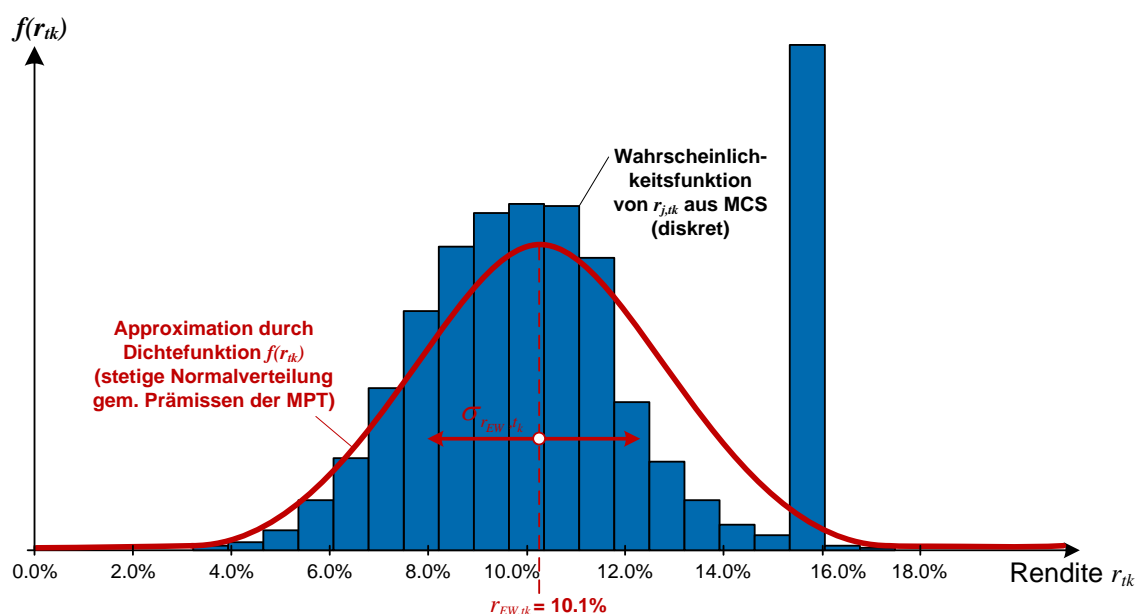
Die approximierende Dichtefunktion der Normalverteilung lässt sich auf einfache Weise berechnen, da diese nur vom Erwartungswert der Rendite  $r_{EW,t_k}$  (Formel ( 6.21 )) und der Standardabweichung  $\sigma_{r_{EW,t_k}}$  (Formel ( 6.22 )) abhängt. Diese beiden Größen können in die Standardformel der Dichtefunktion der Normalverteilung eingesetzt werden, womit sich folgende Funktion für die approximierende Normalverteilung ergibt:

$$f(r_{t_k}) = \frac{1}{\sigma_{r_{EW,t_k}} * \sqrt{2\pi}} * e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{r_{t_k} - r_{EW,t_k}}{\sigma_{r_{EW,t_k}}} \right)^2} \quad (6.17)$$

mit: $f(r_{t_k})$	Dichtefunktion der Rendite für das Geschäftsjahr $t_k$
$\sigma_{r_{EW,t_k}}$	Standardabweichung des Erwartungswertes der Rendite im Geschäftsjahr $t_k$ [-]
$r_{t_k}$	Variable der Rendite im Geschäftsjahr $t_k$ [%]
$r_{EW,t_k}$	Erwartungswert der Rendite aus allen Simulationsläufen der MCS im Geschäftsjahr $t_k$ [%]

Die mathematisch beschriebenen Zusammenhänge lassen sich auch graphisch darstellen (**Bild 59**).

<sup>579</sup> Vgl. Fussnote 578



**Bild 59:** Vergleich des diskreten Ergebnisses der MCS mit der approximierenden Normalverteilung<sup>580</sup>

Aus **Bild 59** wird ersichtlich, dass die Normalverteilung die diskrete Wahrscheinlichkeitsfunktion der MCS nur bedingt beschreibt. So wird im dargestellten Beispiel laut Ergebnis der MCS in vielen Fällen eine Rendite von 16.0 Prozent erreicht. Hingegen ist der Eintritt einer Rendite mit 16.0 Prozent laut der approximierten Normalverteilung nur mit einer geringen Häufigkeit zu erwarten. Diese Abweichung darf bei der Interpretation der Ergebnisse der MPT nicht unberücksichtigt bleiben.

Um die Grösse des Fehlers einer Approximation bestimmen zu können, existieren verschiedene, mathematische Verfahren, von denen die beiden nachfolgend genannten Anpassungstests weite Verbreitung gefunden haben:<sup>581</sup>

- KOLMOGOROV-SMIRNOV-Anpassungstest,
- ANDERSON-DARLING-Anpassungstest.

Beide Anpassungstests führen nicht zwangsläufig zum selben Ergebnis, weshalb optimalerweise beide betrachtet werden. Der KOLMOGOROV-SMIRNOV-Anpassungstest neigt auf Grund seiner mathematischen Formulierung des Fehlerterms dazu, vor allem Abweichungen rund um den Erwartungswert stärker zu gewichten. Hingegen berücksichtigt der ANDERSON-DARLING-Anpassungstest stärker die Abweichungen an den Funktionsrändern.<sup>582</sup>

<sup>580</sup> Eigene Darstellung

<sup>581</sup> Vgl. STEPHENS, M. A. (EDF Statistics 1974) S. 731

<sup>582</sup> Vgl. PALISADE CORPORATION (@RISK - Risk Analysis and Simulation 2013) S. 152

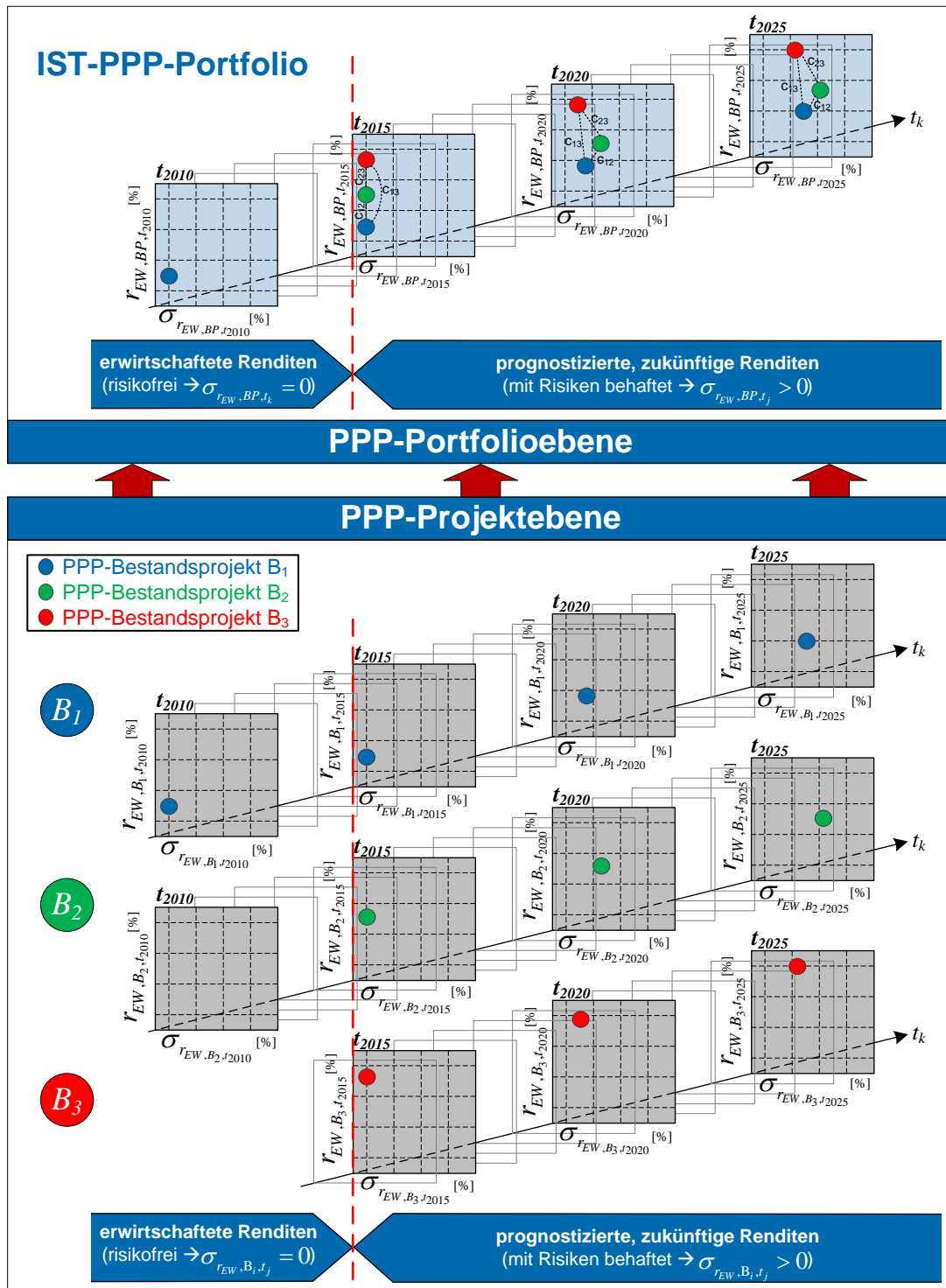
In der beispielhaften Umsetzung (Kapitel 9) des PPP-PSM werden beide Anpassungstests betrachtet. Eine allgemeine Aussage darüber, wie gut die Normalverteilung das Ergebnis der MCS beschreibt, lässt sich jedoch nicht angeben. In manchen Geschäftsjahren wird das Ergebnis der MCS ausgesprochen gut durch die Normalverteilung approximiert. In anderen Geschäftsjahren ist die Approximation hingegen deutlich schlechter. Eine mangelhafte Approximation ist insb. gegen Ende des PPP-Projektes anzutreffen, wo nur noch wenige Einzelrisiken eintreten können. Hier ergibt sich keine glockenförmige Verteilung der Risiken und es kommt gem. MCS zu starken Häufigkeiten an den Rändern der Verteilung, die sich nicht durch eine Normalverteilung approximieren lassen (vgl. **Bild 59**, grosse Häufigkeit bei 16.0 Prozent). Da zur mathematischen Definition der Dichtefunktion der Normalverteilung sowohl der Erwartungswert als auch die Standardabweichung aus den Stichprobenergebnissen der MCS übernommen werden (Formel ( 6.17 )), sind zumindest diese statistisch relevanten Grössen „belastbar“. Da diese beiden Werte die wesentlichen Grössen der MPT bilden, fällt der Fehler durch die Annäherung nur bedingt ins Gewicht. Allerdings darf – wie **Bild 59** sehr gut zeigt – die Normalverteilung nicht genutzt werden, um Aussagen darüber zu treffen, mit welcher Wahrscheinlichkeit eine bestimmte Rendite eintreten wird. Optimalerweise werden die diskreten Ergebnisse der MCS und die approximierten Normalverteilung immer gemeinsam ausgegeben, um Fehlinterpretationen des Ergebnisses zu vermeiden.

In den vorangehenden Kapiteln wurde die Berechnung der erwirtschafteten Renditen (risikofrei,  $\sigma_{r_{EW,t_k}} = 0$ ) sowie die Berechnung der prognostizierten, zukünftigen Renditen (mit Risiken behaftet,  $\sigma_{r_{EW,t_k}} > 0$ ) erläutert. Damit ist die Analyse der einzelnen PPP-Bestandsprojekte abgeschlossen. Im folgenden Schritt wird die Interaktion der einzelnen PPP-Bestandsprojekte betrachtet. Damit wird der Übergang von der PPP-Projektebene auf die PPP-Portfolioebene hergestellt (vgl. **Bild 43**).

### 6.3 Zusammenführung der einzelnen PPP-Bestandsprojekte zu einem IST-PPP-Portfolio

Auf Basis der periodischen Erwartungswerte der Renditen  $r_{EW,t_k}$  pro Geschäftsjahr sowie der zugehörigen Standardabweichungen  $\sigma_{r_{EW,t_k}}$ , die für jedes einzelne PPP-Bestandsprojekt in der beschriebenen Weise ermittelt werden können, lassen sich periodische Renditen des Portfolios sowie die zugehörigen Standardabweichungen als Risikomass des Portfolios berechnen (**Bild 60**). Wie sich die Rendite des IST-PPP-Portfolios sowie die Standardabweichung der Rendite ermitteln lassen, wird in den nachfolgenden Unterkapiteln beschrieben.





**Bild 60:** Zusammenführen der einzelnen PPP-Bestandsprojekte zu einem IST-PPP-Portfolio<sup>583</sup>

**Bild 60** zeigt ein IST-PPP-Portfolio, das sich aus drei PPP-Bestandsprojekten ( $B_1$ ,  $B_2$  und  $B_3$ ) zusammensetzt. Für jedes PPP-Bestandsprojekt lassen sich nach den in Ka-

<sup>583</sup> Eigene Darstellung

pitel 6.2 gezeigten Zusammenhängen in jedem einzelnen Geschäftsjahr des Projektes die periodenbezogene Rendite  $r_{EW,B_i,t_k}$  sowie die zugehörige Standardabweichung  $\sigma_{r_{EW,B_i,t_k}}$  berechnen. Trägt man die berechneten Renditen im jeweiligen Geschäftsjahr auf der Ordinate und die zugehörigen Standardabweichungen auf der Abszisse auf, so ergibt sich die gezeigte Darstellung für jedes einzelne PPP-Projekt. Führt man die Renditen und Standardabweichungen aller einzelnen PPP-Bestandsprojekte periodengerecht zusammen und berücksichtigt dabei die Interdependenzen zwischen den einzelnen Projekten, so erhält man das IST-PPP-Portfolio, das sich durch eine zeitbezogene Portfoliorendite  $r_{EW,BP,t_k}$  und eine zugehörige Standardabweichung  $\sigma_{r_{EW,BP,t_k}}$  charakterisieren lässt.

Nach welchen mathematischen Zusammenhängen die Berechnung der Portfoliorendite und der Standardabweichung des Portfolios im Rahmen des PPP-PSM erfolgt, wird in den nachfolgenden Kapiteln 6.3.1 und 6.3.2 gezeigt. Im Anschluss daran wird dargelegt, wie die Interdependenzen (Korrelationen) zwischen den einzelnen PPP-Projekten berechnet werden (Kapitel 6.3.3).

### 6.3.1 Rendite des IST-PPP-Portfolios

Die Rendite des IST-PPP-Portfolios lässt sich durch Bildung des gewichteten Mittels der Renditen der einzelnen PPP-Bestandsprojekte berechnen. Unter Berücksichtigung der zeitlichen Dimension ergeben sich die jährlichen Renditen des IST-PPP-Portfolios aus der Summe der jährlichen Renditen der einzelnen PPP-Bestandsprojekte, gewichtet mit dem Anteil, den das entsprechende Projekt im jeweiligen Geschäftsjahr am IST-PPP-Portfolio hat.<sup>584</sup>

$$r_{EW,BP,t_k} = \sum_{i=1}^l x_{i,t_k} * r_{EW,B_i,t_k} \quad (6.18)$$

mit:	$r_{EW,BP,t_k}$	Erwartungswert der Rendite des IST-PPP-Portfolios im Geschäftsjahr $t_k$ [%]
	$r_{EW,B_i,t_k}$	Erwartungswert der Rendite des PPP-Bestandsprojektes $B_i$ im Geschäftsjahr $t_k$ [%]
	$x_{i,t_k}$	Anteil des PPP-Bestandsprojektes $B_i$ am IST-PPP-Portfolio im Geschäftsjahr $t_k$
	$l$	Anzahl an PPP-Bestandsprojekten im IST-PPP-Portfolio

<sup>584</sup> Vgl. AUCKENTHALER, C. (Grundlagen Portfoliomanagement 2001) S. 80, GARZ, H., et al. (Portfolio-Management 2000) S. 37, WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 98

Auf Grund der Gewichtung mit den Anteilen der einzelnen PPP-Bestandsprojekte am IST-PPP-Portfolio müssen folgende Randbedingungen gelten:<sup>585</sup>

$$\sum_{i=1}^l x_{i,t_k} = 1 \text{ und } x_{i,t_k} \geq 0 \quad \forall i \quad (6.19)$$

wobei sich der Anteil eines PPP-Bestandsprojektes  $B_i$  am IST-PPP-Portfolio im Geschäftsjahr  $t_k$  wie folgt berechnet:

$$x_{i,t_k} = \frac{EK_{B_i,t_k} + GD_{B_i,t_k} + BZ_{B_i,t_k}}{\sum_{j=1}^l EK_{B_j,t_k} + \sum_{j=1}^l GD_{B_j,t_k} + \sum_{j=1}^l BZ_{B_j,t_k}} \quad (6.20)$$

mit:	$x_{i,t_k}$	Anteil des PPP-Bestandsprojektes $B_i$ am IST-PPP-Portfolio im Geschäftsjahr $t_k$ [-]
	$EK_{B_i,t_k}$	in das PPP-Bestandsprojekt $B_i$ investiertes Eigenkapital im Geschäftsjahr $t_k$ [CHF]
	$GD_{B_i,t_k}$	in das PPP-Bestandsprojekt $B_i$ investiertes Gesellschafterdarlehen im Geschäftsjahr $t_k$ [CHF]
	$BZ_{B_i,t_k}$	in das PPP-Bestandsprojekt $B_i$ investierte Bauzwischenfinanzierung im Geschäftsjahr $t_k$ [CHF]
	$\sum_{j=1}^l EK_{B_j,t_k}$	Summe des in alle PPP-Bestandsprojekte investierten Eigenkapitals im Geschäftsjahr $t_k$ [CHF]
	$\sum_{j=1}^l GD_{B_j,t_k}$	Summe des in alle PPP-Bestandsprojekte investierten Gesellschafterdarlehens im Geschäftsjahr $t_k$ [CHF]
	$\sum_{j=1}^l BZ_{B_j,t_k}$	Summe der in alle PPP-Bestandsprojekte investierten Bauzwischenfinanzierungen im Geschäftsjahr $t_k$ [CHF]

Aus den gezeigten Zusammenhängen ist ersichtlich, dass höhere Renditen bei einem PPP-Projekt die möglicherweise niedrigeren Renditen bei einem anderen PPP-Projekt ausgleichen. Grössere PPP-Projekte beeinflussen die Rendite des IST-PPP-Portfolios  $r_{EW, BP, t_k}$  zudem stärker als kleinere PPP-Projekte.<sup>586</sup>

Für die Berechnung der Portfoliorenditen aus den Einzelprojekten ergibt sich daher ein rein additiver Zusammenhang. Wie sich die Standardabweichung des IST-PPP-Portfolios auf Grundlage der Standardabweichungen der einzelnen PPP-Projekte berechnen lässt, wird im nachfolgenden Schritt gezeigt.

<sup>585</sup> Vgl. AUCKENTHALER, C. (Grundlagen Portfoliomanagement 2001) S. 80

<sup>586</sup> Vgl. WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 98,

### 6.3.2 Standardabweichung des IST-PPP-Portfolios

Da bei der Berechnung der Rendite auf Portfolioebene ein rein additiver Zusammenhang gilt und sich die Portfoliorendite aus dem gewichteten Mittelwert der Renditen der einzelnen Projekte berechnet, wäre es zur Maximierung der Rendite auf Portfolioebene auf den ersten Blick naheliegend, ausschliesslich in diejenigen PPP-Projekte zu investieren, von denen sich ein Bauunternehmen/eine SGE-PPP die höchsten Renditen verspricht.<sup>587</sup> Allerdings sagt einem bereits die Intuition, dass diese Vorgehensweise grosse Risiken birgt. Unverkennbar gibt es einen risikomindernden Zusammenhang, der bei entsprechender Diversifikation des Projektportfolios zum Tragen kommt. Aus den genannten Gründen muss die Bewertung des Risikos und das Zusammenwirken der einzelnen Projekte untereinander bei der Analyse von Portfolios eine Rolle spielen.

Das Zusammenwirken der einzelnen PPP-Projekte lässt sich mathematisch in Form der Korrelation ausdrücken. Wie die Berechnung des Portfoliorisikos unter Berücksichtigung der Korrelation erfolgt, verdeutlicht der nachfolgende Zusammenhang.<sup>588</sup> Wie schon bei der Rendite ist auch bei der Berechnung des Portfoliorisikos – ausgedrückt über die Varianz oder Standardabweichung des Erwartungswertes der Rendite – und der Korrelation die zeitliche Komponente einzubeziehen, um die Langfristigkeit von PPP-Projekten sachgerecht abzubilden.

$$\sigma_{r_{EW, BP, t_k}}^2 = \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^l x_{i, t_k} x_{j, t_k} \sigma_{r_{EW, B_i, t_k}} \sigma_{r_{EW, B_j, t_k}} C_{ij, t_k} \quad (6.21)$$

mit: $\sigma_{r_{EW, BP, t_k}}^2$	Varianz des Erwartungswertes der Rendite des IST-PPP-Portfolios im Geschäftsjahr $t_k$ [-]
$x_{i, t_k}$	Anteil des PPP-Bestandsprojektes $B_i$ am IST-PPP-Portfolio im Geschäftsjahr $t_k$ [-]
$x_{j, t_k}$	Anteil des PPP-Bestandsprojektes $B_j$ am IST-PPP-Portfolio im Geschäftsjahr $t_k$ [-]
$\sigma_{r_{EW, B_i, t_k}}$	Standardabweichung des Erwartungswertes der Rendite des PPP-Bestandsprojektes $B_i$ im Geschäftsjahr $t_k$ [-]
$\sigma_{r_{EW, B_j, t_k}}$	Standardabweichung des Erwartungswertes der Rendite des PPP-Bestandsprojektes $B_j$ im Geschäftsjahr $t_k$ [-]
$C_{ij, t_k}$	Korrelationskoeffizient zwischen den PPP-Bestandsprojekten $B_i$ und $B_j$ im Geschäftsjahr $t_k$ [-]
$l$	Anzahl an PPP-Bestandsprojekten im IST-PPP-Portfolio

<sup>587</sup> Vgl. MARKOWITZ, H. M. (Foundations of Portfolio Theory 1991) S. 470

<sup>588</sup> Vgl. AUCKENTHALER, C. (Grundlagen Portfoliomanagement 2001) S. 79ff, SCHMIDT-VON RHEIN, A. (Moderne Portfoliotheorie 1996) S. 233f, WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 99

Die Standardabweichung folgt dann aus folgendem Zusammenhang:<sup>589</sup>

$$\sigma_{r_{EW, BP, t_k}} = \sqrt{\sigma_{r_{EW, BP, t_k}}^2} \quad (6.22)$$

mit:  $\sigma_{r_{EW, BP, t_k}}^2$  Varianz des Erwartungswertes der Rendite des IST-PPP-Portfolios im Geschäftsjahr  $t_k$  [-]  
 $\sigma_{r_{EW, BP, t_k}}$  Standardabweichung des Erwartungswertes der Rendite des IST-PPP-Portfolios im Geschäftsjahr  $t_k$  [-]

Wie die Formulierung in ( 6.21 ) zeigt, hängt das Risiko des IST-PPP-Portfolios von den Anteilen der einzelnen PPP-Projekte am Portfolio, vom Risiko der einzelnen PPP-Projekte – ausgedrückt als Standardabweichung – sowie von der Korrelation zwischen den einzelnen Projekten ab.

Die einzelnen Portfolioanteile (Formel ( 6.20 )) und die Standardabweichungen der Renditen bei den einzelnen PPP-Bestandsprojekten wurden bereits periodengerecht (je Geschäftsjahr) ermittelt (vgl. Kapitel 6.2.2). Somit stellen die Korrelationskoeffizienten  $c_{ij, t_k}$  zwischen den PPP-Bestandsprojekten die einzige verbliebene Unbekannte dar. Die Berechnung dieser Korrelationskoeffizienten  $c_{ij, t_k}$  wird nachfolgend beschrieben.

### 6.3.3 Berechnung der Korrelation

Zunächst wird auf den allgemeinen mathematischen Ansatz zur Berechnung der Korrelationskoeffizienten und auf dessen Umsetzung in der MPT eingegangen. Nachfolgend wird gezeigt, wie dieser Ansatz auf die Analyse eines IST-PPP-Portfolios im Rahmen des PPP-PSM übertragen werden kann.

#### 6.3.3.1 Allgemeiner Ansatz zur Berechnung der Korrelation

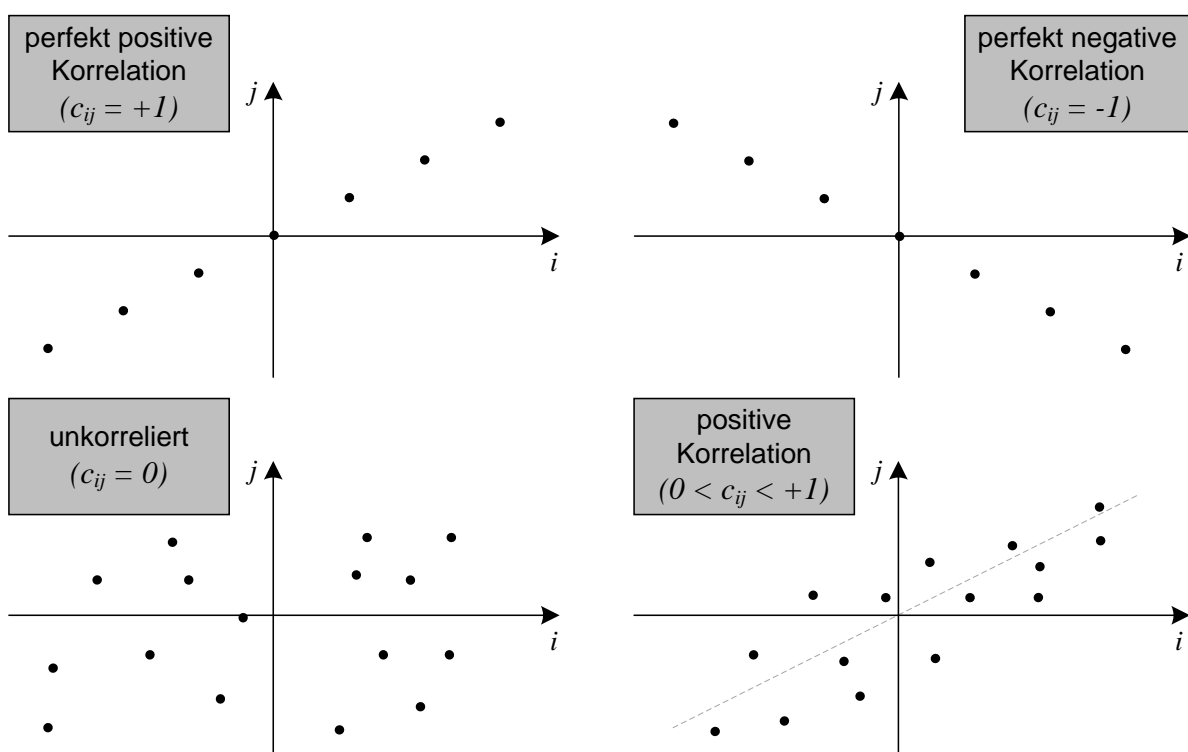
Die Korrelation ist ein Mass dafür, ob sich zwei Zahlenmengen gemeinsam auf- oder abwärts bewegen.<sup>590</sup> Man kann also sagen, dass sich zwei Projekte korreliert verhalten, wenn davon auszugehen ist, dass sie parallel zueinander an Wert verlieren oder an Wert gewinnen. Je weniger korreliert die Projekte untereinander sind, desto besser diversifiziert ist ein Projektportfolio und desto geringer fällt das Gesamtrisiko des Projektportfolios aus. MARKOWITZ (2008) hat in diesem Zusammenhang gezeigt, dass sich bei einer unendlich grossen Anzahl von vollkommen unkorrelierten Anlagegütern das Risiko innerhalb des Portfolios theoretisch sogar gänzlich ausschliessen lässt.<sup>591</sup>

<sup>589</sup> Vgl. AUCKENTHALER, C. (Grundlagen Portfoliomanagement 2001) S. 81

<sup>590</sup> Vgl. MARKOWITZ, H. M. (Portfolio Selection 2008) S. 99

<sup>591</sup> Vgl. MARKOWITZ, H. M. (Portfolio Selection 2008) S. 124ff

In der Mathematik wurden unterschiedliche Methoden zur Messung der Korrelation zwischen zwei Zahlenmengen entwickelt. Für komplexe Daten, die weder in Form einer nominalen noch einer ordinalen Skala sondern nur in deren absoluten Grössen vorliegen, empfiehlt sich die Verwendung des Korrelationskoeffizienten nach BRAVAIS-PEARSON, der in der Praxis auch das wichtigste Mass für die Korrelation darstellt.<sup>592</sup> Zweidimensional vorliegende Grössen, wie etwa die Renditen bzw. die Risiken von zwei unterschiedlichen Projekten  $B_i$  und  $B_j$ , lassen sich in Form eines Streudiagramms darstellen. Bereits dieses Diagramm erlaubt das Erkennen von Zusammenhängen zwischen den einzelnen Zahlenreihen, wie **Bild 61** veranschaulicht.<sup>593</sup>



**Bild 61:** Korrelation zweier Zahlenmengen<sup>594</sup>

Aus **Bild 61** wird ersichtlich, dass die Zahlenreihen im linken oberen Beispiel perfekt positiv korreliert sind. Nimmt  $i$  zu, so steigt  $j$  entsprechend. Der Korrelationskoeffizient  $c_{ij}$  erreicht im Fall einer solch perfekten Korrelation sein Maximum und ist gleich  $+1$ . Im rechten oberen Beispiel ist genau das Gegenteil der Fall: ein steigender Wert von  $i$  führt zu einem geringeren Wert von  $j$ . Die beiden Zahlreihen sind perfekt negativ

<sup>592</sup> Vgl. GRIMMER, A. (Statistik 2014) S. 236ff

<sup>593</sup> Vgl. GRIMMER, A. (Statistik 2014) S. 238ff

<sup>594</sup> In Anlehnung an GARZ, H., et al. (Portfolio-Management 2000) S. 38, GRIMMER, A. (Statistik 2014) S. 239 und AUCKENTHALER, C. (Grundlagen Portfoliomanagement 2001) S. 78

korreliert und  $c_{ij}$  erreicht sein Minimum von -1. Im linken unteren Beispiel ist kein Zusammenhang zwischen den Werten  $i$  und  $j$  erkennbar. Die beiden Werte sind unkorreliert und  $c_{ij}$  nimmt den Wert 0 an. Im rechten unteren Beispiel erkennt man zwar keinen strengen Zusammenhang zwischen den Werten  $i$  und  $j$ , es ist jedoch ersichtlich, dass  $i$  tendenziell zunimmt, sofern auch  $j$  einen höheren Wert annimmt. Folglich sind die beiden Werte positiv korreliert und der Korrelationskoeffizient  $c_{ij}$  liegt zwischen 0 und +1.<sup>595</sup>

Mathematisch errechnen sich die Korrelationskoeffizienten nach BRAVAIS-PEARSON (in der Folge kurz „Korrelationskoeffizienten“) wie folgt:<sup>596</sup>

$$c_{ij} = \frac{COV_{ij}}{\sigma_i \cdot \sigma_j} \quad (6.23)$$

mit: $c_{ij}$	Korrelationskoeffizient zwischen den Zahlenmengen $i$ und $j$
$COV_{ij}$	Kovarianz zwischen den Zahlenmengen $i$ und $j$
$\sigma_i$	Standardabweichung der Zahlenmenge $i$
$\sigma_j$	Standardabweichung der Zahlenmenge $j$

Die allgemeine Formulierung der Kovarianz  $COV_{ij}$  zwischen zwei Zahlenmengen lautet wie folgt:<sup>597</sup>

$$\begin{aligned} COV_{ij} &= \frac{1}{n} \sum_{a=1}^n ((i_a - \bar{i}) \cdot (j_a - \bar{j})) = \frac{1}{n} \sum_{a=1}^n (i_a \cdot j_a - \bar{i} \cdot j_a - i_a \cdot \bar{j} + \bar{i} \cdot \bar{j}) = \\ &= \frac{1}{n} \sum_{a=1}^n (i_a \cdot j_a) - \left( \frac{1}{n} \sum_{a=1}^n j_a \right) \bar{i} - \left( \frac{1}{n} \sum_{a=1}^n i_a \right) \bar{j} + \bar{i} \cdot \bar{j} = \\ &= \frac{1}{n} \sum_{a=1}^n (i_a \cdot j_a) - \bar{i} \cdot \bar{j} - \bar{i} \cdot \bar{j} + \bar{i} \cdot \bar{j} = \frac{1}{n} \sum_{a=1}^n (i_a \cdot j_a) - \bar{i} \cdot \bar{j} \end{aligned} \quad (6.24)$$

mit: $COV_{ij}$	Kovarianz zwischen den Zahlenmengen $i$ und $j$
$n$	Anzahl der Wertepaare $(i_1, j_1), (i_2, j_2), \dots, (i_n, j_n)$
$\bar{i}$	Mittelwert der Zahlenmenge $i$
$\bar{j}$	Mittelwert der Zahlenmenge $j$

<sup>595</sup> Vgl. GARZ, H., et al. (Portfolio-Management 2000) S. 37f. GRIMMER, A. (Statistik 2014) S. 238ff

<sup>596</sup> Vgl. GARZ, H., et al. (Portfolio-Management 2000) S. 42, GRIMMER, A. (Statistik 2014) S. 242, WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 99, IRWIN, T. C. (Allocating and Valuing Risk 2007) S. 134

<sup>597</sup> Vgl. GRIMMER, A. (Statistik 2014) S. 240 bzw. BOL, G. (Deskriptive Statistik 2001) S. 137

### 6.3.3.2 Ermittlung der Korrelation im Rahmen der klassischen MPT

Bei der Berechnung der Korrelation im Rahmen der MPT im klassischen Sinn werden die erwirtschafteten Renditen von zwei Wertpapieren miteinander verglichen und so die Korrelation zwischen diesen beiden Anlagemöglichkeiten ermittelt. Dabei gilt folgender Zusammenhang:

$$c_{ij} = \frac{COV_{ij}}{\sigma_{r_i} \cdot \sigma_{r_j}} \quad (6.25)$$

mit: $c_{ij}$	Korrelationskoeffizient zwischen den Renditen von Wertpapier $i$ und Wertpapier $j$
$COV_{ij}$	Kovarianz zwischen den Renditen der Wertpapiere $i$ und $j$
$\sigma_{r_i}$	Standardabweichung der Renditen von Wertpapier $i$
$\sigma_{r_j}$	Standardabweichung der Renditen von Wertpapier $j$

Die Standardabweichungen der Renditen liegen zu diesem Zeitpunkt bereits vor. Somit bildet die Kovarianz  $COV_{ij}$  die einzige Unbekannte, die sich dann am Beispiel von prognostizierten, zukünftigen Renditen wie folgt errechnen lässt:<sup>598</sup>

$$COV_{ij} = \sum_{a=1}^m (r_{i,a} - \bar{r}_i) \cdot (r_{j,a} - \bar{r}_j) \cdot P_a \quad (6.26)$$

mit: $COV_{ij}$	Kovarianz zwischen den Renditen der Wertpapiere $i$ und $j$
$r_{i,a}$	Rendite der Anlage $i$ bei Szenario $a$
$\bar{r}_i$	Mittelwert der Rendite der Anlage $i$
$r_{j,a}$	Rendite der Anlage $j$ bei Szenario $a$
$\bar{r}_j$	Mittelwert der Rendite der Anlage $j$
$P_a$	Eintretenswahrscheinlichkeit des Szenarios $a$
$m$	Anzahl an Szenarien

Bei Anwendung der klassischen MPT werden die Renditeverläufe der einzelnen Anlagemöglichkeit herangezogen, um, nach AUCKENTHALER (2001) S. 78, eine „...Auskunft über die „Strammheit des Zusammenhangs“ zwischen [...] zwei [...] Anlagen...“ zu erhalten. Da die zeitliche Entwicklung und die Höhe der Renditen in der Strukturierung von PPP-Projekten jedoch bewusst gesteuert werden, eignen sich die Renditen nicht als Ausgangsbasis zur Berechnung der Korrelation. Folglich sind andere Zahlenmengen zu verwenden, um daraus den „Verwandtheitsgrad“ zwischen zwei

<sup>598</sup> Vgl. AUCKENTHALER, C. (Grundlagen Portfoliomanagement 2001) S. 76



unterschiedlichen PPP-Projekten abzuleiten. Der im Rahmen des PPP-PSM gewählte Ansatz zur Berechnung der Korrelation wird in Kapitel 6.3.3.3 vorgestellt.

### 6.3.3.3 Ermittlung der Korrelation im Rahmen des PPP-PSM

Wie sich bei der beispielhaften Analyse von einzelnen PPP-Bestandsprojekten zeigt (**Bild 58** und Kapitel 9), unterliegen Renditen und Risiken beträchtlichen und – im Fall der Rendite – teilweise bewusst gesteuerten Schwankungen über den langfristigen PPP-Projektverlauf. Die Schwankungen der erwirtschafteten Renditen eignen sich daher nicht als spezifische Größen zur Charakterisierung eines PPP-Projektes. Aus diesem Grund wurde schon die Standardabweichung nicht – wie bei der klassischen MPT üblich – auf Grundlage der Schwankungen der erwirtschafteten Renditen berechnet, sondern sie wurde auf Basis einer ausgedehnten Risikobetrachtung ermittelt. Dies stellt einen entscheidenden Unterschied von PPP-Investments, die von Bauunternehmen<sup>599</sup> getätigt werden, gegenüber Wertpapieranlagen oder Immobilieninvestments dar. Bei Wertpapieren können sowohl die Durchschnittsrenditen als auch die Schwankungen dieser Durchschnittsrenditen im Zeitablauf – die als Investitionsrisiken interpretiert werden – als wesentliche Charakteristika des jeweiligen Investments betrachtet werden.<sup>600</sup> Die zeitliche Komponente kann daher bei Wertpapieren oder klassischen Immobilieninvestments ab Ermittlung der Standardabweichungen vernachlässigt werden, was bei PPP-Projektportfolien als nicht sachgerecht erscheint.

Da die Betrachtung der erwirtschafteten Renditen offenbar nicht geeignet ist, um die „Strammheit“<sup>601</sup> zwischen zwei PPP-Bestandsprojekten unter Anwendung der Korrelation zu beschreiben, ist nach Alternativen zur Korrelationsermittlung Ausschau zu halten. Aus der Analyse des Standes der Forschung ergeben sich grundsätzlich zwei Möglichkeiten:

- 1) die qualitative Ermittlung der Korrelationskoeffizienten durch den Vergleich von spezifischen Projektmerkmalen, wie etwa von VERGARA (1977) vorgeschlagen (vgl. Kapitel 3.1.3.1.2 bzw. **Tabelle 6**) und
- 2) die quantitative Ermittlung der Korrelationskoeffizienten auf Basis eines Vergleichs der Risikokosten, die beispielsweise von KANGARI UND RIGGS (1988) propagiert wurde (vgl. Kapitel 3.1.3.5).

Der Vorschlag von VERGARA (1977), die Korrelationskoeffizienten auf Basis einer qualitativen Näherung abzuschätzen, steht im deutlichen Widerspruch zur Zielsetzung der gegenständlichen Arbeit, die die Entwicklung eines quantitativ-rationalen PPP-

<sup>599</sup> Für Finanzinvestoren, die erst nach einigen Jahren des Betriebs in PPP-Projekte einsteigen, ist die Situation eine andere. Die Renditen unterliegen dann i. d. R. geringeren Schwankungen und sind besser prognostizierbar (vgl. Kapitel 2.2). Somit kann hier, wie etwa auch bei klassischen Immobilieninvestments im Hochbaubereich (WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 97ff), die Portfoliotheorie im klassischen Sinn angewandt werden.

<sup>600</sup> Vgl. etwa AUCKENTHALER, C. (Grundlagen Portfoliomanagement 2001) S. 79ff, DICHTL, H. (Ganzheitliche Gestaltung von Investmentprozessen 2001) S. 115, GARZ, H., et al. (Portfolio-Management 2000) S. 34ff,

<sup>601</sup> Vgl. AUCKENTHALER, C. (Grundlagen Portfoliomanagement 2001) S. 78

PSM verfolgt. Gerade im Zusammenhang mit den Korrelationskoeffizienten – einer der wesentlichsten Grössen der MPT, die verantwortlich für den Diversifikationseffekt zeichnet – von einer quantitativ-rationalen Vorgehensweise abzuweichen, wäre in hohem Mass unsachgerecht. Aus diesem Grund wird zunächst versucht, den Ansatz von KANGARI UND RIGGS (1988) zu verfolgen und zu prüfen, ob und wie im PPP-PSM die Umsetzung der Korrelationsermittlung auf Basis der Risikokosten erfolgen kann.

#### 6.3.3.3.1 *Plausibilisierung der Verwendung des Verlaufs der Risikokosten zur Berechnung der Korrelation*

Folgendes Denkbeispiel lässt die Verwendung des Verlaufs der Risikokosten zur Berechnung der Korrelation als plausibel erscheinen:

*Angenommen es gelänge durch geschickte Strukturierung des Finanzmodells und optimale Abstimmung der einzelnen Cashflows bei allen PPP-Bestandsprojekten eine konstante Rendite von 10 Prozent über die gesamte PPP-Projektlaufzeit vorzusehen.*

*Abweichungen von dieser geplanten Rendite von 10 Prozent wären dann bei jedem PPP-Bestandsprojekt auf den Eintritt von Risiken zurückzuführen. Die Abweichung könnte bei PPP-Projekten mit nutzerabhängigen Einnahmen auch positiv ausfallen. Bei anderen PPP-Projekten mit festen Einnahmen gäbe es hingegen kaum die Chance positiver Abweichungen und es sind praktisch nur negative Abweichungen möglich.*

*Betrachtet man die tatsächlich eingetretenen Renditeverläufe nach beispielsweise 15 Jahren und stellt diese Zahlenreihen der Renditen nebeneinander, so könnten diese Zahlenreihen analog der von MARKOWITZ (2008) vorgeschlagenen Weise (Berechnung der Korrelation auf Basis erwirtschafteter Renditen) zur Berechnung der Korrelationskoeffizienten verwendet werden.*

*Wären keine Risiken eingetreten und alle Renditen konstant bei 10 Prozent geblieben, so gäbe es keinen Diversifikationseffekt und der Korrelationskoeffizient wäre +1. Der Korrelationskoeffizient wird hingegen kleiner ausfallen, falls Risiken eingetreten sind. Die Diversifikation kommt also ausschliesslich durch die unterschiedlichen Risikoeintritte zustande.*

*Da bei PPP-Projekten, die erst vor kurzem akquiriert wurden, sowie bei potentiell zukünftigen Zielprojekten (Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte) keine historischen Zeitreihen vorliegen, steht die Option der rückblickenden Korrelationsermittlung nicht zur Verfügung. Die beste Möglichkeit ist somit der Vergleich der erwarteten, wahrscheinlichkeitstheoretisch ermittelten Risiken bei den einzelnen PPP-Projekten im zeitlichen Kontext. Als Vergleichsgrössen können die periodenbezogenen Erwartungswerte der Gesamtrisikokosten  $R_{EW,t_k}$ , die für jedes PPP-Projekt und jedes Geschäftsjahr  $t_k$  ermittelt werden können, verwendet werden.*

### 6.3.3.3.2 *Zeitlicher Verlauf der Risikokosten als Charaktermerkmal von PPP-Projekten*

Bevor die periodenbezogenen Erwartungswerte der Gesamtrisikokosten  $R_{EW,t_k}$  als Grösse zur Berechnung der Korrelation verwendet werden, ist noch zu klären, inwieweit diese Risikokosten ein repräsentatives Charaktermerkmal eines PPP-Projektes darstellen. Nur wenn die Risikokosten als spezifisches Charaktermerkmal eines PPP-Projektes angesehen werden können, sind diese geeignet, um auf deren Basis die Korrelation zwischen zwei PPP-Projekten zu bewerten. Hierzu ist erneut zusammenzufassen, was die Gesamtrisikokosten an Information beinhalten.

In der Risikoidentifikation (Kapitel 6.1.1) wurde zunächst eine grosse Menge an Einzelrisiken identifiziert. Diese Risiken konnten nachfolgend (Kapitel 6.1.2) wie folgt kategorisiert werden:

- Kategorisierungsebene 1 – PPP-Projektphasen: hier wurde betrachtet, wann die Einzelrisiken in zeitlicher Hinsicht ihre Auswirkung entfalten können und eine Einteilung in:
  - Akquisitions- und Planungsrisiken,
  - Baurisiken,
  - Betriebsrisiken,
  - Erhaltungsrisiken sowie
  - Rückgaberisiken
 vorgenommen.
- Kategorisierungsebene 2 – Risikogruppen: hier wurde die sachliche Zuordnung der Einzelrisiken und Unterteilung in:
  - Einnahmerisiken, systematisch,
  - Einnahmerisiken, länder-/marktspezifisch,
  - Einnahmerisiken, projektspezifisch,

---

  - politische/rechtliche/vertragliche Risiken, systematisch,
  - politische/rechtliche/vertragliche Risiken, länder-/marktspezifisch,
  - politische/rechtliche/vertragliche Risiken, projektspezifisch

---

  - finanzielle Risiken, systematisch,
  - finanzielle Risiken, länder-/marktspezifisch,
  - finanzielle Risiken, projektspezifisch,

---

  - technische Risiken, systematisch,

- technische Risiken, länder-/marktspezifisch,
- technische Risiken, projektspezifisch

vorgenommen.

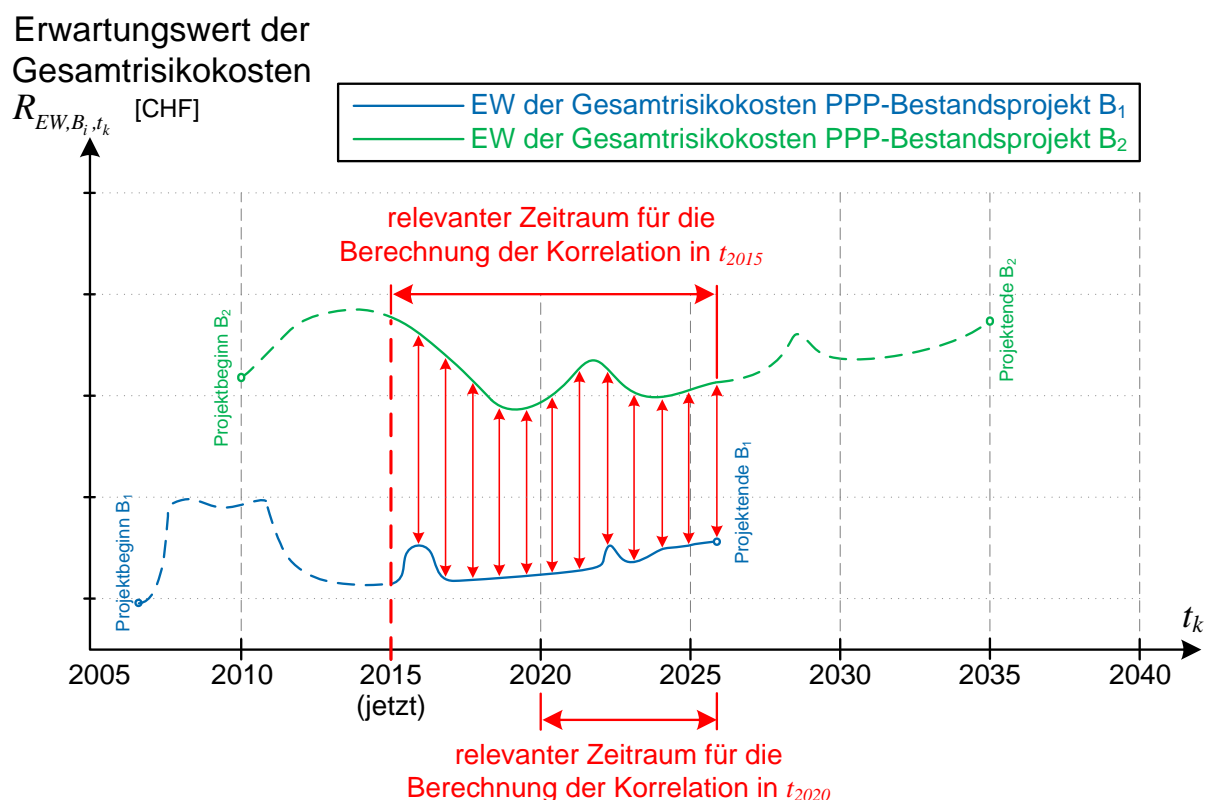
- Kategorisierungsebene 3 – PPP-Projekttypen: hier wurde eine Unterscheidung nach unterschiedlichen Bereichen vorgenommen, in denen PPP-Projekte zum Einsatz gelangen:
  - Verkehr,
  - Energie,
  - Abfall,
  - Wasserversorgung,
  - Wasserentsorgung sowie
  - Hochbau (soziale Infrastruktur).

Wie aus dieser Kategorisierung erkennbar ist, ergibt die projektspezifische Zuweisung der Einzelrisiken ein aussagekräftiges Bild über jedes einzelne PPP-Projekt. Dieses Bild wird durch die Berücksichtigung der projektspezifischen Risikoallokation (Kapitel 6.1.3), der quantitativen Risikobewertung unter Berücksichtigung der projektspezifischen Bezugskosten (Kapitel 6.1.4) sowie der zeitabhängigen Risikoentwicklung (Kapitel 6.1.6) und Risikoaggregation (Kapitel 6.1.7) über den PPP-Projektverlauf weiter geschärft.

Hieraus lässt sich ableiten, dass der zeitliche Verlauf des Erwartungswertes der Gesamtrisikokosten (**Bild 55**), der die erfolgsbeeinflussenden Grössen aus Sicht des Bauunternehmens/der SGE-PPP in sich vereint und Einnahmerisiken (z. B. feste Mieten bzw. nutzerabhängige Einnahmen), politische/rechtliche/vertragliche Risiken (z. B. das Risiko der länderspezifischen politischen Stabilität), finanzielle Risiken (z. B. das Währungsrisiko) und technische Risiken (z. B. das Baugrundrisiko) gleichermassen berücksichtigt, ein geeignetes Charaktermerkmal zur Berechnung der Korrelationskoeffizienten darstellt. In jedem Fall stellt die Verwendung des zeitlichen Verlaufes des Erwartungswertes der Gesamtrisikokosten die bestmögliche Alternative dar und ist gegenüber qualitativen Ansätzen oder – wie im Fall der klassischen MPT – der Verwendung der Renditeverläufe, die bei PPP-Projekten nicht aussagekräftig sind, zu bevorzugen. Aus den genannten Gründen wird – wie schon im Lösungsansatz angedacht (**Tabelle 11**) – der projektspezifische Risikoverlauf für die Berechnung der Korrelation im PPP-PSM herangezogen.

6.3.3.3.3 Korrelationsermittlung auf Basis des zeitlichen Verlaufs der Risikokosten

Aus mathematischer Sicht bedarf es zur Berechnung der Korrelation ausschliesslich Zahlenreihen, die für jedes einzelne PPP-Projekt in derselben Weise vorliegen und paarweise miteinander verglichen werden können (vgl. Kapitel 6.3.3.1). Im PPP-PSM werden diese Zahlenreihen durch den zeitlichen Verlauf der Erwartungswerte der Gesamtrisikokosten  $R_{EW,B_i,t_k}$  gem. Kapitel 6.1.7 gebildet (**Bild 62**).



**Bild 62:** Berechnung der Korrelation im PPP-PSM auf Basis der Risikoverläufe<sup>602</sup>

Da mit Fortschreiten eines PPP-Projektes immer weniger Einzelrisiken eintreten können und sich so auch die Interdependenzen zwischen den einzelnen PPP-Projekten verändern, sind die zur Korrelationsberechnung herangezogenen Erwartungswerte der Risikokosten entsprechend fortzuschreiben. Dadurch wird die Langfristigkeit von PPP-Projekten neben den Renditen und den Risiken auch in der dritten wesentlichen Grösse der MPT – der Korrelation – konsequent berücksichtigt. In die Berechnung der Korrelationskoeffizienten gehen daher nur diejenigen Zeiträume ein, in denen beide PPP-Projekte dem IST-PPP-Portfolio angehören und in denen für beide PPP-Projekte ein Erwartungswert der periodenbezogenen Gesamtrisikokosten vorliegt. Es

<sup>602</sup> Eigene Darstellung

wird also immer der Zeitraum von der Gegenwart bis zum Ende des ersten der beiden verglichenen PPP-Bestandsprojekte zur Ermittlung der Korrelationskoeffizienten betrachtet (**Bild 62**).

Mathematisch errechnen sich die Korrelationskoeffizienten im Rahmen des PPP-PSM wie folgt:

$$c_{ij,t_k} = \frac{COV_{ij,t_k}}{\sigma_{R_{EW},B_i,t_k} \cdot \sigma_{R_{EW},B_j,t_k}} \quad (6.27)$$

mit: $c_{ij,t_k}$	Korrelationskoeffizient zwischen den PPP-Bestandsprojekten $B_i$ und $B_j$ im Geschäftsjahr $t_k$
$COV_{ij,t_k}$	Kovarianz zwischen den PPP-Bestandsprojekten $B_i$ und $B_j$ im Geschäftsjahr $t_k$
$\sigma_{R_{EW},B_i,t_k}$	Standardabweichung der periodenbezogenen Erwartungswerte der Gesamtrisikokosten von PPP-Bestandsprojekt $B_i$ über den im Geschäftsjahr $t_k$ zu berücksichtigenden Betrachtungszeitraum
$\sigma_{R_{EW},B_j,t_k}$	Standardabweichung der periodenbezogenen Erwartungswerte der Gesamtrisikokosten von PPP-Bestandsprojekt $B_j$ über den im Geschäftsjahr $t_k$ zu berücksichtigenden Betrachtungszeitraum

Die in Formel ( 6.27 ) verwendete Kovarianz  $COV_{ij,t_k}$  wird wie folgt berechnet:

$$COV_{ij,t_k} = \frac{1}{n} \sum_{a=1}^n (R_{EW,B_i,t_a} \cdot R_{EW,B_j,t_a}) - \overline{R_{EW,B_i,t_a}} \cdot \overline{R_{EW,B_j,t_a}} \quad (6.28)$$

wobei gilt:  $t_k \leq t_a \leq t_n$

mit: $COV_{ij,t_k}$	Kovarianz zwischen den PPP-Bestandsprojekten $B_i$ und $B_j$ im Geschäftsjahr $t_k$
$n$	Anzahl der für die Berechnung relevanten Geschäftsjahre im Betrachtungszeitraum (vgl. <b>Bild 62</b> )
$R_{EW,B_i,t_a}$	Erwartungswert der Gesamtrisikokosten des PPP-Bestandsprojektes $B_i$ im Geschäftsjahr $t_a$
$R_{EW,B_j,t_a}$	Erwartungswert der Gesamtrisikokosten des PPP-Bestandsprojektes $B_j$ im Geschäftsjahr $t_a$

$R_{EW, B_i, t_a}$	Mittelwert der jährlichen Erwartungswerte der Gesamtrisikokosten des PPP-Bestandsprojektes $B_i$ innerhalb des Betrachtungszeitraums
$R_{EW, B_j, t_a}$	Mittelwert der jährlichen Erwartungswerte der Gesamtrisikokosten des PPP-Bestandsprojektes $B_j$ innerhalb des Betrachtungszeitraums

Durch Einsetzen der Ergebnisse für  $c_{ij, t_k}$  in Formel ( 6.21 ) erhält man die Varianz des IST-PPP-Portfolios im Geschäftsjahr  $t_k$ . Aus der Varianz kann unter Verwendung von Formel ( 6.22 ) die Standardabweichung des IST-PPP-Portfolios berechnet werden. Durch Berechnung der Renditen (Kapitel 6.3.1) und der Standardabweichung des IST-PPP-Portfolios (Kapitel 6.3.2) liegen alle determinierenden Parameter über die Laufzeit der zum IST-PPP-Portfolio gehörenden PPP-Projekte vor. Die Beschreibung der methodischen Grundlagen für Modul 1 – Analyse des IST-PPP-Portfolios ist damit abgeschlossen. Die hier gelegten theoretischen Grundlagen werden in Kapitel 9.1 anhand eines Beispiels veranschaulicht und der praktische Nutzen des PPP-PSM verdeutlicht. Im Folgenden wird gezeigt, wie die bislang ermittelten Ergebnisse der Analyse des IST-PPP-Portfolios genutzt werden können, um konkrete Optimierungspotentiale im IST-PPP-Portfolio zu identifizieren.

### 6.3.4 Optimierungspotential im IST-PPP-Portfolio

LEISER (2000) S. 119ff zeigt im Zusammenhang mit Portfoliooptimierungen für Wertpapiere, dass sich durch Anwendung numerischer Verfahren berechnen lässt, wie etwa der Anteil an Beteiligungen an einzelnen Anlagenmöglichkeiten verändert werden müsste, um eine Renditemaximierung oder Risikominimierung zu erreichen.

Ein ähnlicher Ansatz wird auch im PPP-PSM zur Identifikation von Optimierungspotentialen im IST-PPP-Portfolio verwendet. Unter Einsatz eines numerischen Verfahrens<sup>603</sup> wird berechnet, wie die Höhe der Beteiligung an PPP-Projekten verändert werden müsste, um die Rendite des IST-PPP-Portfolios zu maximieren bzw. das Risiko im IST-PPP-Portfolio – ausgedrückt als Standardabweichung – zu minimieren. Wie die Optimierung im Detail erfolgt, wird in Kapitel 9.1.5 anhand eines Beispiels erläutert.

<sup>603</sup> Im Rahmen des PPP-PSM wurde die „SOLVER-Funktion“ aus „Microsoft Excel 2013“ eingesetzt.

## 6.4 Zusammenfassung, Neuigkeitsgehalt und Beitrag zu den Fragen der Forschung – Modul 1

### 6.4.1 Zusammenfassung von Modul 1 – Analyse des IST-PPP-Portfolios

In Modul 1 – Analyse des IST-PPP-Portfolios wird herausgearbeitet, wie sich ein aus mehreren PPP-Projekten bestehendes Portfolio eines Bauunternehmens/einer SGE-PPP unter Anwendung der MPT und den damit verbundenen Prämissen analysieren und bewerten lässt. Zusammenfassend lassen sich die nachfolgend genannten Punkte festhalten.

#### 6.4.1.1 *Ermittlung der Risikokosten der einzelnen PPP-Bestandsprojekte*

Die Ermittlung der probabilistischen Risikokosten stellt den arbeitsintensivsten Teil und auch den Kern in der Analyse der PPP-Bestandsprojekte dar. Ein ausgereiftes Risikomanagementsystem mit entsprechender Kenntnis der Eintretenswahrscheinlichkeiten und Risikotragweiten der (zumindest) wesentlichsten Einzelrisiken bildet die Grundlage für den portfolioorientierten Analyseprozess im PPP-PSM. Bevor das PPP-PSM in der Praxis in sinnvoller Weise umgesetzt werden kann, ist daher die Implementierung eines quantitativen Risikomanagements unumgänglich.

Wie sich gezeigt hat, wird der klassische Risikomanagementprozess den Anforderungen des PPP-PSM nicht in optimaler Weise gerecht und daher entsprechend angepasst, um einen effizienten und zielgerichteten Prozess zu erreichen. So wird die Risikoallokation vorgezogen, um nur diejenigen Risiken zu betrachten, die das Potential haben, auf Seiten des privaten PPP-Partners Risikokosten zu verursachen. Des Weiteren wird auf Basis der Ergebnisse der „Praktikermethode“ (deterministischer Ansatz der quantitativen Risikobewertung) eine Risikoklassifizierung vorgenommen, um die wichtigsten Risiken zu identifizieren. Die verbleibenden und als besonders bedeutsam klassifizierten Risiken werden in der Folge mit einer MCS probabilistisch bewertet. In die probabilistische Bewertung fließen folgende Simulationsschritte ein:

- Simulation des Risikoeintritts auf Basis einer diskreten BERNOULLI-Verteilung,
- Simulation der Risikotragweite auf Basis von BetaPERT-, Dreiecks- oder Uniform-Verteilungen,
- Simulation der zeitabhängigen Risikoentwicklung mit entsprechender Unterteilung in einmalige, aperiodische und periodische Risiken und
- Simulation der Risikoaggregation unter Einbeziehung der Abhängigkeiten der Risiken untereinander.



Als Ergebnis führt der angepasste Risikomanagementprozess zu periodenbezogenen Erwartungswerten der Risikokosten  $R_{EW,t_k}$ , die für alle PPP-Bestandsprojekte ermittelt werden können und später in die Berechnung der Renditen der PPP-Bestandsprojekte sowie der Korrelationen einfließen.

#### 6.4.1.2 *Renditeermittlung unter Berücksichtigung der Risikokosten bei den einzelnen PPP-Bestandsprojekten*

Für die Ermittlung der Renditen, die seitens eines an PPP-Projekten beteiligten Bauunternehmens resp. der SGE-PPP erwirtschaftet werden, wird die auf der Geldflussrechnung basierende Rentabilitätskenngrösse des *ROI* verwendet.

Da in der Vergangenheit keine Risikokosten mehr auftreten können, wird in der Renditeermittlung unterschieden zwischen:

- 1) erwirtschafteten Renditen (risikofrei) und
- 2) prognostizierten, zukünftigen Renditen (mit Risiken behaftet).

Die erwirtschafteten Renditen stehen bereits fest und können deterministisch ermittelt werden. Bei den prognostizierten, zukünftigen Renditen sind hingegen die probabilistischen Risikokosten, die sich aus der MCS ergeben, zu berücksichtigen. Damit werden auch die prognostizierten, zukünftigen Renditen zu probabilistischen Grössen, die durch einen Erwartungswert der Rendite  $r_{EW,t_k}$  sowie die zugehörige Standardabweichung  $\sigma_{r_{EW,t_k}}$ , die als Risikomass zu interpretieren ist, definiert sind. Um den Prämissen der MPT, die eine Normalverteilung der Renditen voraussetzt, zu entsprechen, wird abschliessend die approximierende Normalverteilung auf Basis der beiden Grössen  $r_{EW,t_k}$  und  $\sigma_{r_{EW,t_k}}$  berechnet und die Qualität dieser Approximation durch Anpassungstests überprüft.

#### 6.4.1.3 *Zusammenführung der PPP-Bestandsprojekte zu einem IST-PPP-Portfolio*

Nachdem für alle Geschäftsjahre der PPP-Projektlaufzeit der einzelnen PPP-Bestandsprojekte die Risikokosten und die Renditen vorliegen, werden die einzelnen PPP-Bestandsprojekte zu einem IST-PPP-Portfolio zusammengeführt. Dadurch wird der Übergang von der PPP-Projektebene zur PPP-Portfolioebene im Modul 1 erreicht.

Die jährlichen Renditen des IST-PPP-Portfolios lassen sich durch die Gewichtung der Renditen der einzelnen PPP-Bestandsprojekte berechnen. In der Berechnung des jährlichen Portfoliorisikos, das als Standardabweichung ausgedrückt wird, kommt hingegen der Diversifikationseffekt zum Tragen, der mathematisch über Korrelationskoeffizienten berücksichtigt wird.

Für die Berechnung der Korrelationskoeffizienten im PPP-PSM werden die Risikoverläufe der einzelnen PPP-Bestandsprojekte herangezogen, die durch die jährlichen Erwartungswerte der Risikokosten gebildet werden. Die Korrelationskoeffizienten werden – wie auch die Rendite und das Risiko – fortgeschrieben und periodenbezogen ermittelt.

#### **6.4.2 Wissenschaftlicher Neuigkeitsgehalt und Beitrag zur Beantwortung der Fragen der Forschung von Modul 1**

Der wissenschaftliche Neuigkeitsgehalt, der sich aus Modul 1 – Analyse des IST-PPP-Portfolios ergibt, wird nachfolgend anhand der Fragen der Forschung beschrieben. Dabei wird die Zuteilung zu den Leitfragen der Praxis analog zu Kapitel 3.4 beibehalten.

##### *6.4.2.1 Neuigkeitsgehalt und Beitrag zu Leitfrage 1 – Anwendbarkeit*

Eine umfassende Bewertung hinsichtlich der Anwendbarkeit der MPT ist erst am Ende der Arbeit möglich und wird in Kapitel 10.2. dargelegt.

##### *6.4.2.2 Neuigkeitsgehalt und Beitrag zu Leitfrage 2 – Prozessgestaltung*

Hinsichtlich der Prozessgestaltung lässt sich festhalten, dass der klassische Risikomanagementprozess nicht für die Umsetzung im PPP-PSM geeignet ist. Aus diesem Grund wird im PPP-PSM eine entsprechende Adaption vorgenommen und ein neuer, zielgerichteter und speziell für den Einsatz im Analyseprozess von PPP-Bestandsprojekten konzipierter Risikomanagementprozess vorgeschlagen (**Bild 44**). Dieser neue Risikomanagementprozess ist speziell auf die seitens des privaten PPP-Partners zu tragenden Risiken ausgerichtet und so gestaltet, dass mit möglichst niedrigem Simulationsaufwand aussagekräftige, projektspezifische Risikokosten unter Einsatz der MCS ermittelt werden können.

##### *6.4.2.3 Neuigkeitsgehalt und Beitrag zu Leitfrage 3 – Datenermittlung*

Um die MPT im Projektselektionsprozess von Bauunternehmen, die sich mit PPP-Projekte auseinandersetzen, anwenden zu können, ist eine entsprechende Adaption der klassischen Portfoliotheorie unumgänglich. Folgende wesentlichen Adaptionen, die gleichzeitig Neuerungen gegenüber dem aktuellen Stand der Forschung bilden, werden im PPP-PSM umgesetzt:

- Der Langfristigkeit von PPP-Projekten wird durch eine durchgängige Berücksichtigung der zeitlichen Komponente Rechnung getragen. Sowohl die Renditen als auch die Risiken und die Korrelationen werden in Abhängigkeit von der Zeit berechnet und laufend fortgeschrieben.

- Während in der klassischen MPT die Berechnung des Risikos auf Basis der historischen Schwankungen der Renditen erfolgt, wird im PPP-PSM ein neuer Ansatz gewählt und die Standardabweichung der Renditen auf Basis der probabilistisch ermittelten Risikokosten berechnet. Hierzu wird eine MCS implementiert. Durch diese Erweiterung wird berücksichtigt, dass Renditeschwankungen bei PPP-Projekten mitunter sehr bewusst gesteuert sind und somit nicht zur Bewertung des Risikos taugen. Stattdessen wird – was für PPP-Projekte wesentlich angemessener ist – die probabilistische Bewertung der Risiken eingesetzt, um die Standardabweichung der Renditen zu ermitteln.
- Als Renditekennzahl wird der *ROI* unter Berücksichtigung der probabilistischen Risikokosten verwendet. Dadurch kommt die in der MPT geforderte Abhängigkeit der Renditen von den Risiken in für PPP-Projekte geeigneter Weise zustande.
- Die Berechnung der Korrelation erfolgt nicht – wie bisher in der Forschung üblich – auf Basis der Renditeverläufe oder auf Grundlage von qualitativen Untersuchungen. Im PPP-PSM werden die auf Grundlage der Erwartungswerte der Risikokosten gebildeten Risikoverläufe der einzelnen PPP-Projekte verwendet, um die Korrelation zu ermitteln.

In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass die Überlegung, das Risiko als Grösse zur Berechnung der Korrelation heran zu ziehen, nicht gänzlich neu ist. Wie gezeigt wurde, schlagen schon KANGARI UND RIGGS (1988) vor, die Korrelationskoeffizienten auf Basis der Risiken zu berechnen (vgl. Kapitel 3.1.3.5).<sup>604</sup> Da der von KANGARI UND RIGGS (1988) vorgeschlagene Ansatz jedoch auf zeitlich kürzere, klassische Bauprojekte abzielt, wird nicht der zeitliche Risikoverlauf sondern das Potential der Renditebeeinflussung, das einzelnen Risikoclustern zugeordnet wird, in Form von Risikoprofilen bewertet. Daher stellt der hier gewählte Ansatz durch den Zeitbezug eine neue Überlegung dar, die in besonderer Weise der Langfristigkeit von PPP-Projekten Rechnung trägt und diese gezielt nutzt, um einen Bezug zwischen einzelnen PPP-Projekten herzustellen. Dadurch wird zusätzlich berücksichtigt, dass sich die jährliche Risikobelastung bei PPP-Projekten im Zeitablauf stark verändern kann.

#### 6.4.2.4 *Neuigkeitsgehalt und Beitrag zu Leitfrage 4 – PPP-spezifische Umsetzung*

Welche Neuerungen umgesetzt wurden, um die Langfristigkeit von PPP-Projekten und die sich im Projektverlauf ändernde Risikobelastung im PPP-PSM zu berücksichtigen, wurde oben bereits erläutert.

---

<sup>604</sup> Auch die aktuelle Publikation von BAKHSI, P. UND TOURAN, A. (Cost Correlation among Construction Projects 2012) ist in diesem Zusammenhang zu nennen.

In Ergänzung zu den genannten Punkten ist festzuhalten, dass die gezielte Zusammenführung von Elementen der Rentabilitätsrechnung, des Risikomanagements bei Bauprojekten und der MPT eine Neuerung darstellt. Das neu geschaffene PPP-PSM kombiniert die genannten Instrumente in einer Weise, die eine quantitative Analyse von PPP-Bestandsprojektportfolien erlaubt. Wie im Beispiel in Kapitel 9.1 deutlich wird, ergibt sich durch diese neue Gestaltung einerseits eine gute Kenntnis über die einzelnen PPP-Bestandsprojekte sowie deren Zusammenwirken auf der PPP-Portfolioebene. Andererseits erlaubt die Analyse des IST-PPP-Portfolios unter Einsatz des PPP-PSM einen guten Rückschluss darüber, welche PPP-Projekte gehalten und welche Projekte aus Portfoliogesichtspunkten veräußert werden sollen (Kapitel 9.1.5). Damit unterstützt der beschriebene Analyseprozess des IST-PPP-Portfolios Verkaufsentscheidungen und konkrete Managemententscheidungen. Quantitative Instrumente, die derartige Rückschlüsse unter Einbeziehung des gesamten Portfolios erlauben, sind im Immobilienbereich zwar bekannt<sup>605</sup>, stellen aber in ihrer gezielten Anwendung auf PPP-Projekte in Bauunternehmen eine wissenschaftliche Neuerung dar.

---

<sup>605</sup> Vgl. WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 233ff

## 7 Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte

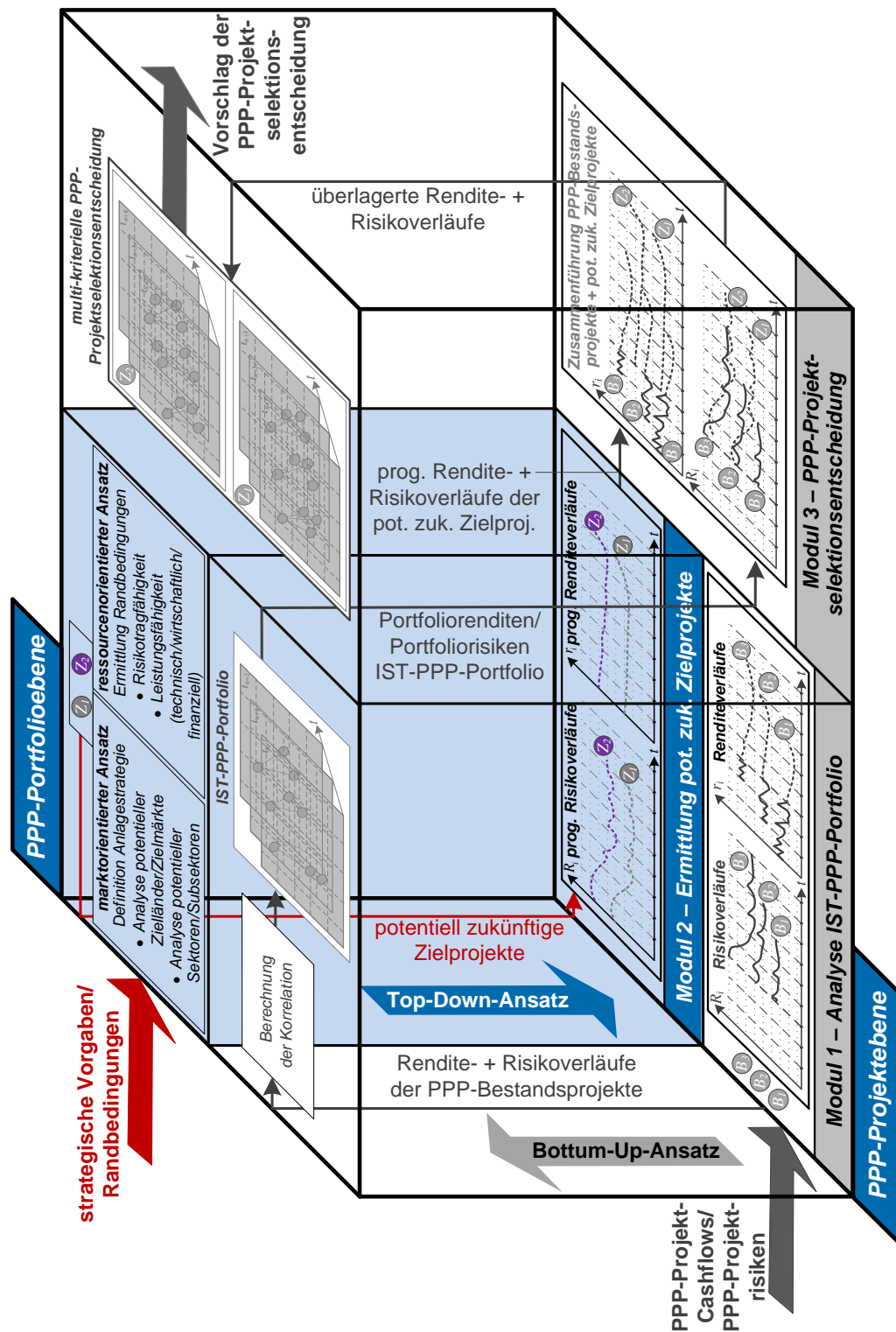


Bild 63: Überblick Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte<sup>606</sup>

<sup>606</sup> Eigene Darstellung

Wie **Bild 63** zeigt, beschäftigt sich Modul 2 des PPP-PSM mit der „Top-Down“-Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte. Hierfür werden zunächst auf der PPP-Portfolioebene allgemeine, strategische Vorgaben und Randbedingungen für die Projektselektion des Bauunternehmens/der SGE-PPP genutzt, um zu einer Vorauswahl von potentiell zukünftigen Zielprojekten zu gelangen. Die vorausgewählten Projekte werden dann quantitativ erfasst, um in der nachfolgenden PPP-Projektselektionsentscheidung (Modul 3) entsprechend berücksichtigt werden zu können.

Bezüglich der Vorauswahl von potentiell zukünftigen Zielprojekten ist zu betonen, dass das PPP-PSM die derzeit in der Praxis angewandten PPP-Projektselektionsprozesse (Kapitel 2.1) nicht ersetzen, sondern in optimaler, quantitativ-rationaler Weise erweitern soll. Da der Schwerpunkt dieser Arbeit auf der mathematischen, quantitativ-rationalen Umsetzung des PPP-PSM liegt, wird die auf der PPP-Portfolioebene stattfindende, weitgehend qualitative Vorauswahl von potentiell zukünftigen Zielprojekten nur kurz behandelt. In der Praxis ist im Fall einer Implementierung des PPP-PSM sogar die Beibehaltung der bisherigen PPP-Projektselektionsprozesse möglich um zu einer Vorauswahl von potentiell zukünftigen Zielprojekten zu gelangen. Dadurch ist eine flexible Anwendung des PPP-PSM in den unterschiedlichen Bauunternehmen der Praxis ohne grossen Aufwand gewährleistet. Da die derzeit in der Praxis angewandten PPP-Projektselektionsprozesse jedoch gewisse Schwachpunkte aufweisen (vgl. Kapitel 2.1.3) wird mit der Strategic Asset Allocation (SAA) ein Verfahren vorgestellt, das zu einer optimaleren Vorauswahl von potentiell zukünftigen Zielprojekten führt (Kapitel 7.2).

Im Anschluss daran richtet sich der Fokus auf die quantitative Aufbereitung potentiell zukünftiger Zielprojekte (Kapitel 7.3).

## 7.1 Grundlagen zur Definition der Anlagestrategie

Im Stand der Praxis von Bauunternehmen wurde festgestellt, dass die Analyse der potentiellen Zielländer und Zielmärkte fast ausschliesslich aus einer marktorientierten Sichtweise erfolgt (vgl. Kapitel 2.1.3). Dabei wären in der Vorselektion von potentiell zukünftigen Zielprojekten aus methodischen Gesichtspunkten zwei Betrachtungsweisen angebracht:<sup>607</sup>

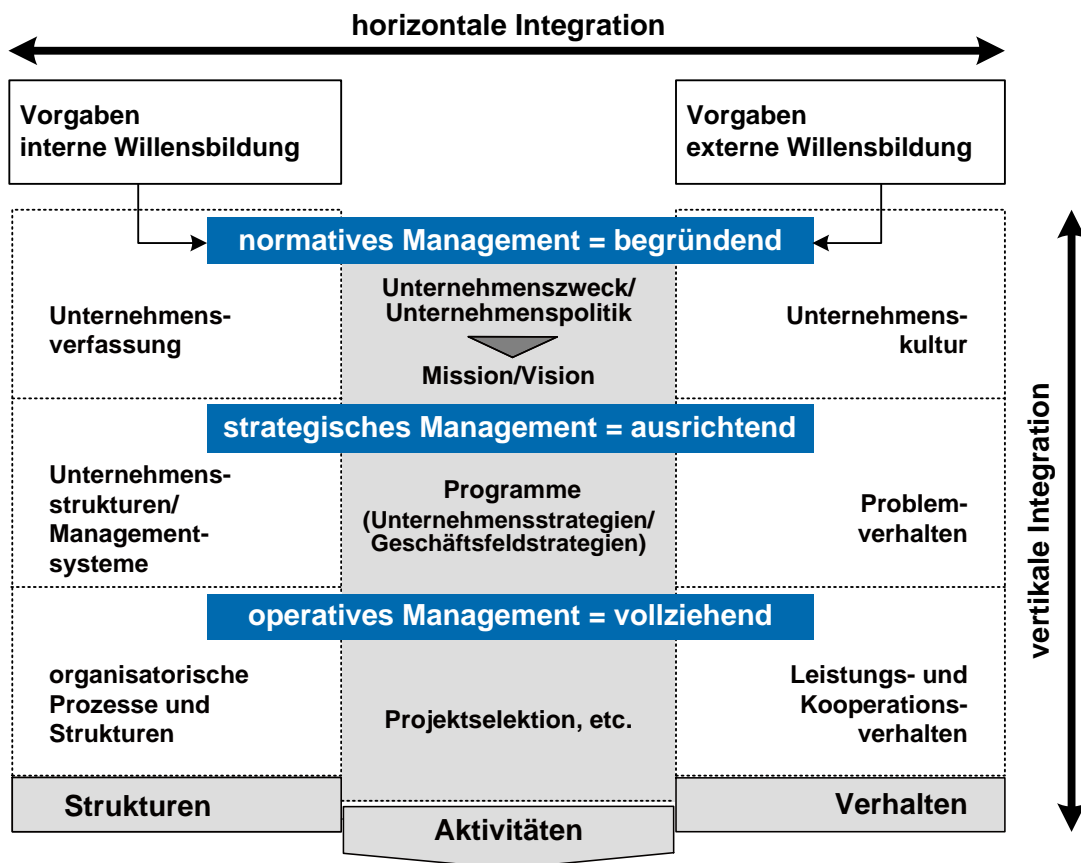
- 1) eine risiko- und marktorientierte Betrachtung auf Basis des marktorientierten Ansatzes, die nach klaren Kriterien (BIP, Bevölkerungsentwicklung, Wirtschaftswachstum, politische und rechtliche Rahmenbedingungen, etc.) in einer Auswahl von geeigneten Zielländern und Zielmärkten mündet, sowie
- 2) eine risiko- und ressourcenorientierte Betrachtung, die der Leistungsfähigkeit und den Kapazitäten des Bauunternehmens Rechnung trägt. Dabei spielen die

---

<sup>607</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Bauunternehmensmanagement 2010) S. 263

PPP-Projekttypen, die Grösse der PPP-Projekte, die Risikotragfähigkeit sowie die technischen, personellen, wirtschaftlichen und finanziellen Ressourcen des Bauunternehmens eine wesentliche Rolle.

Zur gemeinsamen Berücksichtigung der markt- und ressourcenorientierten Sichtweise kommen im strategischen Problemlösungsprozess sog. SWOT-Analysen zum Einsatz. SWOT steht hierbei für Strengths [dt.: Stärken], Weaknesses [dt.: Schwächen], Opportunities [dt.: Chancen] und Threats [dt.: Gefahren]. Die Analyse der Strengths und Weaknesses bezieht sich auf das eigene Unternehmen/die SGE sowie dessen Ressourcen. Demgegenüber stehen die Opportunities und Threats, die in möglichen Zielländern und Zielmärkten zu erwarten sind. Die SWOT-Analyse wird meist im Bereich des strategischen Managements eingesetzt (vgl. **Bild 64**) und dient der Positionsbestimmung und Strategieentwicklung von Unternehmen oder SGE.<sup>608</sup> Sie steht damit über dem operativen Management, dem Projektselektionsentscheidungen zuzuordnen sind und in das sich folglich auch das PPP-PSM integriert.



**Bild 64:** St. Galler Management-Modell<sup>609</sup>

<sup>608</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Bauunternehmensmanagement - Band 1 2014) S. 33ff

<sup>609</sup> Weitgehend übernommen aus BLEICHER, K. (Das Konzept 1991) S. 56 bzw. GIRMSCHIED, G. (Bauunternehmensmanagement - Band 1 2014) S. 5

Wie gross der Entscheidungsspielraum hinsichtlich der Auswahl von Zielländern und Zielmärkten auf der operativen Managementebene ist, ist von Unternehmen zu Unternehmen/SGE zu SGE verschieden und hängt davon ab, welche Einschränkungen bereits durch das strategische Management vorgegeben werden. Das Bauunternehmen, dessen Unterlagen zur Identifikation des Standes der Praxis analysiert wurden, lässt beispielsweise auf operativer Ebene einen vergleichsweise grossen Spielraum zur Festlegung der Zielländer/Zielmärkte, in denen PPP-Projekte akquiriert werden können, zu. In einem weiteren Bauunternehmen, das zur Validierung des Standes der Praxis befragt wurde, gibt es hingegen seitens des strategischen Managements starke Restriktionen und eine Auswahl von Zielländern/Zielmärkten und PPP-Projekttypen ist auf operativer Ebene nicht mehr möglich.

Falls auf Ebene des strategischen Managements, beispielsweise unter Anwendung einer SWOT-Analyse, Einschränkungen hinsichtlich der Zielländer/Zielmärkte gemacht werden, so sind diese im operativen Management entsprechend umzusetzen. Wie die Festlegung von Zielländern und Zielmärkten auf der strategischen Managementebene erfolgt, wird hier nicht eingehender beleuchtet, da die Strategieentwicklung nicht Gegenstand der vorliegenden Dissertation ist. Diesbzgl. wird auf die einschlägige Fachliteratur verwiesen.<sup>610</sup>

Für den Fall, dass auf Ebene des operativen Managements, auf der das PPP-PSM ansetzt, noch die Möglichkeit besteht, Zielländer und Zielmärkte zu selektieren, so kommt ein strategischer Selektionsprozess zur qualitativen Vorauswahl von PPP-Projekten zur Anwendung, der die markt- und ressourcenorientierte Sichtweise der Zielländer und Zielmärkte ganzheitlich berücksichtigt. Insb. die aus dem Asset Management stammende Strategic Asset Allocation (SAA) erscheint für die Belange des PPP-PSM geeignet und wird in der Folge vorgestellt.

## 7.2 Strategic Asset Allocation (SAA)

Die SAA ist ein Instrument, das Investoren bei der Festlegung ihrer Anlagepolitik (vgl. **Bild 16**) unterstützt. Der Fokus liegt dabei – wie im konkreten Anwendungsfall im PPP-PSM angestrebt – auf der Festlegung von Sektoren/Subsektoren (**Bild 2**) und Zielländern/Zielmärkten.<sup>611</sup> Damit hat die SAA eine spezifischere Zielrichtung als die SWOT-Analyse, die der umfassenden Entwicklung der Unternehmens- oder Geschäftsfeldstrategie dient und daher das gesamte Unternehmen/die gesamte SGE miteinbezieht.

<sup>610</sup> Vgl. u. a. GIRMSCHIED, G. (Bauunternehmensmanagement - Band 1 2014), BALDEGGER, R. J. (Management 2007), PORTER, M. E. (Competitive Advantage 1985)

<sup>611</sup> Vgl. GARZ, H., et al. (Portfolio-Management 2000) S. 133



In der Grundstruktur ist die SAA mit dem in den Baubetriebswissenschaften gebräuchlichen, markt- und ressourcenorientierten Ansatz<sup>612</sup> vergleichbar, was die Übertragbarkeit auf den PPP-Projektselektionsprozess in Bauunternehmen sicherstellt.

### 7.2.1 Anlegerprofil – ressourcenorientierter Ansatz

In einem ersten Schritt sind die Randbedingungen für die Akquisition eines PPP-Projektes zu definieren. Hier sind zunächst die grundsätzliche Renditeerwartung sowie die Risikoeinstellung (risikoaffin, risikoavers, etc.) festzulegen.<sup>613</sup> Die hier in Bezug auf Rendite und Risiko festgelegte Grundhaltung wird später zur Gewichtung der Hauptkriterien in der AHP-Methode herangezogen (vgl. Kapitel 8.3.3). Des Weiteren sind die Restriktionen des Bauunternehmens hinsichtlich Risikotragfähigkeit<sup>614</sup> sowie technischer, wirtschaftlicher und finanzieller Leistungsfähigkeit zu überprüfen.

### 7.2.2 Marktprofil – marktorientierter Ansatz

In Form eines Marktprofils wird im nächsten Schritt abgesteckt, welche potentiellen Zielländer/Zielmärkte in Frage kommen. Des Weiteren wird festgelegt, welche potentiellen Sektoren/Subsektoren für das Bauunternehmen in Betracht kommen. In diesem Zusammenhang sind auch die Überlegungen des ressourcenorientierten Anlegerprofils zu berücksichtigen.<sup>615</sup>

Besteht in einem Bauunternehmen/einer SGE-PPP auf Grund der Vorgaben des strategischen Managements eine Einschränkung auf einen bestimmten Sektor/Subsektor, so ist zu prüfen, in welchen Ländern überhaupt PPP-Projekte aus diesem Sektor/Subsektor angeboten werden. Es gibt beispielsweise Unternehmen, die sich aus strategischen Überlegungen nur an PPP-Wasserver- und PPP-Wasserentsorgungsprojekten beteiligen. Gerade in diesen Sektoren bieten jedoch eine Vielzahl von Ländern keine oder nur stark regulierte PPP-Projekte an, um keine Privatisierungsdiskussionen im Zusammenhang mit der Wasserver- und -entsorgung zu entfachen.<sup>616</sup> In anderen Ländern sind wiederum Eisenbahnprojekte auf Grund der derzeit gültigen Rechtslage oder aus politischen Gründen nicht als PPP-Projekt durchführbar.<sup>617</sup>

Darüber hinaus sind auch Erkenntnisse aus vorangegangenen PPP-Projekten oder aus der Analyse des IST-PPP-Portfolios in der Vorauswahl zu berücksichtigen. So hat sich im Zusammenhang mit der Risikobewältigung (Kapitel 6.1.3) gezeigt, dass

---

<sup>612</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Bauunternehmensmanagement - Band 1 2014) S. 245

<sup>613</sup> Vgl. GARZ, H., et al. (Portfolio-Management 2000) S. 133

<sup>614</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (RA-Modell: Risikotragfähigkeit 2011)

<sup>615</sup> Vgl. GARZ, H., et al. (Portfolio-Management 2000)

<sup>616</sup> Vgl. WEBER, B. UND ALFEN, H. W. (Infrastructure as an Asset Class 2010) S. 119ff

<sup>617</sup> Vgl. WEBER, B. UND ALFEN, H. W. (Infrastructure as an Asset Class 2010) S. 58

grosse, nicht kalkulierbare Risiken möglichst vermieden werden sollen. Nicht kalkulierbare Risiken resultieren häufig aus Konflikten zwischen den PPP-Partnern oder stehen in Zusammenhang mit der Zuverlässigkeit des öffentlichen PPP-Partners (respektive dem Zielland/Zielmarkt, in dem sich der öffentliche PPP-Partner befindet). Diese Risiken sind durch eine zielgerichtete, qualitative Vorselektion von potentiell zukünftigen Zielprojekten bereits im Voraus auszuschliessen.

### **7.2.3 Vorauswahl von potentiell zukünftigen Zielprojekten auf qualitativer Basis**

Die Überlagerung von Anleger- und Marktprofil lässt Rückschlüsse auf PPP-Projekte zu, die für das Bauunternehmen/die SGE-PPP potentiell von Interesse sein können.<sup>618</sup> Da die eigentliche PPP-Projektselektionsentscheidung erst später auf quantitativer Basis erfolgt, können hier im Zweifelsfall auch mehrere potentiell zukünftige Zielprojekte ausgewählt werden. Ziel ist dennoch, zu einer überschaubaren Anzahl („Shortlist“) von potentiell zukünftigen Zielprojekten zu gelangen, die grundsätzlich die strategischen Vorgaben des Bauunternehmens erfüllen und das Potential haben, sich vorteilhaft in das IST-PPP-Portfolio einzufügen.

Die auf Basis von Anleger- und Marktprofil vorausgewählten, potentiell zukünftigen Zielprojekte werden in weiterer Folge („Top-Down“) durch Rendite- und Risikoprognosen quantifiziert und so für die abschliessende, quantitativ-rationale PPP-Projektselektionsentscheidung in Modul 3 nutzbar gemacht.

## **7.3 Quantitative Erfassung der qualitativ vorausgewählten Zielprojekte**

Im Zuge der quantitativen Erfassung der quantitativ vorausgewählten, potentiell zukünftigen Zielprojekte sind folgende Daten zu ermitteln:

- 1) der zeitliche Ablauf der potentiell zukünftigen Zielprojekte,
- 2) die prognostizierten Cashflows der potentiell zukünftigen Zielprojekte im zeitlichen Verlauf,
- 3) die prognostizierten Risikokosten der potentiell zukünftigen Zielprojekte im zeitlichen Verlauf und
- 4) die prognostizierten Renditen der potentiell zukünftigen Zielprojekte unter Berücksichtigung der prognostizierten Risikokosten im zeitlichen Verlauf.

Welche Daten im Detail vorliegen müssen und wie diese ermittelt werden können bzw. aufzubereiten sind wird nachfolgend beschrieben.

---

<sup>618</sup> Bei Anwendung der SAA auf Aktien existieren Ansätze, die die systematische, mehrheitlich quantitative Zusammenführung des Anlegerprofils und des Marktprofils erlauben (vgl. GARZ, H., et al. (Portfolio-Management 2000) S. 147).

### 7.3.1 Zeitlicher Ablauf der potentiell zukünftigen Zielprojekte

Hinsichtlich des zeitlichen Ablaufs sind folgende Daten von besonderer Relevanz, um die korrekte zeitliche Abbildung der Cashflows und damit der Risiken und Renditen zu ermöglichen:

- geplante Projektdauer,
- geplanter Projektbeginn,
- geplantes Projektende,
- geplanter Baubeginn,
- geplantes Bauende,
- geplanter Betriebsbeginn.

Die genannten Daten sind i. d. R. vor Bekanntmachung eines PPP-Projektes durch Vorabinformationen seitens der Behörden verfügbar und können spätestens den Ausschreibungsunterlagen zur Präqualifikation entnommen werden.

### 7.3.2 Prognostizierte Cashflows im zeitlichen Verlauf

Da die Cashflows der potentiell zukünftigen Zielprojekte für die Berechnung der Renditen sowie als Bezugsgrösse für die Berechnung der Risikokosten herangezogen werden, sind die jährlichen Cashflows unter Berücksichtigung des zeitlichen Ablaufs der potentiell zukünftigen Zielprojekte (vgl. Kapitel 7.3.1) zu prognostizieren.

Um die Prognose der jährlichen Cashflows durchführen zu können, sind zunächst die gesamten Herstellungskosten zu ermitteln. Diese lassen sich meist aus Budgetplanungen der öffentlichen Auftraggeber entnehmen.<sup>619</sup> Darüber hinaus stehen in einzelnen Ländern Sammlungen von Kostendaten zur Verfügung, die als Ansätze zur Ermittlung der Gesamtkosten verwendet werden können. Hier sind etwa der Objektartenkatalog (OAK)<sup>620</sup> für den schweizerischen Hochbau oder die statistischen Kostenkennwerte des BKI<sup>621</sup> für den Hochbau in Deutschland zu nennen.

Sobald die Kosten für die Herstellung eines PPP-Projektes abgeschätzt werden können, lassen sich unter Berücksichtigung dieser Herstellungskosten die Akquisitions-, Planungs-, Betriebs- und Erhaltungskosten unter Anwendung von prozentualen Benchmarks, auf Basis von im Bauunternehmen vorhandenen Erfahrungswerten, oder auf Grundlage von Expertenmeinungen prognostizieren.<sup>622</sup>

<sup>619</sup> Beispielsweise sind BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (Investitionsrahmenplan 2012) geplante Kosten für angekündigte PPP-Strassenprojekte in Deutschland zu entnehmen.

<sup>620</sup> SCHWEIZERISCHE ZENTRALSTELLE FÜR BAURATIONALISIERUNG (ZÜRICH) (OAK 2012)

<sup>621</sup> Vgl. BAUKOSTENINFORMATIONSZENTRUM DEUTSCHER ARCHITEKTENKAMMERN GMBH (Statistische Kostenkennwerte 2015)

<sup>622</sup> Vgl. etwa BOUSSABAIN, A. UND KIRKHAM, R. J. (Whole Life-Cycle Costing 2004) S. 124ff

Schwierig zu prognostizieren sind i. d. R. die Einnahmen eines PPP-Projektes. Häufig unterliegt die Höhe der Einnahmen auch dem Vergabewettbewerb. Sinnvoll erscheint daher, zuerst das notwendige Investitionsvolumen abzuschätzen, eine marktübliche Aufteilung in Fremd- und Eigenkapital vorzunehmen, die Finanzierungskosten zu berücksichtigen und dann auf Basis dessen – unter Einbeziehung der gewünschten Renditen – die notwendigen Einnahmen des PPP-Projektes zu prognostizieren. Dabei sind auch Anschubfinanzierungen oder Einmalzahlungen, die der öffentliche PPP-Partner gewährt, zu berücksichtigen.<sup>623</sup>

Die Abschätzung der Cashflows stellt zweifelsohne die grösste Schwierigkeit in der Bewertung potentiell zukünftiger Zielprojekte dar. Nichtsdestotrotz gibt es – wie oben beschrieben wurde – eine Reihe zuverlässiger Quellen um ausreichend belastbare Prognosen anstellen zu können. Die verbleibende Prognoseunsicherheit ist durch entsprechend höhere Eintretenswahrscheinlichkeiten  $P_i$  und Risikotragweiten  $T_i$  in der quantitativen Berechnung der Risikokosten zu berücksichtigen.

### 7.3.3 Prognostizierte Risikokosten im zeitlichen Verlauf

#### 7.3.3.1 Risikoidentifikation und Risikokategorisierung

Einen guten Ausgangspunkt für die Prognose der Risikokosten stellen die identifizierten und kategorisierten Risiken dar, die in „Anhang C – Risikosammelliste (bereinigt/kategorisiert)“ zusammengestellt sind.

#### 7.3.3.2 Risikobewältigung

Als erster Anhaltspunkt bezüglich der Risikoallokation, die den wichtigsten Schritt in der Risikobewältigung bei PPP-Projekten darstellt (vgl. Kapitel 6.1.3), dient „Anhang D – Gängige Risikoallokation bei PPP-Projekten“. Zudem ist anzumerken, dass es in der Praxis derzeit eine stärker werdende Tendenz zu standardisierten PPP-Verträgen gibt, sodass das Problem der nicht bekannten Risikoallokation bei zukünftigen PPP-Projekten abnehmen wird.<sup>624</sup> Neben der in der Praxis zunehmenden Standardisierung der Projektverträge, die eine erste Abschätzung der Risikoallokation ermöglicht, ist die Allokation der wichtigsten projektspezifischen Einzelrisiken üblicherweise auch in den Ausschreibungsunterlagen zur Präqualifikation angegeben und damit frühzeitig bekannt. Dieser Umstand kann im PPP-Projektselektionsprozess nutzbar gemacht werden. Die Summe der Rückschlüsse aus den Ausschreibungsunterlagen sowie den üblichen Standardisierungen erlaubt eine frühzeitige und ausreichend belastbare Einschätzung bezüglich der Risikoallokation.

<sup>623</sup> Vgl. YESCOMBE, E. R. (PPP - Principles of Policy and Finance 2007) S. 68f

<sup>624</sup> Vgl. etwa HM TREASURY (Standardisation of PF2 Contracts 2012)

### 7.3.3.3 *Quantitative Risikobewertung*

Die quantitative Risikobewertung zur Ermittlung der Eintretenswahrscheinlichkeiten  $P_i$  sowie der Risikotragweiten  $T_i$  kann bei ausreichend vorhandenen Daten im Bauunternehmen über Baukostenschwankungen, etc. auf statistischer Basis erfolgen. Sofern – und davon ist derzeit auszugehen – keine ausreichende Datenbasis vorhanden ist, sind die entsprechenden Einschätzungen zu den Eintretenswahrscheinlichkeiten  $P_i$  und den Risikotragweiten  $T_i$  von ausgewiesenen Experten vorzunehmen.

Auf Grund der Prognoseunsicherheit in den prognostizierten Cashflows von potentiell zukünftigen Zielprojekten sind im PPP-PSM höhere Eintretenswahrscheinlichkeiten  $P_i$  und höhere Risikotragweiten  $T_i$  zu berücksichtigen.

### 7.3.3.4 *Risikoklassifizierung – Risk Mapping Verfahren*

Die Risikoklassifizierung bei potentiell zukünftigen Zielprojekten erfolgt analog des für PPP-Bestandsprojekte vorgeschlagenen Prozesses unter Anwendung des Risk Mapping Verfahrens (vgl. Kapitel 6.1.5).

### 7.3.3.5 *Zeitabhängige Risikoentwicklung – probabilistisch (MCS)*

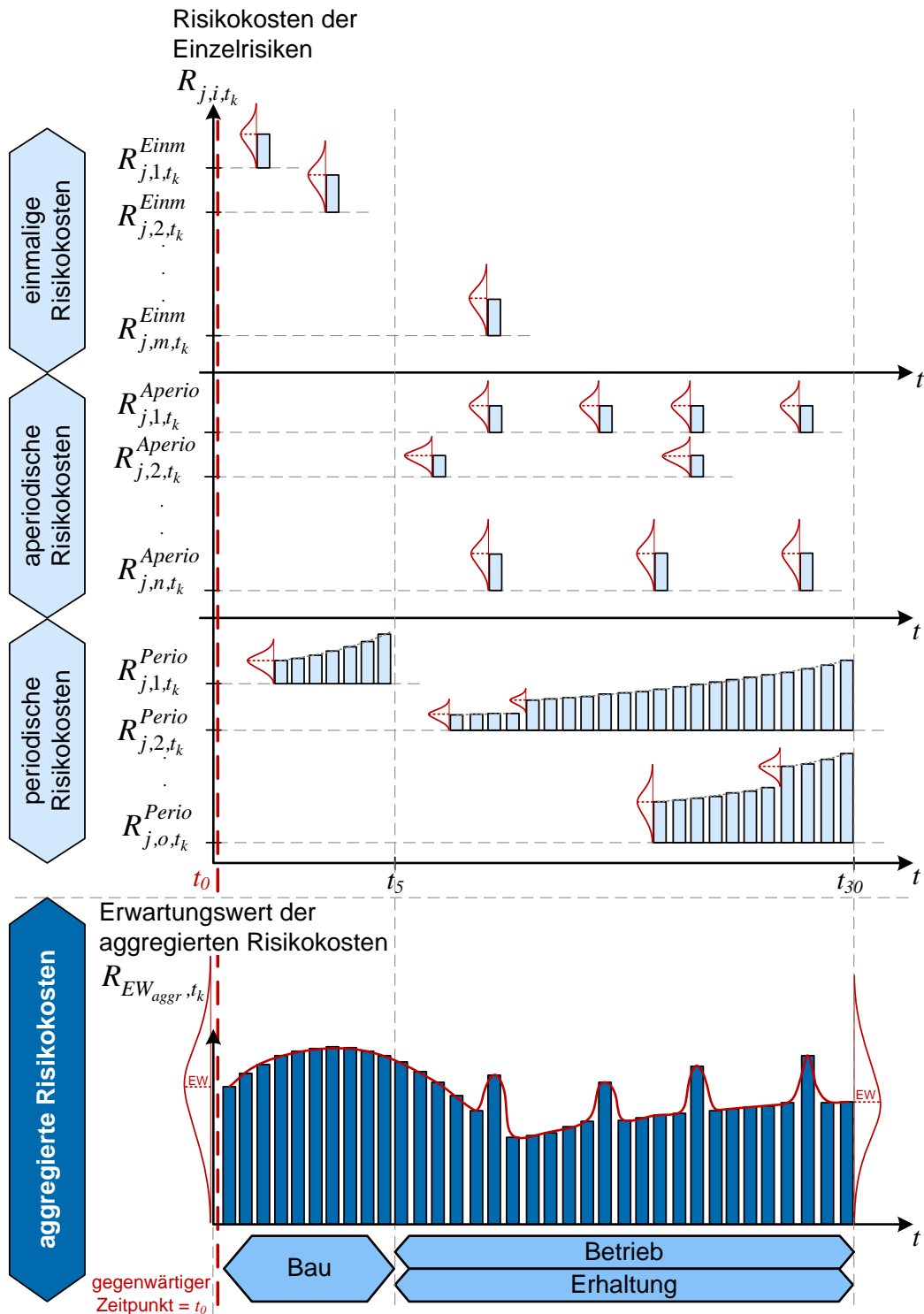
Die zeitabhängige Risikoentwicklung bei potentiell zukünftigen Zielprojekten verläuft ebenso analog des für PPP-Bestandsprojekte vorgeschlagenen Prozesses (vgl. Kapitel 6.1.6) unter Anwendung der MCS.

Wegen der Prognoseunsicherheit in den prognostizierten Cashflows von potentiell zukünftigen Zielprojekten (Kapitel 7.3.2) sind auch in diesem Prozessschritt höhere Eintretenswahrscheinlichkeiten  $P_i$  und höhere Risikotragweiten  $T_i$  zu berücksichtigen.

### 7.3.3.6 *Risikoaggregation – probabilistisch (MCS)*

Die Risikoaggregation bei potentiell zukünftigen Zielprojekten ist angelehnt an den für PPP-Bestandsprojekte vorgeschlagenen Prozess (vgl. Kapitel 6.1.7) und erfolgt unter Anwendung der MCS. Bei der Berechnung der aggregierten Risikokosten von potentiell zukünftigen Zielprojekten ist jedoch zu beachten, dass bei potentiell zukünftigen Zielprojekten in allen Geschäftsjahren Risiken auftreten können. Da bislang keine Cashflows erwirtschaftet wurden, handelt es sich bei allen Cashflows um prognostizierte, zukünftige Größen, die entsprechend mit Risiken behaftet sind (vgl. **Bild 65**). Somit ergeben sich für jedes Geschäftsjahr der PPP-Projektlaufzeit entsprechende Erwartungswerte der Risikokosten, die unter Berücksichtigung des Risikozuschlages den Erwartungswert der Gesamtrisikokosten ergeben.

Der Risikozuschlag ist bei potentiell zukünftigen Zielprojekten höher zu wählen als bei PPP-Bestandsprojekten, um die weitreichenderen Unsicherheiten abzudecken.



**Bild 65:** Risikoaggregation im Rahmen des PPP-PSM bei potentiell zukünftigen Zielprojekten (ab Zeitpunkt  $t_0$ )<sup>625</sup>

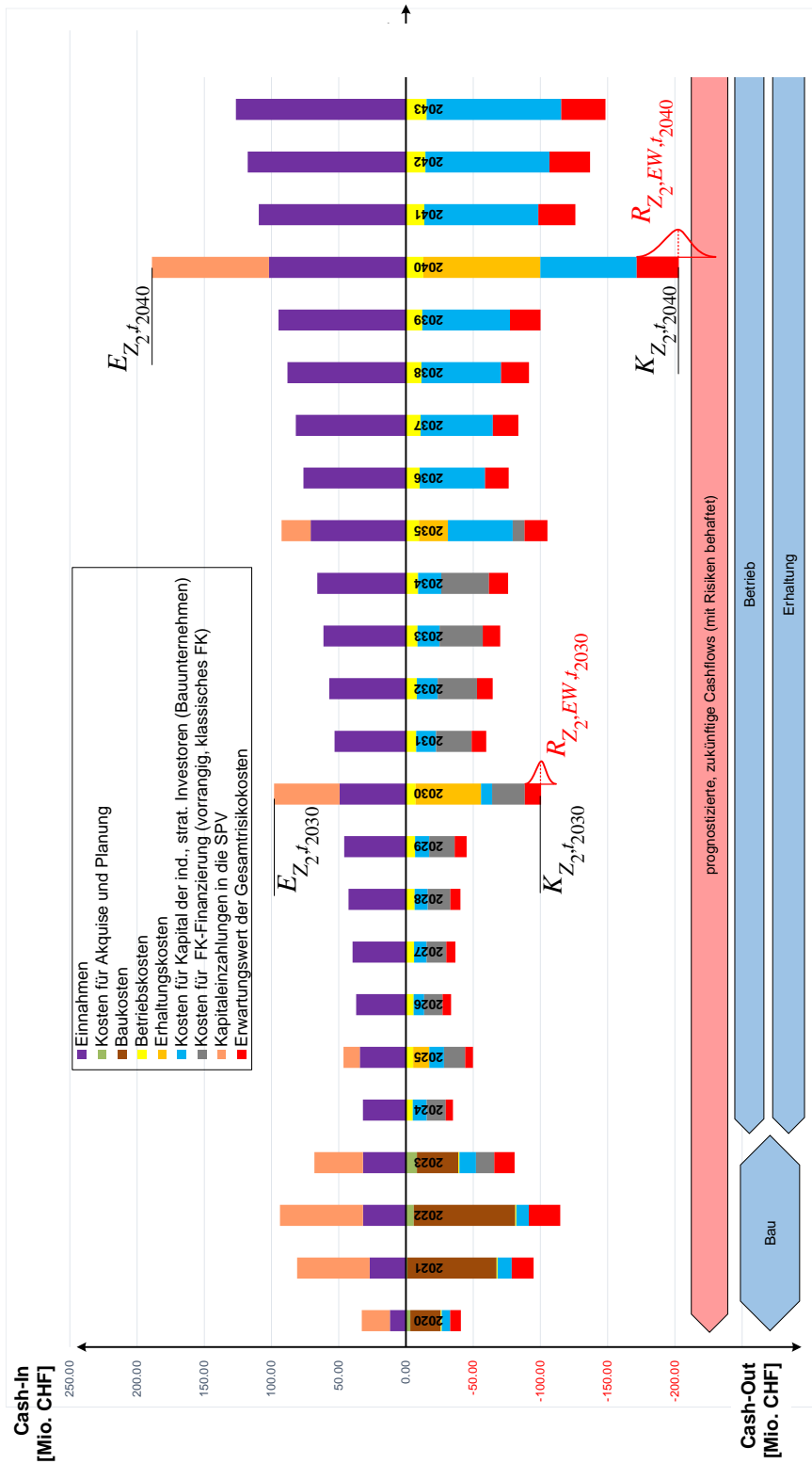
<sup>625</sup> Eigene Darstellung unter Berücksichtigung von GIRMSCHIED, G. (RA-Modell: Zeitliche Risikobelastung 2011), GIRMSCHIED, G. (RA Model 2013) S. 249ff sowie FIRMENICH, J. (Risikoallokation und Risikotragfähigkeit PPP 2014) S. 174ff

### 7.3.4 Prognostizierte Rendite unter Berücksichtigung der prognostizierten Risikokosten im zeitlichen Verlauf

Die Berechnung der Renditen bei potentiell zukünftigen Zielprojekten verläuft analog zur Berechnung der prognostizierten, zukünftigen Renditen bei PPP-Bestandsprojekten (vgl. Kapitel 6.2.2).

Um die in den Prämissen der MPT geforderte, probabilistische Abhängigkeit der Renditen von den Risiken zu erreichen (vgl. Kapitel 5.3.1.1), werden auch hier die probabilistisch ermittelten Gesamtrisikokosten (vgl. Kapitel 7.3.3.6) den Renditen zugeordnet (vgl. **Bild 66**). Dadurch werden die Renditen von einer probabilistischen Grösse beeinflusst und werden in der Folge durch den Erwartungswert und die Standardabweichung als zugehöriges Risikomass bestimmt (vgl. Formeln ( 6.12 ) bis ( 6.14 )).

Damit ist die Analyse der Risiken und Renditen der potentiell zukünftigen Zielprojekte abgeschlossen. Die hier auf der PPP-Projektebene ermittelten Erwartungswerte der Renditen sowie die Standardabweichungen dieser Erwartungswerte der Renditen werden in Modul 3 zur eigentlichen PPP-Projektselektionsentscheidung herangezogen.



**Bild 66:** Cashflow-Profil eines potentiell zukünftigen Zielprojektes mit Berücksichtigung der Gesamtrisikokosten<sup>626</sup>

<sup>626</sup> Eigene Darstellung



## **7.4 Zusammenfassung, Neuigkeitsgehalt und Beitrag zu den Fragen der Forschung – Modul 2**

### **7.4.1 Zusammenfassung von Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte**

In Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekt wird ein Ansatz vorgestellt, der zeigt, wie potentiell zukünftige Zielprojekte vorausgewählt und in weiterer Folge für die Verwendung in Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung quantitativ nutzbar gemacht werden können. Die Abläufe und Modellelemente zur quantitativen Erfassung der potentiell zukünftigen Zielprojekte (Modul 2) sind den in Modul 1 präsentierten Prozessen ähnlich, um eine effiziente und praktikable Umsetzung des PPP-PSM in der Praxis zu ermöglichen.

### **7.4.2 Wissenschaftlicher Neuigkeitsgehalt und Beitrag zur Beantwortung der Fragen der Forschung von Modul 2**

Der wissenschaftliche Neuigkeitsgehalt, der sich aus Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte ergibt, wird nachfolgend anhand der Fragen der Forschung beschrieben. Dabei wird die Zuteilung zu den Leitfragen der Praxis analog zu Kapitel 3.4 beibehalten.

#### *7.4.2.1 Neuigkeitsgehalt und Beitrag zu Leitfrage 1 – Anwendbarkeit*

Für Modul 2 war ursprünglich die Berechnung eines optimalen SOLL-PPP-Portfolios unter Anwendung der klassischen MPT sowie auf Basis eines fiktiven Efficient Frontier angedacht.<sup>627</sup> Dieses SOLL-Portfolio sollte in weiterer Folge als Orientierung für die tatsächliche PPP-Projektselektionsentscheidung dienen. Ein Abweichen von dieser Vorgehensweise war wegen der in Kapitel 5.3.1.2 genannten Gründe erforderlich. Um die Vorteile der MPT dennoch im PPP-Projektselektionsprozess nutzbar machen zu können, und gleichzeitig den praktischen Anforderungen der Bauunternehmen zu entsprechen, wurde der hier präsentierte, insgesamt praktikablere Ansatz gewählt.

#### *7.4.2.2 Neuigkeitsgehalt und Beitrag zu Leitfrage 2 – Prozessgestaltung*

Wie in Kapitel 7.4.2.1 erwähnt, ist die klassische MPT für die Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte in Bauunternehmen nicht praktikabel einsetzbar. Aus diesem Grund wird ein Ansatz gewählt, der die Berücksichtigung qualitativer, industriell-strategischer Anforderungen im PPP-Projektselektionsprozess erlaubt. Modul 2 bildet

---

<sup>627</sup> WEISSENBÖCK, S. UND GIRMSCHIED, G. (PPP Project Selection Model 2013)

damit die Brücke zwischen dem PPP-PSM und dem operativen Management des Bauunternehmens/der SGE-PPP.

#### *7.4.2.3 Neuigkeitsgehalt und Beitrag zu Leitfrage 3 – Datenermittlung*

Das Problem der mangelnden Datenverfügbarkeit betrifft alle MPT-basierten Modelle gleichermaßen und wird auch im Stand der Forschung mehrfach als identifiziertes Problem genannt. Im PPP-PSM wird diesem Problem durch entsprechend höhere Risikozuschläge sowie höhere Eintretenswahrscheinlichkeiten  $P_i$  und Risikotragweiten  $T_i$  begegnet. Des Weiteren lässt sich festhalten, dass durch die zunehmende Standardisierung der PPP-Verträge und der Risikoallokation bei PPP-Projekten die Prognosesicherheit in der Zukunft zunehmen wird.

#### *7.4.2.4 Neuigkeitsgehalt und Beitrag zu Leitfrage 4 – PPP-spezifische Umsetzung*

Die PPP-spezifische Umsetzung für Bauunternehmen wird in Modul 2 dadurch erreicht, dass die strategischen Anforderungen und Vorgaben des Bauunternehmens/der SGE-PPP in den PPP-Projektselektionsprozess einbezogen werden. Des Weiteren finden in der quantitativen Erfassung der qualitativ vorausgewählten Zielprojekte die Risiken aus den Leistungsbereichen Planung, Bau, Betrieb, Erhaltung und Finanzierung in holistischer Weise Berücksichtigung.

## 8 Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung

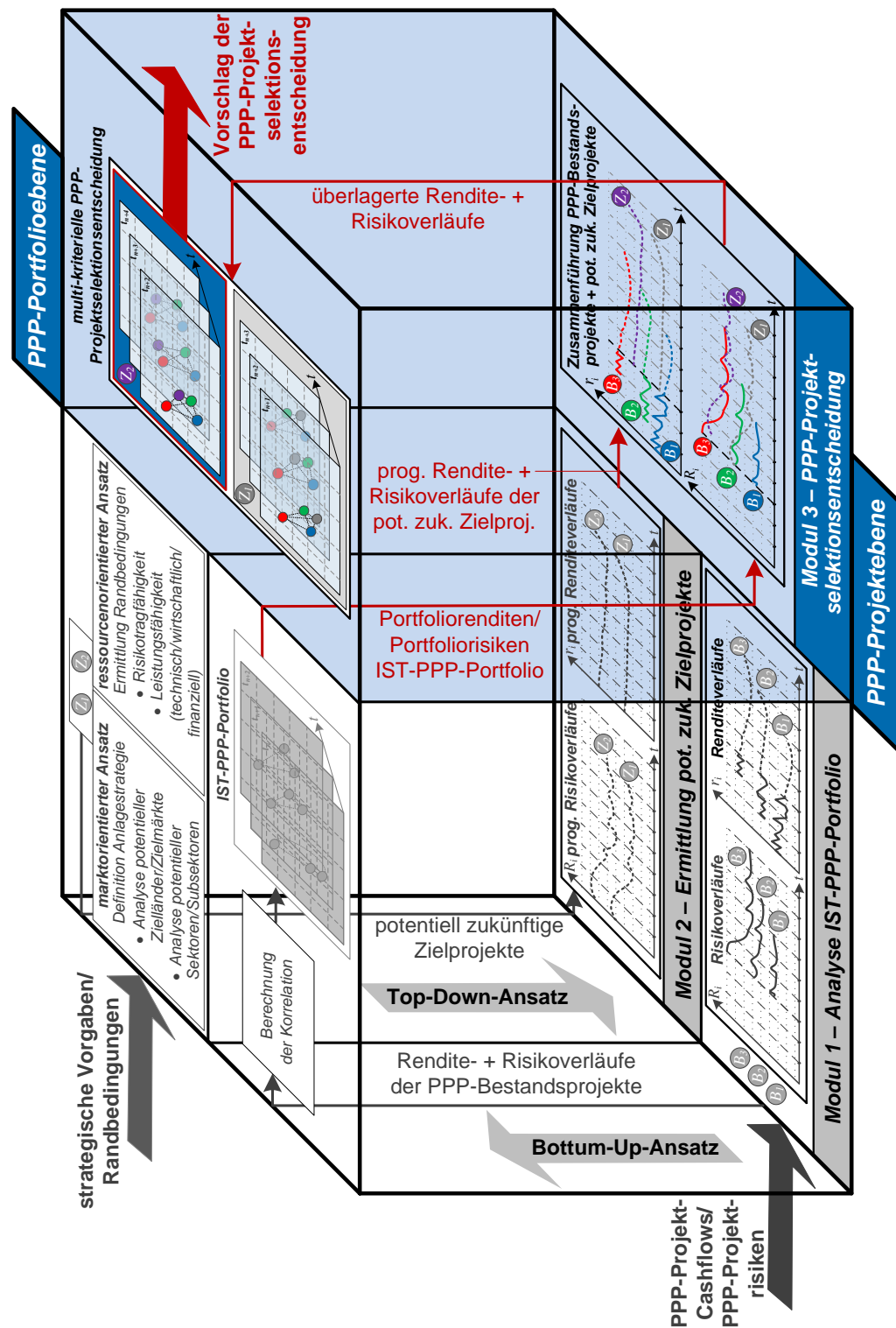
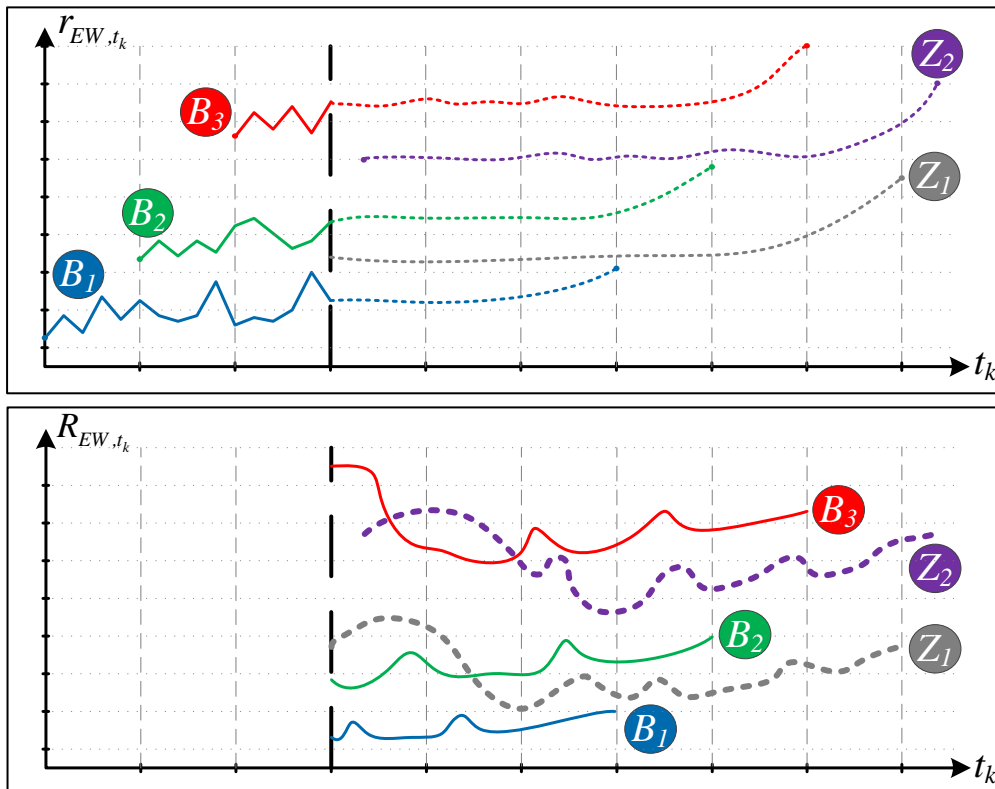


Bild 67: Überblick Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung<sup>628</sup>

<sup>628</sup> Eigene Darstellung

Das Modul 3 des PPP-PSM hat die eigentliche PPP-Projektselektionsentscheidung zum Inhalt (**Bild 67**). Um diese Entscheidung fällen zu können, werden zunächst auf der PPP-Projektebene die Rendite- und Risikoverläufe der einzelnen PPP-Bestandsprojekte und der in Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte identifizierten PPP-Projekte zusammen geführt. Die Auswahl desjenigen potentiell zukünftigen Zielprojektes, bei dem mit der Angebotsbearbeitung begonnen werden soll, erfolgt schliesslich auf der PPP-Portfolioebene. Hierbei kommt das in Kapitel 5.3.5.3 ausgewählte, multi-kriterielle Entscheidungsverfahren AHP zum Einsatz.

## 8.1 Zusammenführung der PPP-Bestandsprojekte und der ermittelten potentiell zukünftigen Zielprojekte



**Bild 68:** Zusammenführung der PPP-Bestandsprojekte des IST-PPP-Portfolios und der ermittelten potentiell zukünftigen Zielprojekte<sup>629</sup>

Die Zusammenführung der PPP-Bestandsprojekte und der ermittelten potentiellen Zielprojekte dient dazu, alle PPP-Projekte, die zur Bildung eines potentiell zukünftigen PPP-Portfolios zu berücksichtigen sind, im zeitlichen Ablauf korrekt abzubilden (**Bild 68**).

<sup>629</sup> Eigene Darstellung

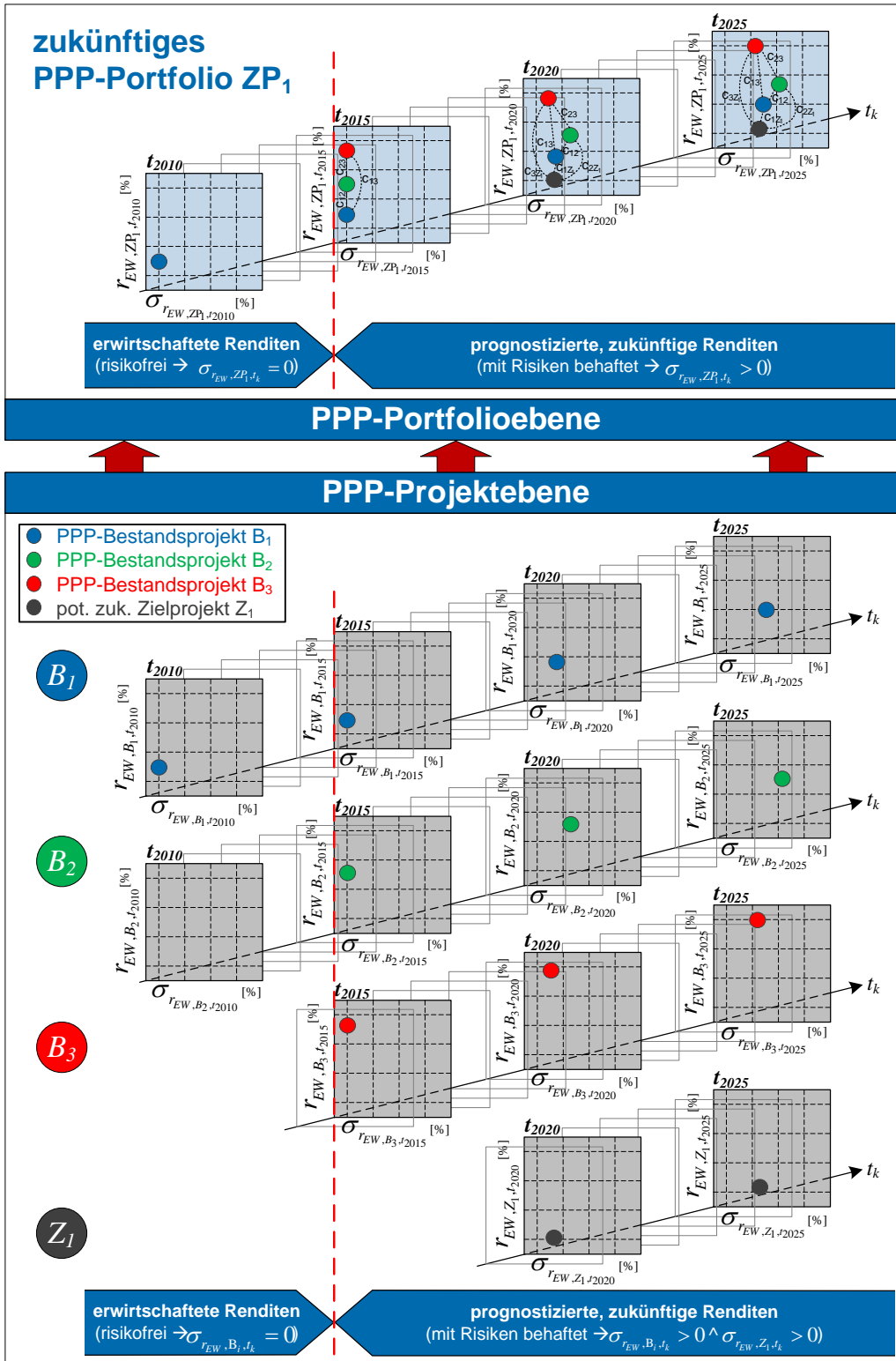
Um die nachfolgende Bildung der potentiell zukünftigen PPP-Portfolien eines Bauunternehmens/einer SGE-PPP zu ermöglichen, müssen folgende Daten zu den PPP-Bestandsprojekten (aus Modul 1 – Analyse des IST-PPP-Portfolios) und den ermittelten potentiell zukünftigen Zielprojekten (aus Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte) projektweise nebeneinander gestellt werden:

- der tatsächliche zeitliche Ablauf der PPP-Bestandsprojekte sowie der prognostizierte zeitliche Ablauf der ermittelten potentiell zukünftigen Zielprojekte;
- die Erwartungswerte der Gesamtrisikokosten jedes PPP-Bestandsprojektes ( $R_{EW, B_i, t_k}$ ) sowie jedes ermittelten potentiell zukünftigen Zielprojektes ( $R_{EW, Z_j, t_k}$ ) für jedes Geschäftsjahr  $t_k$  – die Erwartungswerte der Gesamtrisikokosten gehen später in die Berechnung der Korrelationskoeffizienten ein;
- die tatsächlich geplanten (PPP-Bestandsprojekte  $B_i$ ) bzw. prognostizierten (potentiell zukünftige Zielprojekte  $Z_j$ ) jährlichen Investitionsvolumina des Bauunternehmens/der SGE-PPP, die sich aus der Summe von klassischem Eigenkapital ( $EK_{B_i, t_k}$  bzw.  $EK_{Z_j, t_k}$ ), Gesellschafterdarlehen ( $GD_{B_i, t_k}$  bzw.  $GD_{Z_j, t_k}$ ) und Bauzwischenfinanzierung ( $BZ_{B_i, t_k}$  bzw.  $BZ_{Z_j, t_k}$ ) ergeben – diese Größen werden nachfolgend verwendet, um die Anteile jedes Projektes am zukünftigen PPP-Portfolio zu berechnen;
- die Erwartungswerte der Renditen jedes PPP-Bestandsprojektes ( $r_{EW, B_i, t_k}$ ) sowie jedes ermittelten potentiell zukünftigen Zielprojektes ( $r_{EW, Z_j, t_k}$ ) für jedes Geschäftsjahr  $t_k$  – die Erwartungswerte der Renditen gehen später in die Berechnung der Portfoliorendite des zukünftigen PPP-Portfolios ein;
- die Standardabweichung des Erwartungswertes der Renditen von jedem PPP-Bestandsprojekt ( $\sigma_{r_{EW, B_i, t_k}}$ ) sowie von jedem ermittelten potentiell zukünftigen Zielprojekt ( $\sigma_{r_{EW, Z_j, t_k}}$ ) für jedes Geschäftsjahr  $t_k$  – die Standardabweichungen des Erwartungswertes der Renditen gehen später in die Berechnung der Standardabweichung des zukünftigen PPP-Portfolios ein.

Diese Daten werden optimalerweise in einem separaten Registerblatt des mathematischen Modells zusammengefasst und so für die Bildung der zukünftigen PPP-Portfolien bereitgestellt.

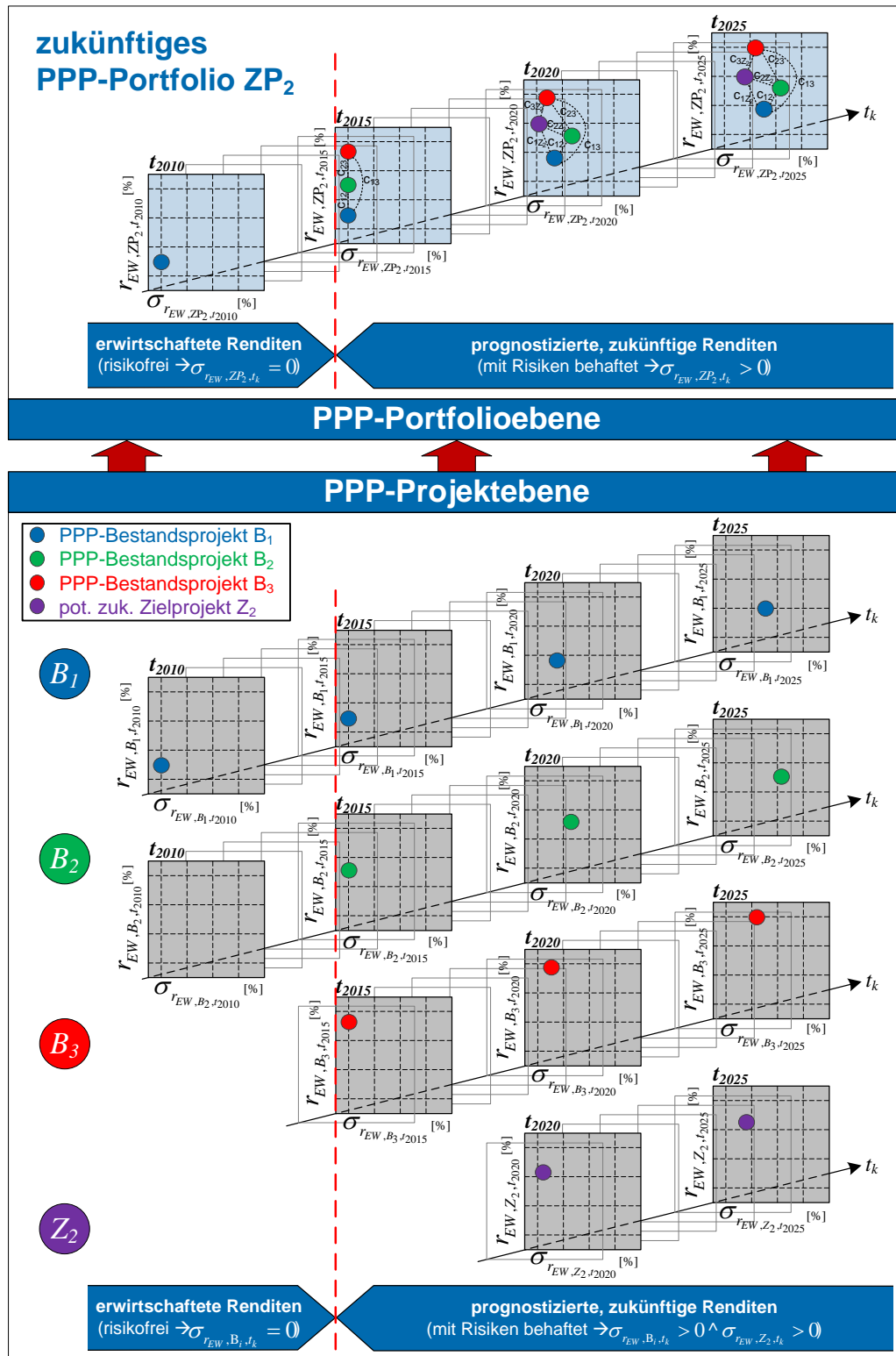
## 8.2 Bildung der potentiell zukünftigen PPP-Portfolien

Im nächsten Schritt werden die potentiell zukünftigen PPP-Portfolien durch Zusammenführung der PPP-Bestandsprojekte mit je einem potentiell zukünftigen Zielprojekt gebildet. Somit ergibt sich für jedes potentiell zukünftige Zielprojekt  $Z_j$  ein zugehöriges, zukünftiges PPP-Portfolio  $ZP_j$  (vgl. **Bild 69** und **Bild 70** für zwei potentiell zukünftige Zielprojekte  $Z_1$  und  $Z_2$ ).



**Bild 69:** Bildung eines zukünftigen PPP-Portfolios  $ZP_1$  aus den PPP-Bestandsprojekten und dem ermittelten potentiell zukünftigen Zielprojekt  $Z_1$ <sup>630</sup>

<sup>630</sup> Eigene Darstellung



**Bild 70:** Bildung des zukünftigen PPP-Portfolios ZP<sub>2</sub> aus den PPP-Bestandsprojekten und dem ermittelten potentiell zukünftigen Zielprojekt Z<sub>2</sub><sup>631</sup>

<sup>631</sup> Eigene Darstellung

Die mathematischen Zusammenhänge ergeben sich analog der Formeln ( 6.18 ) bis ( 6.22 ) sowie ( 6.27 ) und ( 6.28 ) und werden aus Gründen der Vollständigkeit nachfolgend mit der entsprechend angepassten Notation nochmal angegeben.

### 8.2.1 Rendite eines zukünftigen PPP-Portfolios

Die Rendite eines zukünftigen PPP-Portfolios  $ZP_j$  lässt sich durch Bildung des gewichteten Mittels der Renditen der einzelnen PPP-Bestandsprojekte  $B_i$  zuzüglich des gewichteten potentiell zukünftigen Zielprojektes  $Z_j$  berechnen. Unter Berücksichtigung der zeitlichen Dimension  $t_k$  gilt folgender Zusammenhang:

$$r_{EW,ZP_j,t_k} = \sum_{i=1}^l \left( x_{i,t_k} r_{EW,B_i,t_k} \right) + x_{j,t_k} r_{EW,Z_j,t_k} \quad (8.1)$$

mit:	$r_{EW,ZP_j,t_k}$	Erwartungswert der Rendite des zukünftigen PPP-Portfolios $ZP_j$ aus den PPP-Bestandsprojekten $B_i$ und dem potentiell zukünftigen Zielprojekt $Z_j$ im Geschäftsjahr $t_k$ [%]
	$r_{EW,B_i,t_k}$	Erwartungswert der Rendite des PPP-Bestandsprojektes $B_i$ im Geschäftsjahr $t_k$ [%]
	$x_{i,t_k}$	Anteil des PPP-Bestandsprojektes $B_i$ am zukünftigen PPP-Portfolio $ZP_j$ im Geschäftsjahr $t_k$ [-]
	$r_{EW,Z_j,t_k}$	Erwartungswert der Rendite des potentiell zukünftigen Zielprojektes $Z_j$ im Geschäftsjahr $t_k$ [%]
	$x_{j,t_k}$	Anteil des potentiell zukünftigen Zielprojektes $Z_j$ am zukünftigen PPP-Portfolio $ZP_j$ im Geschäftsjahr $t_k$ [-]
	$l$	Anzahl an PPP-Bestandsprojekten $B_i$ im zukünftigen PPP-Portfolio [-]

Für die Berechnung der Anteile am zukünftigen PPP-Portfolio müssen folgende Randbedingungen gelten:

$$\sum_{i=1}^l x_{i,t_k} + x_{j,t_k} = 1 \quad \text{und} \quad x_{i,t_k} \geq 0 \quad \forall i \quad \text{und} \quad x_{j,t_k} \geq 0 \quad (8.2)$$

wobei sich der Anteil eines potentiell zukünftigen Zielprojektes  $Z_j$  am zukünftigen PPP-Portfolio im Geschäftsjahr  $t_k$  wie folgt berechnet:

$$x_{j,t_k} = \frac{\text{EK}_{Z_j,t_k} + \text{GD}_{Z_j,t_k} + \text{BZ}_{Z_j,t_k}}{\sum_{i=1}^l \text{EK}_{B_i,t_k} + \sum_{i=1}^l \text{GD}_{B_i,t_k} + \sum_{i=1}^l \text{BZ}_{B_i,t_k} + \text{EK}_{Z_j,t_k} + \text{GD}_{Z_j,t_k} + \text{BZ}_{Z_j,t_k}} \quad (8.3)$$



mit:	$x_{j,t_k}$	Anteil des potentiell zukünftigen Zielprojektes $Z_j$ am zukünftigen PPP-Portfolio $ZP_j$ im Geschäftsjahr $t_k$ [-]
	$EK_{Z_j,t_k}$	in das potentiell zukünftige Zielprojekt $Z_j$ investiertes Eigenkapital im Geschäftsjahr $t_k$ [CHF]
	$GD_{Z_j,t_k}$	in das potentiell zukünftige Zielprojekt $Z_j$ investiertes Gesellschafterdarlehen im Geschäftsjahr $t_k$ [CHF]
	$BZ_{Z_j,t_k}$	in das potentiell zukünftige Zielprojekt $Z_j$ investierte Bauzwischenfinanzierung im Geschäftsjahr $t_k$ [CHF]
	$\sum_{i=1}^l EK_{B_i,t_k}$	Summe des in alle PPP-Bestandsprojekte investierten Eigenkapitals im Geschäftsjahr $t_k$ [CHF]
	$\sum_{i=1}^l GD_{B_i,t_k}$	Summe des in alle PPP-Bestandsprojekte investierten Gesellschafterdarlehens im Geschäftsjahr $t_k$ [CHF]
	$\sum_{i=1}^l BZ_{B_i,t_k}$	Summe der in alle PPP-Bestandsprojekte investierten Bauzwischenfinanzierungen im Geschäftsjahr $t_k$ [CHF]

Die Zusammenhänge gelten für die Berechnung der Anteile der PPP-Bestandsprojekte  $x_{i,t_k}$  analog.

### 8.2.2 Standardabweichung eines zukünftigen PPP-Portfolios

Wie die Berechnung der Standardabweichung eines zukünftigen PPP-Portfolios  $ZP_j$  erfolgt, verdeutlicht der nachfolgende Zusammenhang, der sich aus Formel ( 6.21 ) ableiten lässt.

$$\sigma_{r_{EW},ZP_j,t_k}^2 = \sum_{i=1}^l \sum_{m=1}^l x_{i,t_k} x_{m,t_k} \sigma_{r_{EW},B_i,t_k} \sigma_{r_{EW},B_m,t_k} c_{im,t_k} + \sum_{i=1}^l x_{i,t_k} x_{j,t_k} \sigma_{r_{EW},B_i,t_k} \sigma_{r_{EW},Z_j,t_k} c_{ij,t_k} + x_{j,t_k}^2 \sigma_{r_{EW},Z_j,t_k}^2 c_{jj,t_k} \tag{ 8.4 }$$

mit:	$\sigma_{r_{EW},ZP_j,t_k}^2$	Varianz des Erwartungswertes der Rendite des zukünftigen PPP-Portfolios $ZP_j$ aus den PPP-Bestandsprojekten $B_i$ und dem potentiell zukünftigen Zielprojekt $Z_j$ im Geschäftsjahr $t_k$ [-]
	$x_{i,t_k}$	Anteil des PPP-Bestandsprojektes $B_i$ am zukünftigen PPP-Portfolio $ZP_j$ im Geschäftsjahr $t_k$ [-]
	$x_{m,t_k}$	Anteil des PPP-Bestandsprojektes $B_m$ am zukünftigen PPP-Portfolio $ZP_j$ im Geschäftsjahr $t_k$ [-]
	$x_{j,t_k}$	Anteil des potentiell zukünftigen Zielprojektes $Z_j$ am zukünftigen PPP-Portfolio $ZP_j$ im Geschäftsjahr $t_k$ [-]
	$\sigma_{r_{EW},B_i,t_k}$	Standardabweichung des Erwartungswertes der Rendite des PPP-Bestandsprojektes $B_i$ im Geschäftsjahr $t_k$ [-]

$\sigma_{r_{EW}, B_m, t_k}$	Standardabweichung des Erwartungswertes der Rendite des PPP-Bestandsprojektes $B_m$ im Geschäftsjahr $t_k$ [-]
$\sigma_{r_{EW}, Z_j, t_k}$	Standardabweichung des Erwartungswertes der Rendite des potentiell zukünftigen Zielprojektes $Z_j$ im Geschäftsjahr $t_k$ [-]
$c_{im, t_k}$	Korrelationskoeffizient zwischen den PPP-Bestandsprojekten $B_i$ und $B_m$ im Geschäftsjahr $t_k$ [-]
$c_{ij, t_k}$	Korrelationskoeffizient zwischen dem PPP-Bestandsprojekt $B_i$ und dem potentiell zukünftigen Zielprojekt $Z_j$ im Geschäftsjahr $t_k$ [-]
$c_{jj, t_k} = 1$	Korrelationskoeffizient eines potentiell zukünftigen Zielprojektes $Z_j$ mit sich selbst (=1) im Geschäftsjahr $t_k$ [-]
$l$	Anzahl der PPP-Bestandsprojekte im zukünftigen PPP-Portfolio $ZP_j$ [-]

Die Standardabweichung folgt dann aus dem Zusammenhang (vgl. Formel ( 6.22 )):

$$\sigma_{r_{EW}, ZP_j, t_k} = \sqrt{\sigma_{r_{EW}, ZP_j, t_k}^2} \quad (8.5)$$

mit: $\sigma_{r_{EW}, ZP_j, t_k}^2$	Varianz des Erwartungswertes der Rendite des zukünftigen PPP-Portfolios $ZP_j$ aus den PPP-Bestandsprojekten $B_i$ und dem potentiell zukünftigen Zielprojekt $Z_j$ im Geschäftsjahr $t_k$ [-]
$\sigma_{r_{EW}, ZP_j, t_k}$	Standardabweichung des Erwartungswertes der Rendite des zukünftigen PPP-Portfolios $ZP_j$ aus den PPP-Bestandsprojekten $B_i$ und dem potentiell zukünftigen Zielprojekt $Z_j$ im Geschäftsjahr $t_k$ [-]

Wie die Korrelationskoeffizienten zwischen zwei PPP-Bestandsprojekten errechnet werden, wurde in den Formeln ( 6.27 ) und ( 6.28 ) bereits angegeben.<sup>632</sup> Für die Berechnung der Korrelation zwischen einem PPP-Bestandsprojekt  $B_i$  und einem potentiell zukünftigen Zielprojekt  $Z_j$  gelten die grundlegenden Zusammenhänge entsprechend **Bild 62** analog. Die Korrelationskoeffizienten zwischen einem PPP-Bestandsprojekt  $B_i$  und einem potentiell zukünftigen Zielprojekt  $Z_j$  im Geschäftsjahr  $t_k$  errechnen sich entsprechend wie folgt:

$$c_{ij, t_k} = \frac{COV_{ij, t_k}}{\sigma_{R_{EW}, B_i, t_k} * \sigma_{R_{EW}, Z_j, t_k}} \quad (8.6)$$

<sup>632</sup> Beachte: In den beiden genannten Formeln beziehen sich die Indizes  $i$  und  $j$  jeweils auf ein PPP-Bestandsprojekt. Im gegenständlichen Kapitel wurden hierfür die Indizes  $i$  und  $m$  verwendet, da der Index  $j$  bereits durch die potentiell zukünftigen Zielprojekte belegt ist.

- mit:  $c_{ij,t_k}$  Korrelationskoeffizient zwischen dem PPP-Bestandsprojekt  $B_i$  und dem potentiell zukünftigen Zielprojekt  $Z_j$  im Geschäftsjahr  $t_k$
- $COV_{ij,t_k}$  Kovarianz zwischen dem PPP-Bestandsprojekt  $B_i$  und dem potentiell zukünftigen Zielprojekt  $Z_j$  im Geschäftsjahr  $t_k$
- $\sigma_{R_{EW,B_i,t_k}}$  Standardabweichung der periodenbezogenen Erwartungswerte der Gesamtrisikokosten von PPP-Bestandsprojekt  $B_i$  über den im Geschäftsjahr  $t_k$  zu berücksichtigenden Betrachtungszeitraum
- $\sigma_{R_{EW,Z_j,t_k}}$  Standardabweichung der periodenbezogenen Erwartungswerte der Gesamtrisikokosten des potentiell zukünftigen Zielprojektes  $Z_j$  über den im Geschäftsjahr  $t_k$  zu berücksichtigenden Betrachtungszeitraum

Die in Formel ( 8.6 ) verwendete Kovarianz  $COV_{ij,t_k}$  wird wie folgt berechnet:

$$COV_{ij,t_k} = \frac{1}{n} \sum_{a=1}^n (R_{EW,B_i,t_a} * R_{EW,Z_j,t_a}) - \overline{R_{EW,B_i,t_a}} * \overline{R_{EW,Z_j,t_a}} \quad ( 8.7 )$$

wobei gilt:  $t_k \leq t_a \leq t_n$

- mit:  $COV_{ij,t_k}$  Kovarianz zwischen dem PPP-Bestandsprojekt  $B_i$  und dem potentiell zukünftigen Zielprojekt  $Z_j$  im Geschäftsjahr  $t_k$
- $n$  Anzahl der für die Berechnung relevanten Geschäftsjahre im Betrachtungszeitraum (vgl. **Bild 62**)
- $R_{EW,B_i,t_a}$  Erwartungswert der Gesamtrisikokosten des PPP-Bestandsprojektes  $B_i$  im Geschäftsjahr  $t_a$
- $R_{EW,Z_j,t_a}$  Erwartungswert der Gesamtrisikokosten des potentiell zukünftigen Zielprojektes  $Z_j$  im Geschäftsjahr  $t_a$
- $\overline{R_{EW,B_i,t_a}}$  Mittelwert der jährlichen Erwartungswerte der Gesamtrisikokosten des PPP-Bestandsprojektes  $B_i$  innerhalb des Betrachtungszeitraums
- $\overline{R_{EW,Z_j,t_a}}$  Mittelwert der jährlichen Erwartungswerte der Gesamtrisikokosten des PPP-Bestandsprojektes  $B_j$  innerhalb des Betrachtungszeitraums

Werden die beschriebenen mathematischen Zusammenhänge für jedes zukünftige PPP-Portfolio  $ZP_j$  ausgeführt, so stehen die Ausgangsdaten für die multi-kriterielle PPP-Projektselektionsentscheidung, die wiederum auf der PPP-Portfolioebene ausgeführt wird (vgl. **Bild 67**), zur Verfügung.

### 8.3 Multi-kriterielle PPP-Projektselektionsentscheidung

Nachdem die zukünftigen PPP-Portfolien  $ZP_j$  zusammengestellt wurden, lassen sich erste Aussagen über diese Portfolien treffen. So lässt sich etwa sagen:

- welches zukünftige PPP-Portfolio  $ZP_j$  in einem bestimmten Geschäftsjahr  $t_k$  einen höheren Erwartungswert der Rendite  $r_{EW,ZP_j,t_k}$  aufweist,
- welches zukünftige PPP-Portfolio  $ZP_j$  in einem bestimmten Geschäftsjahr  $t_k$  das geringere Portfoliorisiko (die geringer Standardabweichung vom Erwartungswert der Rendite)  $\sigma_{r_{EW,ZP_j,t_k}}$  aufweist,
- welches potentiell zukünftige Zielprojekt  $Z_j$  in der gesamten PPP-Projektlaufzeit die höheren Gesamtrisikokosten  $\sum_{k=1}^n R_{EW,Z_j,t_k}$  im Verhältnis zur Projektgrösse aufweist,
- welches zukünftige PPP-Portfolio  $ZP_j$  durchschnittlich (in einem definierten Zeitraum) einen höheren Erwartungswert der Rendite aufweist und
- welches zukünftige PPP-Portfolio  $ZP_j$  (in einem definierten Zeitraum) ein geringeres Portfoliorisiko (eine geringere Standardabweichung vom Erwartungswert der Rendite) aufweist.

Diese Aussagen geben einen guten Überblick, welche Auswirkungen die erfolgreiche Akquisition eines zur Auswahl stehenden, potentiell zukünftigen Zielprojektes  $Z_j$  auf das PPP-Bestandsprojektportfolio (IST-PPP-Portfolio) hat. Eine eindeutige PPP-Projektselektionsentscheidung lässt sich hieraus i. d. R. jedoch nicht ableiten, es sei denn, das betreffende Bauunternehmen/die betreffende SGE-PPP verfolgt ausschliesslich das Ziel der Risikominimierung bzw. der Renditemaximierung. Üblicherweise wird aber ein Zielkonflikt zu erwarten sein, da eine höhere Rendite meist mit einem höheren Risiko verbunden ist. Diesen Zielkonflikt gilt es mittels der in Kapitel 5.3.5.3 festgelegten multi-kriteriellen AHP-Methode aufzulösen.

#### 8.3.1 Grundlagen der AHP-Methode

Die AHP-Methode wurde in den 1970er Jahren durch den amerikanischen Mathematiker THOMAS SAATY<sup>633</sup> entwickelt, um komplexe, multi-kriterielle Entscheidungsprobleme auf quantitativ-rationaler Basis zu lösen. Aus **Bild 42** wird ersichtlich, dass die AHP-Methode zu den MADM-Verfahren zählt, die – wie in Kapitel 5.3.5.2 beschrieben – bei Entscheidungsproblemen zum Einsatz kommen, bei denen nur eine begrenzte Anzahl an Lösungsmöglichkeiten besteht und bei denen auch die Anzahl der Zielkriterien endlich ist.<sup>634</sup>

<sup>633</sup> Vgl. SAATY, T. L. (Analytic Hierarchy Process 1980)

<sup>634</sup> Vgl. ZIMMERMANN, H.-J. UND GUTSCHE, L. (Multi-Criteria Analyse 1991) S. 260

Die AHP-Methode zeichnet sich durch eine strenge hierarchische Gliederung der Zielkriterien sowie durch eine relative Gewichtung der Kriterien zueinander aus. Relative Gewichtung bedeutet in diesem Zusammenhang, dass immer zwei Zielkriterien einander gegenübergestellt werden und „...eine relative Verhältnisabwägung zwischen den Kriterien stattfindet.“<sup>635</sup> Durch diesen paarweisen Vergleich der Zielkriterien wird eine hohe Transparenz im Entscheidungsprozess erreicht.

Die Durchführung der AHP-Methode gliedert sich in folgende Schritte:<sup>636</sup>

- 1) die Definition des Entscheidungsproblems inkl. der Festlegung der Lösungsmöglichkeiten und Kriterien in ihren Hierarchieebenen (Hauptkriterien, Unterkriterien),
- 2) die Bildung der Kriteriengewichtungsfaktoren mit Gewichtung der Kriterien untereinander (relative Gewichtung) sowie der Berechnung der absoluten Gewichtungen getrennt nach Haupt- und Unterkriterien,
- 3) die Bildung der Vergleichsfaktoren zur Bewertung der Lösungsmöglichkeiten nach den einzelnen Kriterien und
- 4) die Entscheidungsfindung.

Die einzelnen Schritte werden nachfolgend für das vorliegende Entscheidungsproblem einer PPP-Projektselektionsentscheidung aufbereitet.

### 8.3.2 Definition des Entscheidungsproblems

Im vorliegenden Entscheidungsproblem der PPP-Projektselektion ist die Anzahl an Lösungsmöglichkeiten durch die in Modul 2 ermittelten, potentiell zukünftigen Zielprojekte  $Z_j$  und den daraus abgeleiteten, zukünftigen PPP-Portfolien  $ZP_j$  bestimmt.

Als Hauptkriterien sind bei Anwendung der MPT nur zwei Kriterien sinnvoll zu verwenden:

- 1) Hauptkriterium 1 ( $HK_1$ ): die Erwartungswerte der Renditen der zukünftigen PPP-Portfolios  $ZP_j$  sowie
- 2) Hauptkriterium 2 ( $HK_2$ ): die Standardabweichungen der Erwartungswerte der Renditen der zukünftigen PPP-Portfolios  $ZP_j$ .

Die beiden Hauptkriterien lassen sich – sofern seitens der Entscheidungsträger des jeweiligen Bauunternehmens/der SGE-PPP gewünscht – durch Unterkriterien ergänzen, um die unterschiedliche zeitliche Entwicklung der Renditen, der Risiken und der Korrelationen zu berücksichtigen. Häufig ist aus wirtschaftlichen Überlegungen die kurzfristige Entwicklung des Bauunternehmens/der SGE-PPP (beispielsweise in den

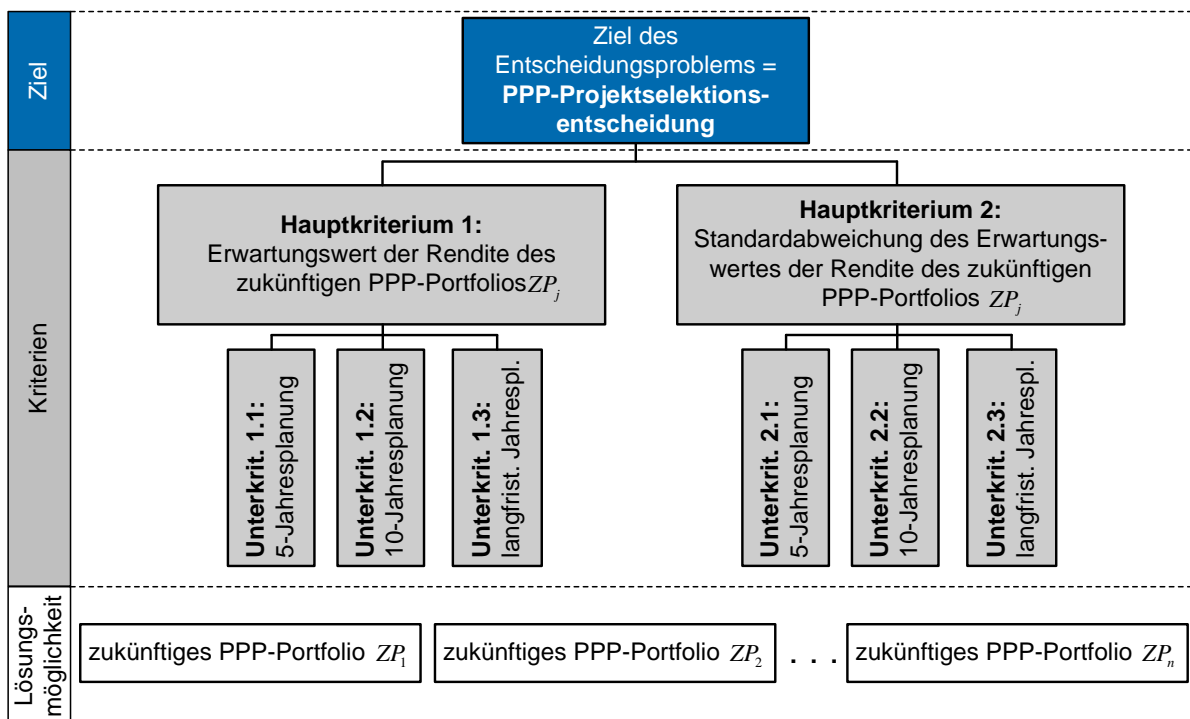
<sup>635</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Angebots- und Ausführungsmanagement 2015) S. 195

<sup>636</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Projektentwicklung 2014) S. 164

kommenden fünf Jahren – 5-Jahresplanung), die mittelfristige Entwicklung (etwa in den kommenden zehn Jahren – 10-Jahresplanung) und die langfristige Entwicklung von Interesse. Um die langfristige Entwicklung abzubilden, bietet sich im Zusammenhang mit PPP-Projekten ein Zeitraum von 20 bis 25 Jahren an. Bei längeren Zeiträumen ist normalerweise bei den meisten PPP-Bestandsprojekten das Ende des PPP-Vertrages erreicht (vgl. **Bild 5**), sodass ein noch längerer Betrachtungszeitraum zur Bewertung des Portfolios keinen Sinn macht. Ist aus Sicht der verantwortlichen Entscheidungsträger die kurzfristige Portfolioentwicklung prioritär, so kann diesem Unterkriterium eine höhere Gewichtung beigemessen werden. Ist umgekehrt die langfristige Ausrichtung entscheidend, so wird entsprechend dieses Unterkriterium höher gewichtet. In der vorliegenden Arbeit sind so jedem Hauptkriterium drei Unterkriterien zugeordnet, die sich bei einer Umsetzung des PPP-PSM in der Praxis individuell anpassen lassen:

- 1) Unterkriterium 1: 5-Jahresplanung (Betrachtung der kommenden 5 Jahre),
- 2) Unterkriterium 2: 10-Jahresplanung (Betrachtung der kommenden 10 Jahre),
- 3) Unterkriterium 3: langfristige Jahresplanung (Betrachtung der kommenden 20 Jahre).

Die Definition des Entscheidungsproblems wird in **Bild 71** zusammengefasst.



**Bild 71:** Definition und hierarchische Struktur der PPP-Projektselektionsentscheidung<sup>637</sup>

<sup>637</sup> In Anlehnung an GIRMSCHIED, G. (Projektentwicklung 2014) S. 165

Abschliessend ist anzumerken, dass die zwei Hauptkriterien durch die Anwendung der MPT vorgegeben sind. Die Unterkriterien können hingegen frei durch das Bauunternehmen/die SGE-PPP, die das PPP-PSM umsetzt, gewählt und auf die jeweiligen Belange ausgerichtet werden.

### 8.3.3 Bildung der Kriteriengewichtungsfaktoren

Basierend auf der Definition des Entscheidungsproblems, in der zwei separate Hierarchieebenen unterschieden werden, werden die Kriteriengewichtungsfaktoren für die Haupt- und Unterkriterien separat festgelegt.<sup>638</sup>

Da im gegenständlichen Entscheidungsproblem nur zwei Hauptkriterien existieren, können die relativen Gewichtungen der beiden Hauptkriterien unmittelbar aus der Ausrichtung der Anlagestrategie (vgl. Kapitel 7.1) des Bauunternehmens/der SGE-PPP abgeleitet werden. Wird eine sehr schwache Präferenz<sup>639</sup> zugunsten des Risikos (der Standardabweichung) gewählt, was tendenziell einer leicht risikoaversen Grundhaltung entspricht, so lassen sich beispielsweise folgende Zusammenhänge angeben:

$$HK_1 : HK_2 = 1 : 2 \rightarrow g_{12}^{rel} = \frac{1}{2} \quad (8.8)$$

mit:  $HK_1$  Hauptkriterium 1 – Erwartungswert der Renditen des zukünftigen PPP-Portfolios  $ZP_j$ ,  
 $HK_2$  Hauptkriterium 2 – Standardabweichungen des Erwartungswertes der Renditen des zukünftigen PPP-Portfolios  $ZP_j$ ,  
 $g_{12}^{rel}$  relativer Gewichtungsfaktor zwischen Hauptkriterien 1 und 2

Auf Grund des paarweisen Vergleichs lässt sich folgende Matrix der relativen Gewichtungsfaktoren für die Hauptkriterien angeben:

$$\mathbf{G}_{HK}^{rel} = \begin{bmatrix} g_{11}^{rel} = 1 & g_{12}^{rel} = \frac{1}{g_{21}^{rel}} \\ g_{21}^{rel} = \frac{1}{g_{12}^{rel}} & g_{22}^{rel} = 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 \\ 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (8.9)$$

<sup>638</sup> Der nachfolgende Berechnungsablauf folgt in seiner Grundstruktur und Formulierung den Ausführungen von GIRMSCHIED, G. (Projektentwicklung 2014) S. 167ff sowie GIRMSCHIED, G. (Angebots- und Ausführungsmanagement 2015) S. 198ff

<sup>639</sup> Skala für die Festlegung der Kriteriengewichtung auf qualitativer Basis, vgl. GIRMSCHIED, G. (Projektentwicklung 2014) S. 167

mit:  $\mathbf{G}_{HK}^{rel}$  Matrix der relativen Gewichtungsfaktoren der Hauptkriterien  
 $g_{12}^{rel}$  relativer Gewichtungsfaktor zwischen Hauptkriterien 1 und 2  
 die übrigen Größen ergeben sich durch Variation der Indizes entsprechend.

Im nächsten Schritt sind die relativen Gewichtungsfaktoren der Unterkriterien  $UK_{1.1}$  bis  $UK_{1.3}$  sowie  $UK_{2.1}$  bis  $UK_{2.3}$  zu ermitteln. Je nach Anlagestrategie des Bauunternehmens/der SGE-PPP wird der kurz-, mittel- oder langfristige Erfolg des Unternehmens am höchsten gewichtet. Wird beispielsweise die Grundannahme getroffen, dass der 5-Jahresplanung eine hohe Bedeutung zukommt, der 10-Jahresplanung eine mittlere Bedeutung und der langfristigen Planung eine geringe Bedeutung, so ergeben sich unter Berücksichtigung der Skala nach GIRMSCHIED (2014) S. 167 die Gewichtungsfaktoren wie folgt:

$$\begin{aligned}
 UK_{1.1} : UK_{1.2} = 2 : 1 &\rightarrow g_{11,12}^{rel} = \frac{2}{1} = 2 \\
 UK_{1.1} : UK_{1.3} = 5 : 1 &\rightarrow g_{11,13}^{rel} = \frac{5}{1} = 5 \\
 UK_{1.2} : UK_{1.3} = 3 : 1 &\rightarrow g_{12,13}^{rel} = \frac{3}{1} = 3
 \end{aligned} \tag{8.10}$$

mit:  $UK_{1.1}$  Unterkriterium 1 – 5-Jahresplanung des Hauptkriteriums 1 – Erwartungswert der Renditen des zukünftigen PPP-Portfolios  $ZP_j$   
 $g_{11,12}^{rel}$  relativer Gewichtungsfaktor der Unterkriterien 1 und 2 des Hauptkriteriums 1  
 die übrigen Größen ergeben sich durch Variation der Indizes entsprechend.

Durch einen paarweisen Vergleich lässt sich folgende Matrix der relativen Gewichtungsfaktoren für die Unterkriterien angeben, die beispielhaft für die Unterkriterien des Hauptkriteriums 1 gezeigt wird:

$$\mathbf{G}_{UK_1}^{rel} = \begin{bmatrix} g_{11,11}^{rel} = 1 & g_{11,12}^{rel} = \frac{1}{g_{12,11}^{rel}} & g_{11,13}^{rel} = \frac{1}{g_{13,11}^{rel}} \\ g_{12,11}^{rel} = \frac{1}{g_{11,12}^{rel}} & g_{12,12}^{rel} = 1 & g_{12,13}^{rel} = \frac{1}{g_{13,12}^{rel}} \\ g_{13,11}^{rel} = \frac{1}{g_{11,13}^{rel}} & g_{13,12}^{rel} = \frac{1}{g_{12,13}^{rel}} & g_{13,13}^{rel} = 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 5 \\ 1/2 & 1 & 3 \\ 1/5 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} \tag{8.11}$$



mit:  $\mathbf{G}_{UK_1}^{rel}$  Matrix der relativen Gewichtungsfaktoren der Unterkriterien des Hauptkriteriums 1  
 $g_{13,12}^{rel}$  relativer Gewichtungsfaktor der Unterkriterien 3 und 2 des Hauptkriteriums 1  
 die übrigen Grössen ergeben sich durch Variation der Indizes entsprechend.

Auf Grundlage der errechneten, relativen Gewichtungsfaktoren und der Aufstellung der relativen Gewichtungsfaktorenmatrix  $\mathbf{G}_{UK_1}^{rel}$  erfolgt im nächsten Schritt die Berechnung der absoluten Gewichtungsfaktoren unter Anwendung der Eigenwertmethode. Die Berechnung wird beispielhaft anhand der in Formel ( 8.11 ) gezeigten Matrix der relativen Gewichtungsfaktoren der Unterkriterien des Hauptkriteriums 1 dargestellt.

$$(\mathbf{G}_{UK_1}^{rel} - \lambda \cdot \mathbf{E}) \cdot \mathbf{g}_{UK_1}^{abs} = 0 \quad ( 8.12 )$$

mit:  $\mathbf{G}_{UK_1}^{rel}$  Matrix der relativen Gewichtungsfaktoren der Unterkriterien des Hauptkriteriums 1  
 $\lambda$  Eigenwerte  
 $\mathbf{E}$  Einheitsmatrix  
 $\mathbf{g}_{UK_1}^{abs}$  absolute Gewichtungsfaktoren der Unterkriterien des Hauptkriteriums 1

Da für beide Hauptkriterien dieselben Unterkriterien verwendet werden (**Bild 71**), gelten die ermittelten absoluten Gewichtungsfaktoren für die Unterkriterien beider Hauptkriterien analog. Die berechneten Gewichtungsfaktoren fliessen in einen hierarchischen Kriterienkatalog ein, der alle Kriteriengewichtungsfaktoren des Entscheidungsproblems zusammenfasst. Dieser kann sich unter den hier getroffenen Annahmen beispielsweise wie folgt (**Tabelle 19**) darstellen.

**Tabelle 19:** Hierarchischer Kriterienkatalog der Kriteriengewichtungsfaktoren für Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung<sup>640</sup>

Hauptkriterium $HK_i$		Gewichtung absolut $g_{HK_i}^{abs}$	Unterkriterium $UK_{i,k}$		Gewichtung absolut	
					je Hauptkriterium $g_{UK_{i,k}}^{abs}$	gesamt $g_{UK_{i,k}}^{abs-ges}$
$HK_1$	Erwartungswert der Rendite des zukünftigen PPP-Portfolios $ZP_j$	33.3%	$UK_{1,1}$	kurzfristige Portfolioentwicklung (5-Jahresplanung)	58.16%	<b>19.39%</b>
			$UK_{1,2}$	mittelfristige Portfolioentwicklung (10-Jahresplanung)	30.90%	<b>10.30%</b>
			$UK_{1,3}$	mittelfristige Portfolioentwicklung (langfr. Jahresplanung - 20 Jahre)	10.95%	<b>3.65%</b>
$HK_2$	Standardabweichung des Erwartungswertes der Rendite des zukünftigen PPP-Portfolios $ZP_j$	66.7%	$UK_{2,1}$	kurzfristige Portfolioentwicklung (5-Jahresplanung)	58.16%	<b>38.77%</b>
			$UK_{2,2}$	mittelfristige Portfolioentwicklung (10-Jahresplanung)	30.90%	<b>20.60%</b>
			$UK_{2,3}$	mittelfristige Portfolioentwicklung (langfr. Jahresplanung - 20 Jahre)	10.95%	<b>7.30%</b>
<b>Summe</b>		<b>100.00%</b>	<b>Summe</b>		<b>100.00%</b>	

Die Festlegung der relativen Gewichtungsfaktoren sowie die daran anknüpfende Berechnung der absoluten Gewichtungsfaktoren stellen einen entscheidenden Schritt in der Lösung des vorliegenden Entscheidungsproblems dar, da das Ergebnis unmittelbar von der Definition des Entscheidungsproblems (Kapitel 8.3.2) und den mit jedem Kriterium verknüpften Gewichtungen abhängt. Aus diesem Grund ist es erforderlich, Sensitivitätsanalysen auszuführen (Kapitel 8.4), um aufzuzeigen, wie sensibel die ermittelten Ergebnisse auf Veränderungen der Gewichtungen bzw. der Inputgrößen im Allgemeinen reagieren.

### 8.3.4 Bildung der Vergleichsfaktoren zur Bewertung der Lösungsmöglichkeiten

Bislang wurden ausschliesslich die Kriterien für die Entscheidungsfindung identifiziert und gewichtet. Im nächsten Schritt geht es darum, die quantitativen Grössen der zur Auswahl stehenden Lösungsmöglichkeiten in die Entscheidungsfindung einzuführen. Hierzu verwendet die AHP-Methode Vergleichsfaktoren, die zur Bewertung der Lösungsmöglichkeiten herangezogen werden.<sup>641</sup>

Für die Ermittlung dieser Vergleichsfaktoren stehen zwei Varianten zur Verfügung:<sup>642</sup>

- Variante 1: Berechnung der Vergleichsfaktoren auf Basis von vorliegenden, quantitativen Daten,

<sup>640</sup> Vgl. Realisierbarkeitstest, Kapitel 9.3.2

<sup>641</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Angebots- und Ausführungsmanagement 2015) S. 203

<sup>642</sup> Vgl. GIRMSCHIED, G. (Projektentwicklung 2014) S. 172f

- Variante 2: Berechnung der Vergleichsfaktoren auf Basis von qualitativen Daten unter Anwendung der Eigenwertmethode (analog zu Kapitel 8.3.3).

Im vorliegenden Fall wurden in Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte zwei zukünftige PPP-Projekte identifiziert, die für die PPP-Projektselektionsentscheidung des Moduls 3 in Frage kommen. Aus der Zusammenführung des IST-PPP-Portfolios und je eines potentiell zukünftigen Zielprojektes  $Z_j$  (vgl. Kapitel 8.2) lassen sich die Erwartungswerte der Rendite des zukünftigen PPP-Portfolios sowie die zugehörigen Standardabweichungen berechnen und liegen als quantitative Größen vor. Offensichtlich ist daher Variante 1, die Berechnung der Vergleichsfaktoren auf Basis von quantitativen Daten, anzuwenden.

Die Berechnung der Vergleichsfaktoren zur Bewertung der Lösungsmöglichkeiten, die durch die zukünftigen PPP-Portfolien repräsentiert werden, erfolgt unter Berücksichtigung der hierarchischen Gliederung des Entscheidungsproblems und unterteilt sich für gegenständliche Problemstellung in folgende Schritte:

- Schritt 1: Berechnung der Untervergleichsfaktoren  $v_{UK_{i,k}}^{abs}$  für alle Unterkriterien  $UK_{i,k}$ ,
- Schritt 2: Berechnung der Hauptvergleichsfaktoren  $v_{HK_i}^{abs}$  für alle Hauptkriterien  $HK_i$ .

### 8.3.4.1 Schritt 1: Berechnung der Untervergleichsfaktoren

Die Berechnung der Untervergleichsfaktoren wird beispielhaft für das erste Unterkriterium des Hauptkriteriums 1 – Erwartungswert der Rendite des zukünftigen PPP-Portfolios – gezeigt und stellt sich wie folgt dar:

$$\overline{v_{UK_{1,1}}^{abs}} = \frac{\left( \begin{array}{c} v_{UK_{1,1}}^{ZP_1} \\ \sum_j v_{UK_{1,1}}^{ZP_j} \\ v_{UK_{1,1}}^{ZP_2} \\ \sum_j v_{UK_{1,1}}^{ZP_j} \end{array} \right)}{\quad} \quad (8.13)$$

mit:  $\overline{v_{UK_{1,1}}^{abs}}$  Vektor der Untervergleichsfaktoren der Lösungsmöglichkeiten für das Unterkriterium 1 des Hauptkriteriums 1  
 $v_{UK_{1,1}}^{ZP_1}$  quantitative Eingangsgrösse der Lösungsmöglichkeit 1 (zukünftiges PPP-Portfolio 1) für das Unterkriterium 1 des Hauptkriteriums 1

$\sum_j v_{UK_{1,1}}^{ZP_j}$  Summe der quantitativen Eingangsgrößen aller Lösungsmöglichkeiten (zur Wahl stehende zukünftige PPP-Portfolien) für das Unterkriterium 1 des Hauptkriteriums 1  
die übrigen Größen ergeben sich durch Variation der Indizes entsprechend.

Bei Ermittlung der Untervergleichsfaktoren für das Hauptkriterium 2 – Standardabweichung des Erwartungswertes der Rendite des zukünftigen PPP-Portfolios – ist zu berücksichtigen, dass dasjenige zukünftige PPP-Portfolio besser zu bewerten ist, das die niedrigere Standardabweichung aufweist. Um dies abzubilden, werden die Vergleichsfaktoren auf Basis reziproker Eingangsdaten berechnet.<sup>643</sup>

### 8.3.4.2 Schritt 2: Berechnung der Hauptvergleichsfaktoren

Die Berechnung der Hauptvergleichsfaktoren ergibt sich aus der Multiplikation der errechneten Untervergleichsfaktoren mit den Untergewichtungsfaktoren für jedes Hauptkriterium. Es gilt folgender Zusammenhang, der beispielhaft für das Hauptkriterium 1 gezeigt wird:

$$\overline{v_{HK_1}^{abs}} = \sum_k \left( g_{UK_{1,k}}^{abs} \cdot \overline{v_{UK_{1,k}}^{abs}} \right) = g_{UK_{1,1}}^{abs} \begin{pmatrix} v_{UK_{1,1}}^{abs ZP_1} \\ v_{UK_{1,1}}^{abs ZP_2} \end{pmatrix} + g_{UK_{1,2}}^{abs} \begin{pmatrix} v_{UK_{1,2}}^{abs ZP_1} \\ v_{UK_{1,2}}^{abs ZP_2} \end{pmatrix} + g_{UK_{1,3}}^{abs} \begin{pmatrix} v_{UK_{1,3}}^{abs ZP_1} \\ v_{UK_{1,3}}^{abs ZP_2} \end{pmatrix} \quad (8.14)$$

mit:  $\overline{v_{HK_1}^{abs}}$  Vektor der Hauptvergleichsfaktoren der Lösungsmöglichkeiten für das Hauptkriterium 1  
 $g_{UK_{1,k}}^{abs}$  absoluter Gewichtungsfaktor des Unterkriteriums  $k$  des Hauptkriteriums 1  
 $\overline{v_{UK_{1,k}}^{abs}}$  Vektor der Untervergleichsfaktoren der Lösungsmöglichkeiten für das Unterkriterium  $k$  des Hauptkriteriums 1  
die übrigen Größen ergeben sich durch Variation der Indizes entsprechend.

### 8.3.5 Entscheidungsfindung – PPP-Projektselektionsentscheidung

Die eigentliche Entscheidungsfindung erfolgt durch Summation der Produkte aus den Hauptvergleichsfaktoren  $\overline{v_{HK_i,j}^{abs}}$  und den absoluten Hauptkriteriengewichtungsfaktoren  $g_{HK_i}^{abs}$ . Der so ermittelte Bewertungsfaktor  $b_{ZP_j}^{ges}$  wird für jede zur Auswahl stehende Lösungsmöglichkeit  $j$  separat berechnet.

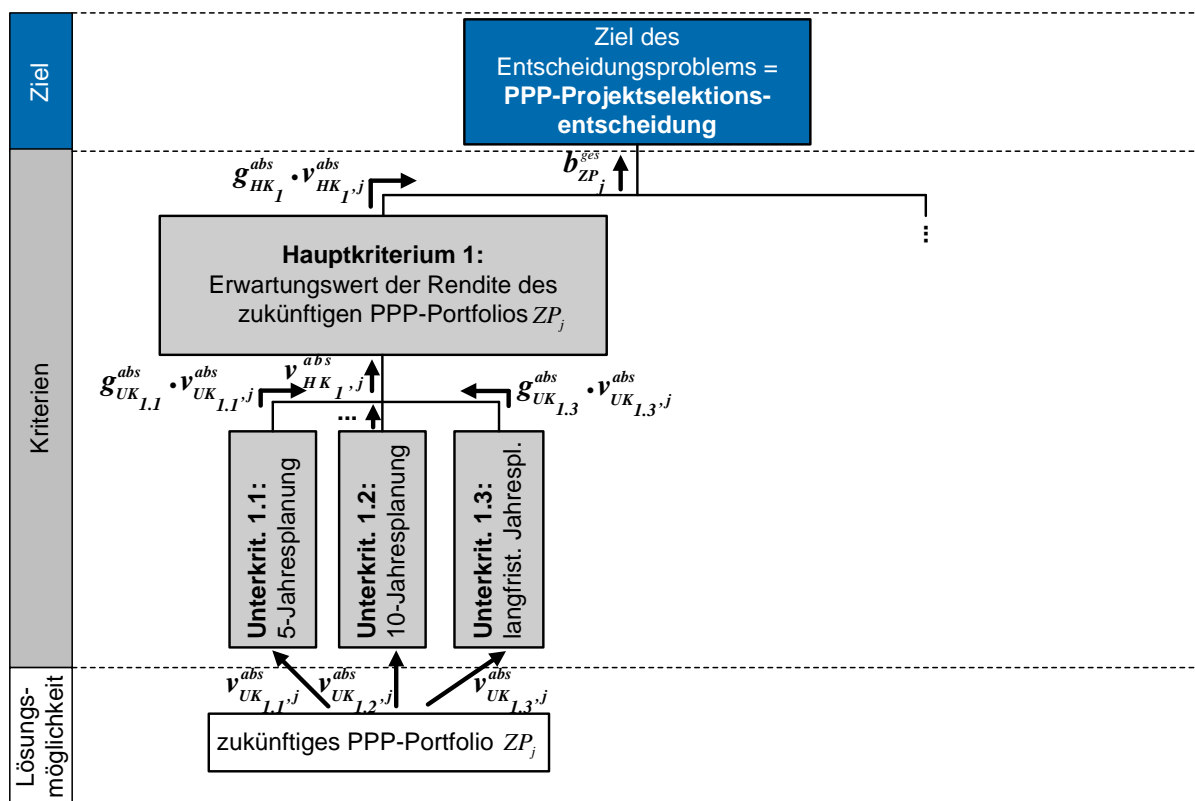
<sup>643</sup> Vgl. PETERS, M. L. UND ZELEWKS, S. (Möglichkeiten und Grenzen des AHP 2004) S. 305

$$b_{ZP_j}^{ges} = \sum_{i=1}^n \left( g_{HK_i}^{abs} \cdot \overline{v_{HK_i,j}^{abs}} \right) \quad (8.15)$$

mit:  $b_{ZP_j}^{ges}$  Bewertungsfaktor der Lösungsmöglichkeit  $j$  – des zukünftigen PPP-Portfolios  $ZP_j$  und damit des Zielprojektes  $Z_j$   
 $\frac{g_{HK_i}^{abs}}{v_{HK_i,j}^{abs}}$  absoluter Gewichtungsfaktor des Hauptkriteriums  $i$   
 Vektor der Hauptvergleichsfaktoren der Lösungsmöglichkeiten  $j$  für das Hauptkriterium  $i$

Die Lösungsmöglichkeit, für die man den höchsten Bewertungsfaktor  $b_{ZP_j}^{ges}$  erhält, repräsentiert das zukünftige PPP-Portfolio  $ZP_j$  (und damit das optimale Zielprojekt  $Z_j$ ), bei dem mit dem Akquisitionsprozess begonnen werden soll.

Zur besseren Nachvollziehbarkeit des Lösungsweges wird die Ableitung der Gesamtbewertung für vorliegendes Entscheidungsproblem in **Bild 72** abschliessend zusammengefasst.



**Bild 72:** Ableitung der Gesamtbewertung eines zukünftigen PPP-Portfolios  $ZP_j$  durch Aggregation der Bewertungsergebnisse über die verschiedenen Hierarchiestufen<sup>644</sup>

<sup>644</sup> In Anlehnung an GIRMSCHIED, G. (Angebots- und Ausführungsmanagement 2015) S. 209

## 8.4 Sensitivitätsanalyse

Wie das im Rahmen des Realisierbarkeitstests der vorliegenden Arbeit ausgeführte Beispiel zeigt (Kapitel 9.3.2.4), sind auf Grund des üblicherweise gegebenen Zielkonfliktes zwischen den Hauptkriterien „Erwartungswert der Rendite des zukünftigen PPP-Portfolios“ (Hauptkriterium 1) und „Standardabweichung des Erwartungswertes der Rendite des zukünftigen PPP-Portfolios“ (Hauptkriterium 2) die festgelegten Gewichtungsfaktoren von besonderer Bedeutung für die Ergebnisse der PPP-Projektselektionsentscheidung unter Anwendung der AHP-Methode. Üblicherweise interessiert daher in der Praxis die Frage, wie sich die Gewichtungsfaktoren ändern müssten, um zu einem anderen Ergebnis in der PPP-Projektselektionsentscheidung zu gelangen. Die Beantwortung solcher Fragestellungen wird üblicherweise als „Sensitivitätsanalysen“ bezeichnet.<sup>645</sup>

In der praktischen Umsetzung des PPP-PSM in Bauunternehmen wird empfohlen, die nachfolgend genannten Fragestellungen mittels Sensitivitätsanalysen<sup>646</sup> vor der finalen PPP-Projektselektionsentscheidung hinsichtlich der gewählten Kriteriengewichtungsfaktoren und der prognostizierten Renditen zu beantworten.

### Hinsichtlich der gewählten Kriteriengewichtungsfaktoren in Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung (AHP-Methode):

- Wie müssen sich die relativen Gewichtungsfaktoren der Hauptkriterien (Kapitel 8.3.3) verändern, um zu einer anderen PPP-Projektselektionsentscheidung zu gelangen?
- Wie müssen sich die relativen Gewichtungsfaktoren der Unterkriterien (Kapitel 8.3.3) verändern, um zu einer anderen PPP-Projektselektionsentscheidung zu gelangen?
- Wie ändert sich die PPP-Projektselektionsentscheidung, wenn andere Unterkriterien als die in Kapitel 8.3.2 beispielhaft vorgeschlagenen verwendet werden?

### Hinsichtlich der prognostizierten Renditen in Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte:

- Wieviel müssen die prognostizierten Renditen des laut AHP-Methode zweitgeordneten potentiell zukünftigen Zielprojektes angehoben werden, damit dieses Projekt in der PPP-Projektselektionsentscheidung die beste Bewertung erhält?
- Wie müssen sich die prognostizierten Renditen in ihrer zeitlichen Abfolge verändern, um – auf Grund der Berücksichtigung des zeitlichen Verlaufes der

<sup>645</sup> Vgl. VOLKART, R. (Corporate Finance 2011) S. 300

<sup>646</sup> Die Umsetzung von Sensitivitätsanalysen im PPP-PSM empfiehlt sich ebenso auf Grund des „Best-Practice-Gedankens“ (vgl. GIRMSCHIED, G. (Bauunternehmensmanagement 2010) S. 995), da diese auch zur Unterstützung der Selektionsentscheidung von PPP-Projekten bei Finanzinvestoren eingesetzt werden (**Bild 21**).

Renditen in den Unterkriterien – zu einer anderen PPP-Projektselektionsentscheidung zu gelangen?

## **8.5 Zusammenfassung, Neuigkeitsgehalt und Beitrag zu den Fragen der Forschung – Modul 3**

### **8.5.1 Zusammenfassung von Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung**

In Modul 3 wird die eigentliche PPP-Projektselektionsentscheidung gefällt. Um diese Entscheidung treffen zu können, werden zunächst auf der PPP-Projektebene die Rendite- und Risikoverläufe der einzelnen PPP-Bestandsprojekte (Modul 1) sowie der identifizierten, potentiell zukünftigen Zielprojekte (Modul 2) zusammen geführt und darauf aufbauend potentiell zukünftige PPP-Portfolien ermittelt. Die Auswahl desjenigen Zielprojektes, bei dem mit dem Akquisitionsprozess begonnen werden soll, erfolgt auf der PPP-Portfolioebene unter Einsatz der multi-kriteriellen Entscheidungsmethode AHP.

#### *8.5.1.1 Zusammenführung der PPP-Bestandsprojekte und der ermittelten potentiell zukünftigen Zielprojekte*

Die Zusammenführung der PPP-Bestandsprojekte und der ermittelten potentiell zukünftigen Zielprojekte dient dazu, alle PPP-Projekte, die in der PPP-Projektselektionsentscheidung zu berücksichtigen sind, im zeitlichen Ablauf korrekt abzubilden. Hierfür ist die Zusammenstellung der folgenden Daten erforderlich:

- der tatsächliche zeitliche Ablauf der PPP-Bestandsprojekte sowie der prognostizierte zeitliche Ablauf der ermittelten potentiell zukünftigen Zielprojekte,
- die Erwartungswerte der Gesamtrisikokosten aller PPP-Bestandsprojekte sowie aller ermittelten potentiell zukünftigen Zielprojekte,
- die tatsächlich geplanten bzw. prognostizierten jährlichen Investitionsvolumina des Bauunternehmens/der SGE-PPP,
- die Erwartungswerte der Renditen aller PPP-Bestandsprojekte und aller ermittelten potentiell zukünftigen Zielprojekte sowie
- die Standardabweichung des Erwartungswertes der Renditen von allen PPP-Bestandsprojekten und allen ermittelten potentiell zukünftigen Zielprojekten.

### 8.5.1.2 Bildung der zukünftigen PPP-Portfolien

Die Bildung der zukünftigen PPP-Portfolien erfolgt durch Zusammenführung aller PPP-Bestandsprojekte mit je einem potentiell zukünftigen Zielprojekt. Somit ergibt sich für jedes potentiell zukünftige Zielprojekt  $Z_j$  ein zugehöriges, zukünftiges PPP-Portfolio  $ZP_j$ .

### 8.5.1.3 Multi-kriterielle PPP-Projektselektionsentscheidung

Wie sich in der Ausarbeitung des PPP-PSM gezeigt hat, ist es aus Gründen der Praktikabilität sinnvoll, auf die vollständige Umsetzung der klassischen MPT zu verzichten (vgl. Kapitel 5.3.1.2) und stattdessen multi-kriterielle Entscheidungstheorien zum Einsatz zu bringen. Das vorliegende PPP-PSM versucht daher, die Vorteile der MPT mit den Vorteilen der AHP-Methode zu kombinieren und setzt die AHP-Methode gezielt in der quantitativ-rationalen PPP-Projektselektionsentscheidung ein.

Ausgehend von den unter Anwendung der MPT berechneten Grössen lässt sich das vorliegende Entscheidungsproblem wie folgt strukturieren (vgl. **Bild 71**):

- Hauptkriterium 1 ( $HK_1$ ): die Erwartungswerte der Renditen der zukünftigen PPP-Portfolios  $ZP_j$  und
- Hauptkriterium 2 ( $HK_2$ ): die Standardabweichungen der Erwartungswerte der Renditen der zukünftigen PPP-Portfolios  $ZP_j$ .

Den beiden Hauptkriterien werden jeweils drei Unterkriterien zugeordnet:

- Unterkriterium 1: 5-Jahresplanung (Betrachtung der kommenden 5 Jahre),
- Unterkriterium 2: 10-Jahresplanung (Betrachtung der kommenden 10 Jahre),
- Unterkriterium 3: langfristige Jahresplanung (Betrachtung der kommenden 20 Jahre).

Die im Anschluss daran gem. AHP-Methode festzulegenden, relativen Kriteriengewichtungen werden auf Basis der strategischen Vorgaben des Bauunternehmens/der SGE-PPP vorgenommen (Kapitel 8.3.3).

In die Bildung der Vergleichsfaktoren zur Bewertung der Lösungsmöglichkeiten gehen schliesslich die auf Basis der MPT berechneten Erwartungswerte der Renditen der zukünftigen PPP-Portfolios  $ZP_j$  sowie die Standardabweichungen der Erwartungswerte der Renditen der zukünftigen PPP-Portfolios  $ZP_j$  ein (Kapitel 8.3.4).

Die eigentliche Entscheidungsfindung erfolgt mittels Bewertungsfaktoren  $b_{ZP_j}^{ges}$ , die für jede zur Auswahl stehende Lösungsmöglichkeit – also für jedes zur Wahl stehende, zukünftige PPP-Portfolio  $ZP_j$  (und damit jedes Zielprojekt  $Z_j$ ) – separat berechnet werden. Die Lösungsmöglichkeit mit dem höchsten Bewertungsfaktor entspricht dann



dem optimalen Zielprojekt  $Z_j$ , bei dem mit dem Akquisitionsprozess begonnen werden soll (Kapitel 8.3.5).

Die quantitativ ermittelte PPP-Projektselektionsentscheidung auf Basis der AHP-Methode ist unter Anwendung von Sensitivitätsanalysen zu verifizieren (Kapitel 8.4).

## 8.5.2 Wissenschaftlicher Neuigkeitsgehalt und Beitrag zur Beantwortung der Fragen der Forschung von Modul 3

Der wissenschaftliche Neuigkeitsgehalt, der sich aus Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung ergibt, wird nachfolgend anhand der Fragen der Forschung beschrieben. Dabei wird die Zuteilung zu den Leitfragen der Praxis analog zu Kapitel 3.4 beibehalten.

### 8.5.2.1 *Neuigkeitsgehalt und Beitrag zu Leitfrage 1 – Anwendbarkeit*

In Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung steht die Kombination von Elementen der MPT mit multi-kriteriellen Entscheidungsverfahren (AHP-Methode) im Fokus. Der Einsatz multi-kriterieller Verfahren ist erforderlich, da die vollständige Anwendung der klassischen MPT inkl. Berechnung des Efficient Frontier aus Gründen der Praktikabilität für den PPP-Projektselektionsprozess in Bauunternehmen nicht sinnvoll ist (vgl. Kapitel 5.3.1.2 bzw. Kapitel 10.2). Aus diesem Grund werden im PPP-PSM nur Teile der MPT implementiert und eine neue Kombination der MPT mit dem multi-kriteriellen Entscheidungsverfahren AHP angewandt.

### 8.5.2.2 *Neuigkeitsgehalt und Beitrag zu Leitfrage 2 – Prozessgestaltung*

In den letzten Jahren werden in der Forschung überwiegend multi-kriterielle Verfahren zur Erreichung einer quantitativen Projektselektionsentscheidung unter Berücksichtigung des Portfolioaspektes eingesetzt (vgl. **Bild 24**).

ARCHER und GHASEMZADEH<sup>647</sup> verwenden u. a. die AHP-Methode um den Nutzen eines Projektes innerhalb eines Portfolios bzw. des Unternehmens zu bewerten. Sie berücksichtigen dabei Randbedingungen wie die personellen und technischen Ressourcen sowie die Interdependenzen zu anderen Projekten. Projektrisiken werden dabei nur qualitativ erfasst und der zeitliche Aspekt wird nur im Rahmen der Ressourcenplanung berücksichtigt.

---

<sup>647</sup> Vgl. ARCHER, N. P. UND GHASEMZADEH, F. (DSS for Project Portfolio Selection 1998), ARCHER, N. P. UND GHASEMZADEH, F. (Framework for Portfolio Selection 1999), GHASEMZADEH, F., et al. (A Zero-One Model for Project Portfolio Selection and Scheduling 1999), GHASEMZADEH, F. UND ARCHER, N. P. (Project Portfolio Selection through Decision Support 2000)

HAN, et al.<sup>648</sup> setzen u. a. die Cross-impact Analysis ein, um zu ja/nein-Entscheidungen in der Projektauswahl zu gelangen. Dabei wird berücksichtigt, wie sich die gewichtete Rendite aller aktuellen Projekte durch ein neues Projekt verändert und wie die Risikobelastung durch eine Neuakquisition zunimmt. Interdependenzen zwischen den Projekten (Diversifikationseffekte) werden vernachlässigt, da vor allem kurzfristige, klassische Bauprojekte betrachtet werden.

Das von RAVANSHADNIA, et al.<sup>649</sup> entwickelte Fuzzy-MADM-Projektauswahl-Modell ermöglicht eine quantifizierbare Entscheidung dahingehend, ob für ein Bauprojekt angeboten werden soll oder nicht. Das Modell berücksichtigt Selektionskriterien wie die Ressourcenverfügbarkeit, die Projektcharakteristika, die Projektrisiken und die Interdependenzen zwischen den Bestandsprojekten ausschliesslich auf Basis einer qualitativen Bewertung. Im Rahmen der Kriteriengewichtung kommt die AHP-Methode zum Einsatz.

ABBASIANJAHROMI, et al.<sup>650</sup> kombinieren mehrere MADM-Verfahren<sup>651</sup> um zu einer Projektauswahlentscheidung bei Bauprojekten zu kommen. Das Projektrisiko wird dabei nur qualitativ bewertet. Ebenso wird die risikomindernde Wirkung des Diversifikationseffektes im Zielsystem vernachlässigt.

Wie sich aus den oben genannten Ausführungen zu den bestehenden portfoliobasierten, multi-kriteriellen Projektauswahlprozessen zeigt, findet sich bislang in der Wissenschaft kein Ansatz, der die Vorteile der MPT mit den Vorteilen der multi-kriteriellen Entscheidungstheorie kombiniert und zielgerichtet – unter Berücksichtigung der zeitlichen Komponente – für den PPP-Projektselektionsprozess einsetzt. In dieser zielgerichteten Kombination von Elementen der MPT mit multi-kriteriellen Entscheidungsverfahren (AHP-Methode) bei durchgängiger Berücksichtigung der zeitlichen Komponente besteht der wissenschaftliche Neuigkeitsgehalt von Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung gegenüber den bislang bekannten Ansätzen.

### 8.5.2.3 *Neuigkeitsgehalt und Beitrag zu Leitfrage 3 – Datenermittlung*

Da in Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung bereits alle Eingangsgrößen vorliegen, leistet dieses Modul keinen Beitrag zur Beantwortung der Forschungsfragen zu Leitfrage 3 – Datenermittlung.

---

<sup>648</sup> Vgl. HAN, S. H. UND DIEKMANN, J. E. (Risk-Based Go/No-Go Decision 2001), HAN, S. H., et al. (Multicriteria Financial Portfolio Risk Management 2004)

<sup>649</sup> Vgl. RAVANSHADNIA, M., et al. (Hybrid Fuzzy MADM Project-Selection Model 2010)

<sup>650</sup> Vgl. ABBASIANJAHROMI, H. R. UND RAJAEI, H. (CBR and MODM in Project Portfolio Selection 2013)

<sup>651</sup> Insb. CBR, Fuzzy Multi Objective Linear Programming und Goal Programming kommen hier zum Einsatz. Für genauere Information vgl. Kapitel 3.1.3.11.

#### 8.5.2.4 *Neuigkeitsgehalt und Beitrag zu Leitfrage 4 – PPP-spezifische Umsetzung*

Bezüglich der PPP-spezifischen Umsetzung von Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung ist vor allem die Berücksichtigung des zeitlichen Aspektes in der Auswahlentscheidung zu nennen. Die Langfristigkeit von PPP-Projekten wird dabei einerseits dadurch berücksichtigt, dass die in den Entscheidungsprozess einbezogenen Renditen sowie die zugehörigen Standardabweichungen der zukünftigen PPP-Portfolios für einen längeren Zeitraum (in Kapitel 8.3.2 werden die kommenden 20 Jahre betrachtet; danach verbleiben nur noch wenige PPP-Projekte im Portfolio) in die Berechnung eingehen. Andererseits findet die Langfristigkeit von PPP-Projekten in der PPP-Projektselektionsentscheidung mittels AHP durch unterschiedlich gewichtete Unterkriterien Berücksichtigung, die bestimmte Projektzeiträume (5-Jahresplanung, 10-Jahresplanung, etc.) abbilden (Kapitel 8.3.3).



## Teil D: Realisierbarkeitstest

### 9 Güteprüfung des PPP-PSM – Anwendungsbeispiel

Zur Güteprüfung wird das in „Teil C: Denklogisch-deduktive Modellgestaltung“ theoretisch konzeptionierte PPP-PSM auf ein fiktives, aber möglichst plausibles PPP-Bestandsprojektportfolio (IST-PPP-Portfolio) sowie auf ermittelte potentiell zukünftige Zielprojekte angewandt. Es werden die zukünftigen PPP-Portfolien gebildet und auf Basis der AHP-Methode wird das zukünftige PPP-Portfolio resp. das potentiell zukünftige Zielprojekt ausgewählt, das den definierten Auswahlkriterien gem. AHP am besten entspricht.

Der Fokus der Betrachtung liegt dabei auf der transparenten Darstellung der praktischen Analyse eines IST-PPP-Portfolios (Modul 1) sowie der Darstellung der quantitativ-rationalen PPP-Projektselektionsentscheidung (Modul 3). Auf die Darstellung der qualitativen Schritte der Vorauswahl von Zielprojekten (Modul 2) wird hier verzichtet, da dies nicht den Kern der vorliegenden Arbeit bildet und zudem nur begrenzten wissenschaftlichen Neuigkeitsgehalt birgt, der keine Überprüfung hinsichtlich der Realisierbarkeit erfordert.

Die Modellierung des PPP-PSM erfolgt unter Anwendung der Software MS Excel<sup>652</sup>. Für die Monte Carlo Simulation wird die Software @Risk<sup>653</sup> eingesetzt. Als Sampling-Methode kommt das Latin Hypercube Sampling zum Einsatz (vgl. Kapitel 5.3.2.6.3.2). Die Ergebnisse der MCS errechnen sich aus 10'000<sup>654</sup> durchgeführten Simulationsläufen.

#### 9.1 Beispiel Modul 1 – Analyse des IST-PPP-Portfolios

Die praktische Umsetzbarkeit der in Kapitel 6 gelegten, theoretischen Grundlagen wird anhand eines IST-PPP-Portfolios, das sich aus drei PPP-Bestandsprojekten zusammensetzt, überprüft. Hierzu ist anzumerken, dass die Anzahl von drei Projekten die Untergrenze darstellt, um das PPP-PSM sinnvoll anwenden zu können. Auf Grund des unterschiedlichen Projektbeginns bzw. Projektendes bei den einzelnen Projekten kommt es ohnehin nur innerhalb eines begrenzten Zeitraums zu einer Überlagerung aller drei PPP-Bestandsprojekte. Da – wie sich später zeigen wird – der Diversifikati-

---

<sup>652</sup> Genauer: Microsoft Excel 2013, Microsoft Corporation

<sup>653</sup> Genauer: @Risk for Excel, Version 6.3.1, Industrial Edition, Student Version, Palisade Corporation

<sup>654</sup> Um empirisch zu überprüfen, wie gross der probabilistische „Fehler“ bei diesen 10'000 Simulationen ist, wurden ohne Veränderung der Eingangsdaten drei separate Simulationsläufe durchgeführt und die Ergebnisse stochastisch ausgewertet. Die maximale Differenz zwischen den Simulationsergebnissen betrug 2.70%. Im Mittel ergab sich eine Abweichung von 0.70%. Diese Genauigkeit kann für den Zweck der vorliegenden Arbeit als ausreichend erachtet werden. Sollten in der Praxis höhere Genauigkeiten gefordert sein, so ist die Anzahl an Simulationsläufen entsprechend zu erhöhen.

onseffekt mit steigender Projektanzahl zunimmt, ist das PPP-PSM umso wirkungsvoller einsetzbar, je mehr PPP-Projekte sich im IST-PPP-Portfolio befinden. Es bleibt festzuhalten, dass die praktische Umsetzbarkeit des PPP-PSM auf Bauunternehmen/SGE-PPP begrenzt ist, die über ein IST-PPP-Portfolio verfügen, das sich aus mindestens drei PPP-Projekten zusammensetzt (vgl. Kapitel 10.3.2).

Die Cashflows der nachfolgend gezeigten PPP-Bestandsprojekte basieren auf realen Projektdaten und wurden von drei unterschiedlichen Unternehmen zur Verfügung gestellt, die namentlich nicht genannt werden dürfen. Die Ortsangaben der PPP-Projekte werden aus Gründen der Anonymisierung angepasst. Sofern dies aus Gründen der Verbesserung der Ergebnisqualität gefordert ist, werden die Grössen der Cashflows der einzelnen PPP-Projekte mit einem Faktor multipliziert, um später aussagekräftigere Ergebnisse auf der PPP-Portfolioebene zu erhalten. Zudem werden der Projektbeginn und das Projektende der einzelnen PPP-Bestandsprojekte verändert, um eine entsprechende zeitliche Überlappung der einzelnen Projekte zu erreichen. Es ist ferner anzumerken, dass entsprechend der getroffenen Modellannahmen zur Berechnung der Renditen (Kapitel 5.3.3.1) keine gesonderten Gewinnaufschläge in den Leistungsbereichen Planung, Bau, Betrieb und Erhaltung berücksichtigt werden. Die nach Durchlaufen der „Cashflow Cascade“ (**Bild 38**) verbleibenden, freien Cashflows werden unmittelbar als Dividende an die Gesellschafter ausbezahlt, was in der Praxis nicht zwingend der Fall ist. Steuern werden im gezeigten Beispiel vernachlässigt. Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass alle gegenseitigen Zahlungsverpflichtungen in dem Geschäftsjahr beglichen werden, in dem sie anfallen. Dementsprechend können die Begrifflichkeiten Aufwendungen und Auszahlungen bzw. Erträge und Einnahmen synonym verwendet werden.

### 9.1.1 Beschreibung der einzelnen PPP-Bestandsprojekte

Nachfolgend werden die wichtigsten Eckdaten zu den drei PPP-Bestandsprojekten zusammengefasst und das Cashflow-Profil entsprechend der im jeweiligen Finanzmodell berücksichtigten Zahlungsströme für jedes einzelne PPP-Bestandsprojekt dargestellt.

#### 9.1.1.1 *PPP-Krankenhausprojekt Deutschland – PPP-Bestandsprojekt B<sub>1</sub>*

Beim PPP-Bestandsprojekt B<sub>1</sub> handelt es sich um ein grosses PPP-Krankenhausprojekt in Deutschland, das mehrere Krankenhäuser eines Bundeslandes zusammenfasst. Das betrachtete Bauunternehmen/die betrachtete SGE-PPP ist als privater PPP-Partner mit der Ausführungsplanung sowie dem Um- und Ausbau von zehn Krankenhäusern beauftragt. Des Weiteren ist die Übernahme von Teilen des Betriebsdienstes sowie die bauliche Erhaltung des PPP-Projektes über die 20-jährige

PPP-Projektdauer Teil der im PPP-Vertrag geforderten Leistungen. Zudem ist die Sicherstellung und Beteiligung an der Projektfinanzierung Aufgabe des privaten PPP-Partners.

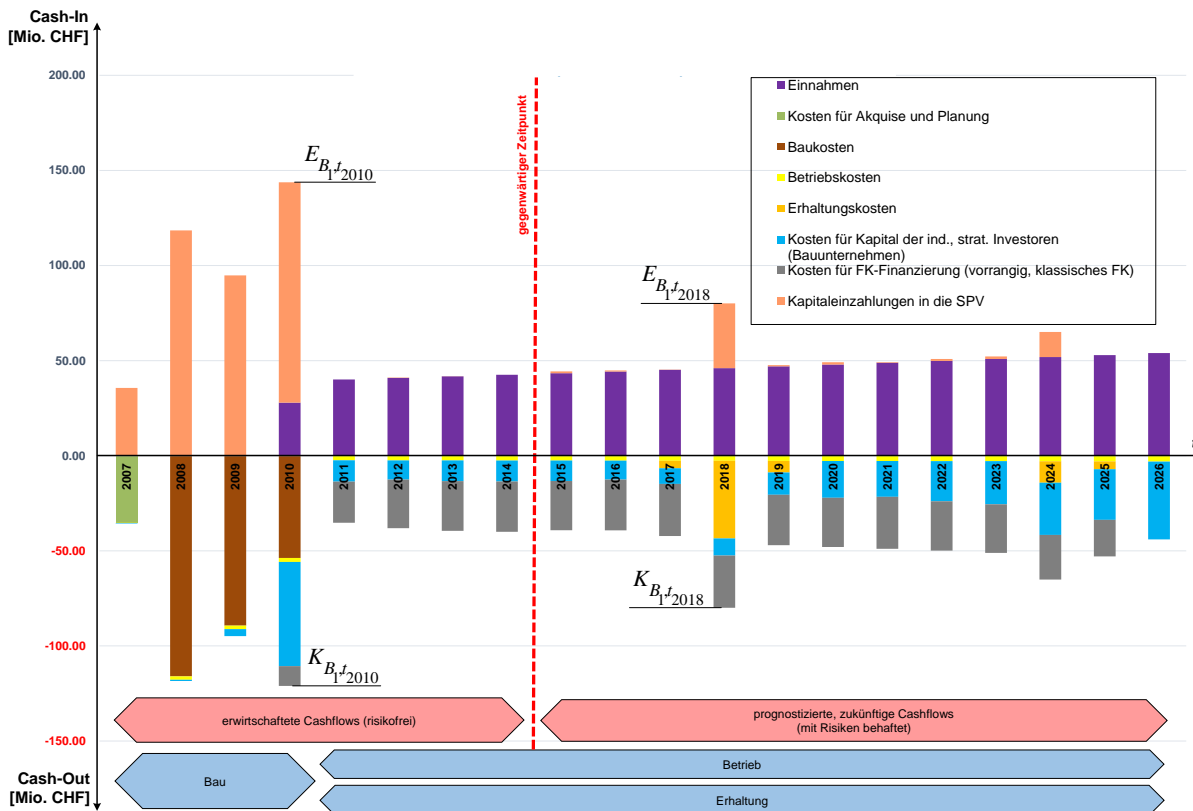
Die Eckdaten des PPP-Krankenhausprojektes Deutschland – PPP-Bestandsprojekt B<sub>1</sub> lassen sich wie in **Tabelle 20** gezeigt zusammenfassen.

**Tabelle 20:** Eckdaten PPP-Krankenhausprojekt Deutschland – PPP-Bestandsprojekt B<sub>1</sub>

<b>Projekttyp</b>	PPP-Krankenhausprojekt
<b>Investitionsvolumen, gesamt</b>	CHF 318.12 Mio.
<b>Kosten Planung und Bau</b>	CHF 294.33 Mio.
<b>Betriebs- und Erhaltungskosten, gesamt</b>	CHF 115.30 Mio.
<b>prozentuale Beteiligung Bauunternehmen/SGE-PPP</b>	100.00 %
<b>Laufzeit des PPP-Vertrages</b>	20 Jahre
<b>Projektbeginn</b>	Anfang 2007
<b>Projektende</b>	Ende 2026

Hinsichtlich der Einnahmen des PPP-Projektes ist anzumerken, dass die Vergütung des privaten PPP-Partners auf Basis von fest vereinbarten, monatlichen Mieten erfolgt. Auf Grund von Teilbetriebnahmen können im letzten Jahr des Bauprozesses bereits Einnahmen aus dem PPP-Projekt generiert werden.

Das Cashflow-Profil des PPP-Krankenhausprojektes Deutschland – PPP-Bestandsprojekt B<sub>1</sub> ist in **Bild 73** dargestellt. Dazu ist festzuhalten, dass es sich bei den zwischen 2007 und 2014 gezeigten Cashflows um erwirtschaftete Cashflows handelt, die keinem Risiko mehr unterliegen. Die eingetretenen Risiken sind bereits in den Cashflowgrößen berücksichtigt (vgl. Kapitel 6.2.1). Bei den Cashflows der Jahre 2015-2026 handelt es sich hingegen um Prognosewerte, die noch Schwankungen in Folge von Risikoeintritten aufweisen können (vgl. Kapitel 6.2.2).



**Bild 73:** Cashflow-Profil ohne Berücksichtigung der Risikokosten (deterministisch), PPP-Krankenhausprojekt Deutschland – PPP-Bestandsprojekt  $B_1^{655}$

### 9.1.1.2 PPP-Strassenprojekt Indien – PPP-Bestandsprojekt $B_2$

Beim PPP-Bestandsprojekte  $B_2$  handelt es sich um ein PPP-Strassenprojekt in Indien, das sich in der Agglomeration eines grossen Ballungszentrums befindet. Das betrachtete Bauunternehmen/die betrachtete SGE-PPP als privater PPP-Partner ist mit der Ausführungsplanung, dem Aus- bzw. Neubau sowie dem Betrieb, der Erhaltung und der Finanzierung eines etwa 49 Kilometer langen Autobahnabschnitts beauftragt. Die PPP-Projektdauer beträgt 25 Jahre.

Die Eckdaten des PPP-Strassenprojektes Indien – PPP-Bestandsprojekt  $B_2$  sind in **Tabelle 21** zusammengefasst.

Hinsichtlich der Einnahmen des PPP-Strassenprojektes ist anzumerken, dass die Vergütung des privaten PPP-Partners auf Basis von Nutzerentgelten erfolgt. Das Verkehrsmengenrisiko liegt damit gänzlich auf Seiten des privaten PPP-Partners. Da es sich in Teilen um ein sog. „Brownfield-Projekt“<sup>656</sup> handelt, werden bereits während

<sup>655</sup> Eigene Darstellung

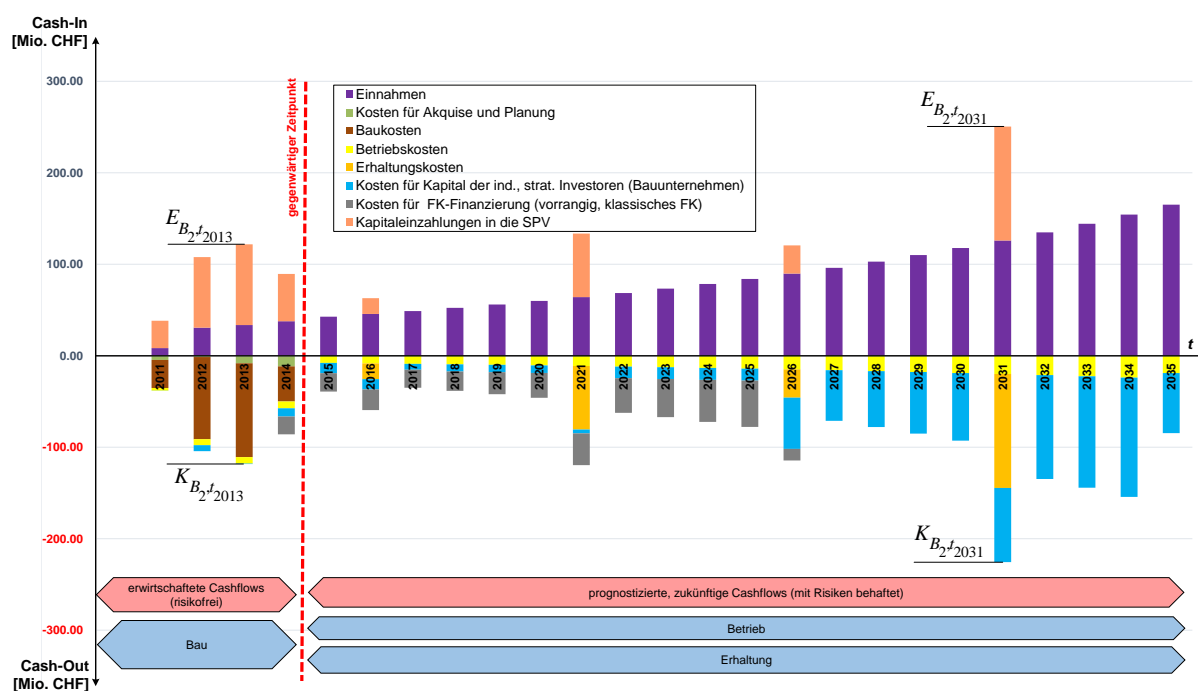
<sup>656</sup> Vgl. Fussnote 111



des Bauprozesses Einnahmen generiert. Das Cashflow-Profil des PPP-Strassenprojektes Indien – PPP-Bestandsprojekt  $B_2$  ist in **Bild 74** dargestellt. Es ist erneut anzumerken, dass die zwischen 2011 und 2014 erwirtschafteten Cashflows keinen Risiken unterliegen (vgl. Kapitel 6.2.1), wohingegen die prognostizierten Cashflows zwischen 2015 und dem Projektende im Jahr 2035 mit Risiken behaftet sind (Kapitel 6.2.2).

**Tabelle 21:** Eckdaten PPP-Strassenprojekt Indien – PPP-Bestandsprojekt  $B_2$

<b>Projekttyp</b>	PPP-Strassenprojekt
<b>Investitionsvolumen, gesamt</b>	CHF 246.81 Mio.
<b>Kosten Planung und Bau</b>	CHF 287.39 Mio.
<b>Betriebs- und Erhaltungskosten, gesamt</b>	CHF 574.99 Mio.
<b>prozentuale Beteiligung Bauunternehmen/SGE-PPP</b>	45.00 %
<b>Laufzeit des PPP-Vertrages</b>	25 Jahre
<b>Projektbeginn</b>	Anfang 2011
<b>Projektende</b>	Ende 2035



**Bild 74:** Cashflow-Profil ohne Berücksichtigung der Risikokosten (deterministisch), PPP-Strassenprojekt Indien – PPP-Bestandsprojekt  $B_2$ <sup>657</sup>

<sup>657</sup> Eigene Darstellung

### 9.1.1.3 PPP-Eisenbahnprojekt UK – PPP-Bestandsprojekt B<sub>3</sub>

Beim PPP-Bestandsprojekte B<sub>3</sub> handelt es sich um ein PPP-Eisenbahnprojekt im Vereinigten Königreich Grossbritannien und Nordirland (UK), das sich im städtischen Gebiet eines Ballungsraumes befindet. Das betrachtete Bauunternehmen/die betrachtete SGE-PPP als privater PPP-Partner ist mit der Ausführungsplanung, dem Neubau sowie dem Betrieb, der Erhaltung und der Finanzierung einer etwa 15 Kilometer langen Eisenbahnstrecke mit mehreren Tunnelabschnitten beauftragt. Die PPP-Projekt-dauer beträgt 33 Jahre.

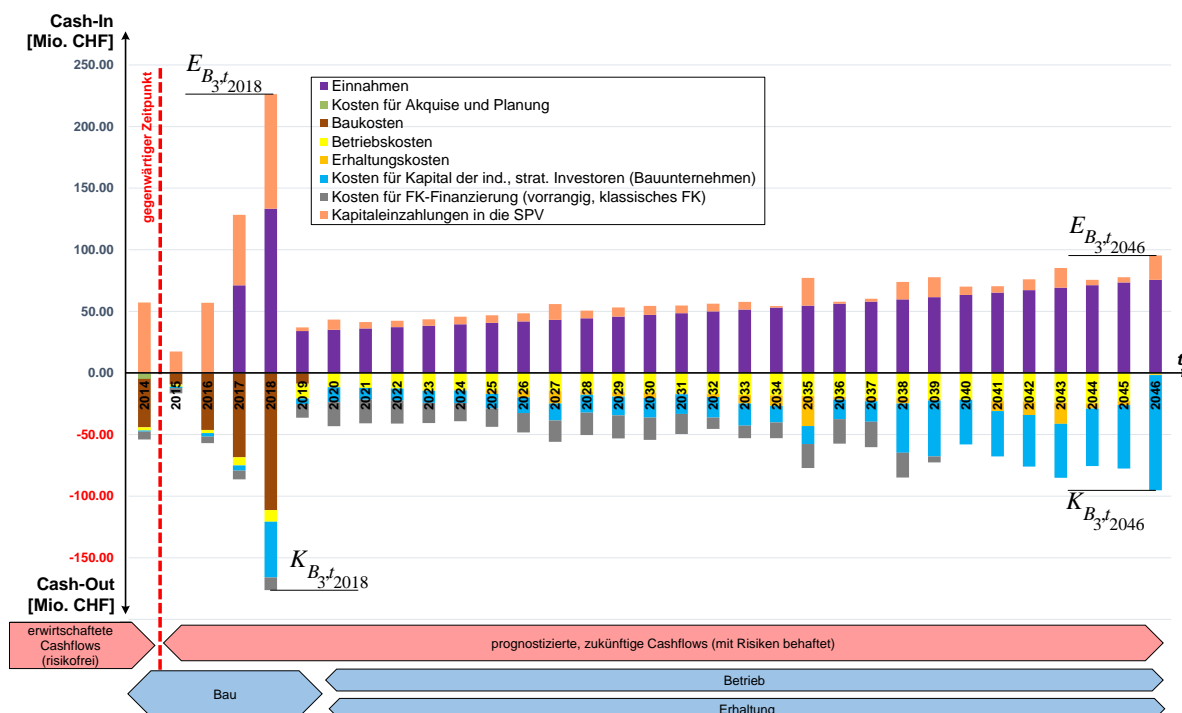
Die Eckdaten des PPP-Eisenbahnprojektes UK – PPP-Bestandsprojekt B<sub>3</sub> sind in **Tabelle 22** zusammengefasst.

**Tabelle 22:** Eckdaten PPP-Eisenbahnprojekt UK – PPP-Bestandsprojekt B<sub>3</sub>

Projekttyp	PPP-Eisenbahnprojekt
<b>Investitionsvolumen, gesamt</b>	CHF 324.24 Mio.
<b>Kosten Planung und Bau</b>	CHF 288.48 Mio.
<b>Betriebs- und Erhaltungskosten, gesamt</b>	CHF 627.05 Mio.
<b>prozentuale Beteiligung Bauunternehmen/SGE-PPP</b>	100.00 %
<b>Laufzeit des PPP-Vertrages</b>	33 Jahre
<b>Projektbeginn</b>	Anfang 2014
<b>Projektende</b>	Ende 2046

Hinsichtlich der Einnahmen des PPP-Projektes ist anzumerken, dass die Vergütung des privaten PPP-Partners auf Basis von fest vereinbarten, monatlichen Betriebsentgelten erfolgt. Auf Grund von Teilinbetriebnahmen können bereits in den letzten drei Jahren des Bauprozesses Einnahmen aus dem PPP-Projekt generiert werden.

Das Cashflow-Profil des PPP-Eisenbahnprojektes UK – PPP-Bestandsprojekt B<sub>3</sub> ist in **Bild 75** dargestellt. Es ist festzuhalten, dass es sich bei den in 2014 gezeigten Cashflows um erwirtschaftete Cashflows handelt, die keinem Risiko mehr unterliegen. Die eingetretenen Risiken sind bereits in den Cashflowgrössen dieses Jahres berücksichtigt (vgl. Kapitel 6.2.1). Bei den Cashflows der Jahre 2015-2046 handelt es sich hingegen um Prognosewerte, die noch Schwankungen in Folge von Risikoeintritten aufweisen können (vgl. Kapitel 6.2.2).



**Bild 75:** Cashflow-Profil ohne Berücksichtigung der Risikokosten (deterministisch), PPP-Eisenbahnprojekt UK – PPP-Bestandsprojekt  $B_3^{658}$

## 9.1.2 Ermittlung der probabilistischen Risikokosten von PPP-Bestandsprojekten

Die nachfolgenden Ausführungen zur Ermittlung der probabilistischen Risikokosten werden exemplarisch anhand des PPP-Strassenprojektes Indien – PPP-Bestandsprojekt  $B_2$  gezeigt und gelten analog für die anderen beiden oben vorgestellten PPP-Bestandsprojekte  $B_1$  und  $B_3$ .

### 9.1.2.1 Risikoidentifikation – Checklisten-Verfahren

Für die Risikoidentifikation wird das in Kapitel 5.3.2.1 ausgewählte Checklisten-Verfahren angewandt. Der in Kapitel 6.1.1 beschriebene, zweistufige Risikoidentifikationsprozess führt zu einer bereinigten Risikosammelliste, die 99 Einzelrisiken umfasst. Diese 99 Einzelrisiken stellen den Ausgangspunkt für die quantitative Ermittlung der Risikokosten dar und wurden gleichermassen für alle im PPP-PSM betrachteten PPP-Projekte (PPP-Bestandsprojekte und potentiell zukünftige Zielprojekte) verwendet.

<sup>658</sup> Eigene Darstellung

Die bereinigte Risikosammelliste ist dieser Arbeit in „Anhang C – Risikosammelliste (bereinigt/kategorisiert)“ beigefügt und dient den Bauunternehmen der Praxis als guter Ausgangspunkt für die Risikobetrachtung bei PPP-Projekten.

### 9.1.2.2 Risikokategorisierung

Wie in Kapitel 5.3.2.2 festgelegt wurde, erfolgt die Risikokategorisierung im PPP-PSM in drei Kategorisierungsebenen.

In der ersten Kategorisierungsebene wird eine Unterteilung nach den PPP-Projektphasen vorgenommen (**Bild 6**) und es werden folgende fünf Kategorien nach unterschieden:

- Akquisitions- und Planungsrisiken,
- Baurisiken,
- Betriebsrisiken,
- Erhaltungsrisiken und
- Rückgaberisiken.

Diese Unterteilung ist später auch in der zeitlichen Berücksichtigung der Risiken relevant.

In einer zweiten Kategorisierungsebene wird eine Untergliederung in sachlich zusammengehörige Risikogruppen vorgenommen. Folgende Kategorien sind hier zu unterscheiden:

- Einnahmerisiken, systematisch,
- Einnahmerisiken, länder-/marktspezifisch,
- Einnahmerisiken, projektspezifisch,

---

- politische/rechtliche/vertragliche Risiken, systematisch,
- politische/rechtliche/vertragliche Risiken, länder-/marktspezifisch,
- politische/rechtliche/vertragliche Risiken, projektspezifisch

---

- finanzielle Risiken, systematisch,
- finanzielle Risiken, länder-/marktspezifisch,
- finanzielle Risiken, projektspezifisch,

---

- technische Risiken, systematisch,
- technische Risiken, länder-/marktspezifisch,
- technische Risiken, projektspezifisch.

Diese Risikogruppen sind gut geeignet, um einen besseren Überblick über die einzelnen Risiken zu bekommen und um diese zu strukturieren. Für die quantitative Berücksichtigung der Einzelrisiken im PPP-PSM spielt diese Kategorisierungsebene hingegen keine Rolle.

In der dritten Kategorisierungsebene wird eine Unterteilung nach PPP-Projekttypen vorgenommen. Dementsprechend werden in der dritten Kategorisierungsebene folgende PPP-Projekttypen unterschieden:

- Verkehr,
- Energie,
- Abfall,
- Wasserversorgung,
- Wasserentsorgung sowie
- Hochbau (soziale Infrastruktur).

Die dritte Kategorisierungsebene ist in der praktischen Umsetzung des PPP-PSM von besonderer Bedeutung. Nur diejenigen Risiken, die im Zusammenhang mit dem betreffenden PPP-Projekttyp von Interesse sind, sind in die weitere Betrachtung einzu beziehen. Im Zusammenhang mit dem hier exemplarisch gezeigten Beispiel eines PPP-Strassenprojektes sind somit nur die Risiken, die der Kategorisierungsebene „Verkehr“ zugeordnet wurden, weiter zu betrachten.

Die vollständige, bereinigt Risikosammelliste inkl. der hier beschriebenen Risikokategorisierung findet sich in „Anhang C – Risikosammelliste (bereinigt/kategorisiert)“ (**Tabelle 30**) der vorliegenden Arbeit. Die erste und dritte Kategorisierungsebene gehen zudem in die nachfolgenden Schritte des Risikomanagementprozesses ein (vgl. „Anhang F – Analyse des PPP-Bestandsprojektes B<sub>2</sub> (Bsp.)“, **Tabelle 35**).

### 9.1.2.3 Risikobewältigung

Im PPP-PSM, das ausschliesslich für den Einsatz auf Seiten des privaten PPP-Partners konzipiert ist, sind nur die Einzelrisiken, von Bedeutung (vgl. Kapitel 6.1.3), die:

- gem. Risikoallokation geteilt werden oder ganz vom privaten PPP-Partner zu tragen sind,
- nicht versicherbar und
- kalkulierbar sind.

Bei den hier betrachteten PPP-Bestandsprojekten lässt sich die Risikoallokation dem geschlossenen PPP-Vertrag entnehmen. Die Versicherbarkeit der Risiken ergibt sich aus den tatsächlich abgeschlossenen Versicherungsverträgen. Bezüglich der Kalkulierbarkeit der Einzelrisiken gelten die Anmerkungen gem. **Tabelle 16**.

Durch konsequentes Durchlaufen des in **Bild 45** gezeigten, sequentiellen Ablaufs werden die im vorliegenden PPP-Bestandsprojekt des Projekttyps „Verkehr“ vorkommenden Einzelrisiken sukzessive reduziert. So sind schliesslich nur noch die Einzelrisiken, die in „Anhang F – Analyse des PPP-Bestandsprojektes B<sub>2</sub> (Bsp.)“, **Tabelle 35** in der Spalte „kalkulierbare Risiken“ grün gekennzeichnet sind, in der nachfolgenden, quantitativen Risikobewertung zu berücksichtigen. Insgesamt bleiben noch 47 Einzelrisiken übrig (vgl. „Anhang F – Analyse des PPP-Bestandsprojektes B<sub>2</sub> (Bsp.)“, **Tabelle 36**), die im Prozessschritt „quantitative Risikobewertung“ zu betrachten sind.

#### 9.1.2.4 *Quantitative Risikobewertung*

Die nach dem Prozessschritt „Risikobewältigung“ verbliebenen Einzelrisiken werden nun gem. Kapitel 6.1.4 quantitativ bewertet.

Um den zeitlichen Aufwand der quantitativen Risikobewertung sowie den späteren Simulationsaufwand zu minimieren, werden zunächst nur die Eintretenswahrscheinlichkeiten  $P_i$  sowie die Risikotragweiten  $T_i$  („Praktikermethode“) abgeschätzt. Sollte es ausreichend Ausgangsdaten über Baukostenschwankungen, etc. im Bauunternehmen geben, können diese Daten auf statistischer Basis ermittelt werden. Sofern – und davon ist derzeit auszugehen – keine ausreichende Datenbasis vorhanden ist, sind die entsprechenden Einschätzungen zu den Eintretenswahrscheinlichkeiten und den Risikotragweiten von ausgewiesenen Experten vorzunehmen.

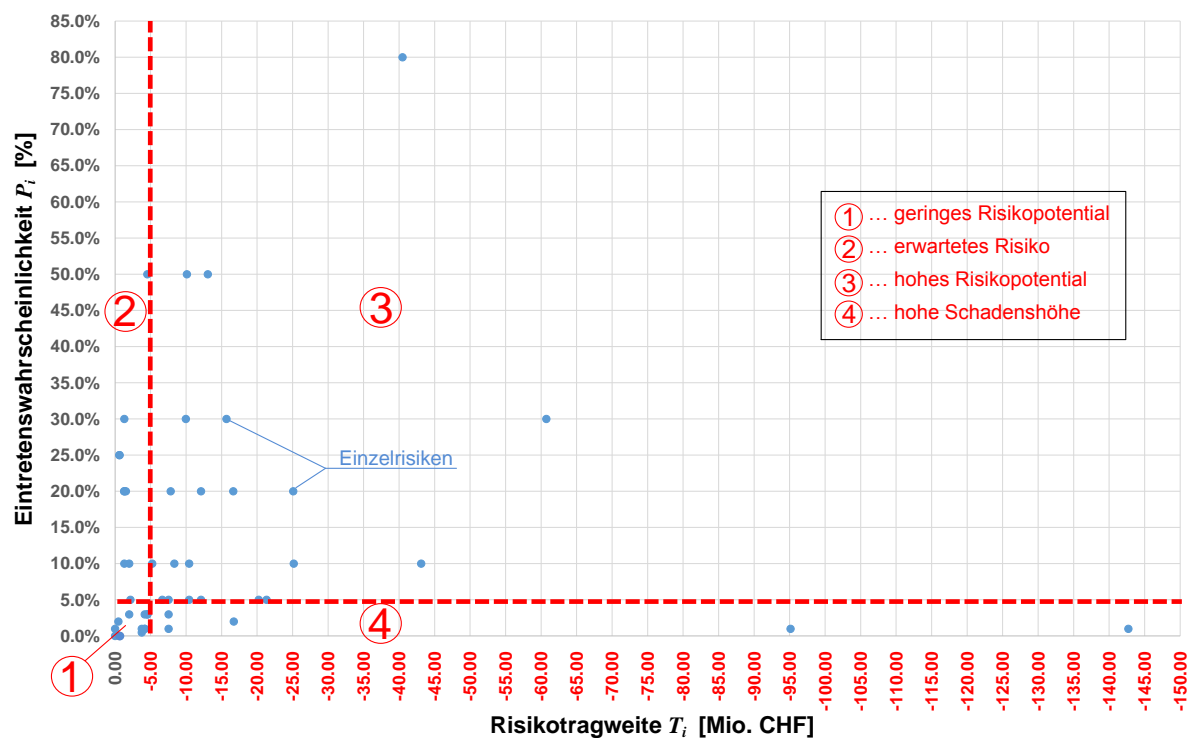
Die auf Basis der genannten Verfahren ermittelten Eintretenswahrscheinlichkeiten  $P_i$  und Risikotragweiten  $T_i$  dienen im nächsten Schritt der Risikoklassifizierung als Eingangsgrössen für das angewandte Risk Mapping Verfahren.

#### 9.1.2.5 *Risikoklassifizierung – Risk Mapping Verfahren*

Wie in Kapitel 6.1.5 beschrieben wurde, werden in der nachfolgenden zeitabhängigen Risikoentwicklung nur Risiken aus den Quadranten 2 bis 4 betrachtet. Dadurch wird eine weitere Reduktion an Einzelrisiken erreicht und der Aufwand in der Umsetzung der MCS zur Ermittlung des Erwartungswertes der Risikokosten (probabilistisch) reduziert. Durch diese Verringerung des Implementierungsaufwandes wird auch die Praxistauglichkeit des PPP-PSM erhöht und die Akzeptanz des Modells gesteigert. Im hier gezeigten Beispiel hat sich durch diesen Vorgang die Anzahl der Einzelrisiken um etwa 25 Prozent von 47 auf 36 Risiken (vgl. „Anhang F – Analyse des PPP-Bestandsprojektes B<sub>2</sub> (Bsp.)“, **Tabelle 36**) reduziert.

Die Grenzen zwischen den einzelnen Quadranten werden bei jedem PPP-Bestandsprojekt individuell festgelegt. Am Beispiel des PPP-Strassenprojektes Indien – PPP-Bestandsprojekt B<sub>2</sub> werden Risiken mit einer Eintretenswahrscheinlichkeit kleiner fünf Prozent sowie Risiken mit einer Risikotragweite kleiner CHF 5.0 Mio. dem

Quadranten 1 zugeordnet (**Bild 76**) und folglich in der nachfolgenden, zeitabhängigen Risikoentwicklung nicht berücksichtigt. Um die Einzelrisiken, die gem. Risikoklassifizierung dem 1. Quadranten zugeordnet werden, in der Berechnung der Risikokosten im PPP-PSM dennoch nicht gänzlich zu vernachlässigen, werden diese später über einen pauschalen Risikozuschlag berücksichtigt (Kapitel 9.1.2.6).



**Bild 76:** Risikoklassifizierung (deterministisch) – PPP-Strassenprojekt Indien – PPP-Bestandsprojekt B<sub>2</sub><sup>659</sup>

### 9.1.2.6 Zeitabhängige Risikoentwicklung und Risikoaggregation – MCS

Die zeitabhängige Risikoentwicklung und Risikoaggregation erfolgt wie in den Kapiteln 6.1.6 und 6.1.7 beschrieben unter Anwendung der MCS. Dabei werden drei Simulationsschritte durchlaufen:

- 1) die Simulation des Risikoeintritts,
- 2) die Simulation der Risikotragweite und
- 3) die Simulation der zeitabhängigen Risikoentwicklung.

<sup>659</sup> Eigene Darstellung unter Berücksichtigung von GIRMSCHIED, G. (RA-Modell: Risikominimierung 2011) S. 146 bzw. S. 418  
Anmerkung: Wie sich im Zuge der Ausarbeitung dieses Beispiels gezeigt hat, sind vor allem die Risiken, die sich auf die Einnahmen eines PPP-Projektes beziehen, dem 3. Quadranten zuzuordnen und weisen folglich sowohl eine hohe Eintretenswahrscheinlichkeit als auch eine hohe Risikotragweite auf. Diese Einzelrisiken stellen folglich die grösste „Gefahr“ dar. Aus diesem Grund muss bei diesen Risiken in der Praxis versucht werden, die Strategie der Risikovermeidung möglichst konsequent anzuwenden (vgl. BERNER, F., et al. (Risikobewertung bei PPP 2014))

Die Umsetzung dieser drei Simulationsschritte ist für alle 36 verbliebenen Einzelrisiken des PPP-Strassenprojektes Indien – PPP-Bestandsprojekt B<sub>2</sub> in "Anhang F – Analyse des PPP-Bestandsprojektes B<sub>2</sub> (Bsp.)", **Tabelle 37** dargelegt. Wie aus der genannten Tabelle ersichtlich wird, fallen in der Vergangenheit keine Risiken mehr an und die Wahrscheinlichkeit eines Risikoeintritts ist gleich null.

Kritischer Erfolgsfaktor ist, wie bei allen quantitativen Verfahren, die Qualität der Eingangsgrößen. Insb. die Festlegung der Eintretenswahrscheinlichkeit zur Simulation des Risikoeintritts sowie die minimale, wahrscheinliche und maximale Risikotragweite mit zugehöriger Dichtefunktion sind hier von Bedeutung (vgl. **Tabelle 37**). Falls es möglich ist, sollen die Eingangsgrößen auf Basis einer statistischen Auswertung von im Unternehmen vorhandenen Daten ermittelt werden. Im anderen Fall sind Einschätzungen durch ausgewiesene Experten vorzunehmen.

Im nächsten Schritt wird die Aggregation der auf probabilistischer Basis ermittelten Risikokosten vorgenommen, wobei drei Schritte berücksichtigt werden:

- 1) die Abhängigkeiten zwischen den Einzelrisiken,
- 2) die Aggregation der probabilistischen Risikokosten der Einzelrisiken und
- 3) die Berücksichtigung des pauschalen Risikozuschlages.

Die Abhängigkeiten zwischen den Einzelrisiken werden, wie in Kapitel 6.1.7 beschrieben wurde, mittels Kausalitäten abgebildet, wobei im PPP-PSM besonders auf die Berücksichtigung der positiven Abhängigkeiten zwischen den Einzelrisiken geachtet wird. Dadurch wird sichergestellt, dass die ermittelten, aggregierten Gesamtrisikokosten keinesfalls zu niedrig ausfallen.

Die Höhe des prozentual festgelegten Risikozuschlages wird qualitativ festgelegt. Dabei sind folgende Faktoren einzubeziehen:

- der Qualitätsstandard des Risikomanagements im Bauunternehmen,
- die Erfahrung mit PPP-Projekten des spezifischen PPP-Projekttyps,
- die Erfahrung mit PPP-Projekten im jeweiligen Zielland/Zielmarkt,
- die Anzahl und die vorstellbare Tragweite der ausgeschlossenen, nicht kalkulierbaren Einzelrisiken sowie
- die Risikokosten, die deterministisch für die vernachlässigten Einzelrisiken mit geringem Risikopotential (1.Quadrant) abgeschätzt wurden.

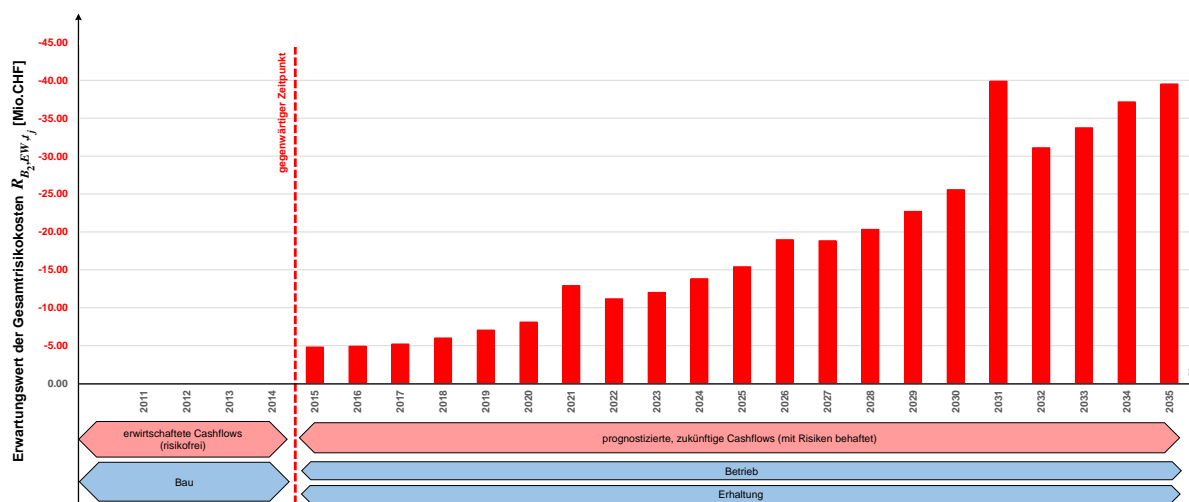
Wie aus "Anhang F – Analyse des PPP-Bestandsprojektes B<sub>2</sub> (Bsp.)", **Tabelle 37** ersichtlich wird, ist auf Grundlage der genannten Punkte ein Risikozuschlag in Höhe von 6.0% angesetzt, wobei insb. die ersten drei genannten Punkte sehr positiv eingeschätzt wurden. In der Praxis sind daher auch deutlich höhere Ansätze denkbar.<sup>660</sup>

---

<sup>660</sup> Vgl. GIRMSCHEID, G. UND BUSCH, T. A. (Projektrisikomanagement 2014) S. 183



Sobald alle oben genannten Schritte entsprechend berücksichtigt wurden, kann die MCS durchgeführt werden. Als Ergebnis der MCS erhält man den jährlichen Erwartungswert der Gesamtrisikokosten. Der Verlauf der Risikokosten stellt sich am Beispiel des hier betrachteten PPP-Strassenprojektes Indien – PPP-Bestandsprojekt B<sub>2</sub> wie in **Bild 77** gezeigt dar.

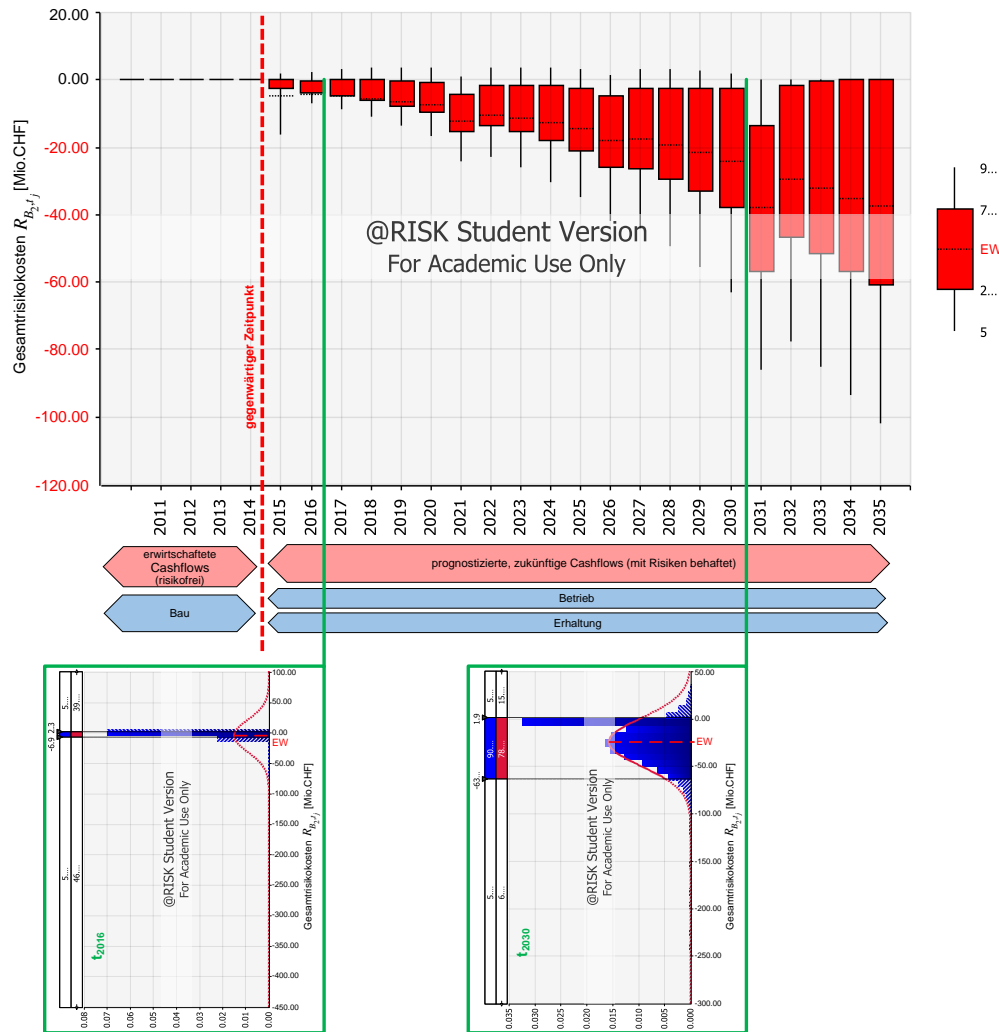


**Bild 77:** Erwartungswert der Gesamtrisikokosten (probabilistisch) – PPP-Strassenprojekt Indien – PPP-Bestandsprojekt B<sub>2</sub><sup>661</sup>

**Bild 77** zeigt deutlich, dass in Geschäftsjahren mit geplanten Erhaltungsmaßnahmen (Jahre 2021, 2026 und 2031) auf Grund der dort hinterlegten, aperiodischen Einzelrisiken höhere Risikokosten zu erwarten sind. Wie ebenso ersichtlich wird, ist in diesem Beispiel mit einer laufenden Zunahme der jährlichen Risikokosten zu rechnen, was sich bei gegenständlichem Projekt aus den steigenden Verkehrszahlen und damit dem steigenden Verkehrsmengenrisiko sowie als Folge der steigenden Betriebskosten ergibt.

Zur besseren Beurteilbarkeit der ermittelten Ergebnisse wird in **Bild 78** die Streuung der mittels MCS berechneten Risikokosten gezeigt.

<sup>661</sup> Eigene Darstellung



**Bild 78:** Streuung der Gesamtrisikokosten („Box Plot“) (probabilistisch) – PPP-Strassenprojekt Indien – PPP-Bestandsprojekt B<sub>2</sub><sup>662</sup>

Wie die Approximation der diskreten Ergebnisse der MCS mittels einer Normalverteilung zeigt (**Bild 78**), ist die Approximation in manchen Geschäftsjahren durchaus gut (Bsp.: Jahr 2030), in anderen hingegen weniger (Bsp.: Jahr 2016). Dies ist in nachfolgender Zuordnung der Gesamtrisikokosten zu den Renditen zu beachten.

### 9.1.3 Renditermittlung unter Berücksichtigung der Risikokosten bei PPP-Bestandsprojekten

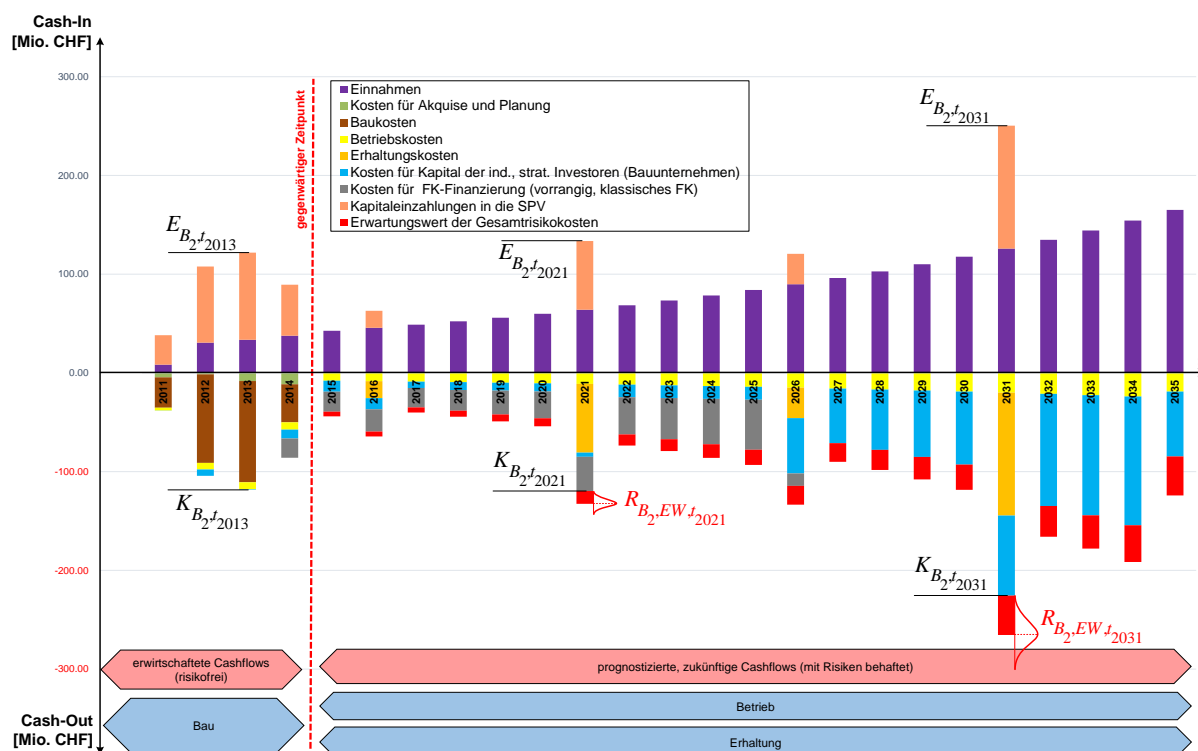
In Kapitel 6.2 wurde gezeigt, dass in der Ermittlung der Renditen zwischen erwirtschafteten Renditen sowie prognostizierten, zukünftigen Renditen zu unterscheiden ist. Diese Unterscheidung wird in der Folge entsprechend vorgenommen.

### 9.1.3.1 Ermittlung der erwirtschafteten Renditen

Wie aus **Bild 77** und **Bild 78** ersichtlich wird, unterliegen die Cashflows der Geschäftsjahre 2011 bis 2014 keinen Risiken mehr. Die im Finanzmodell berücksichtigten Cashflowgrößen stellen bereits IST-Werte dar, in welche die eingetretenen Risiken bereits eingeflossen sind.

### 9.1.3.2 Ermittlung der prognostizierten, zukünftigen Renditen

Bei den Cashflowgrößen ab dem Geschäftsjahr 2015 bis zum Ende der PPP-Projektlaufzeit handelt es sich um Prognosewerte, die noch Schwankungen in Folge von Risikoeintritten aufweisen können (vgl. **Bild 77** und **Bild 78**). Folglich unterliegen die prognostizierten Renditen gewissen Schwankungen und sind auf probabilistischer Basis zu bewerten. Um dies zu ermöglichen, werden die mittels MCS berechneten, probabilistischen Risikokosten als variable Cashflowgrößen ausgegeben und in der Renditeberechnung berücksichtigt (**Bild 79**).



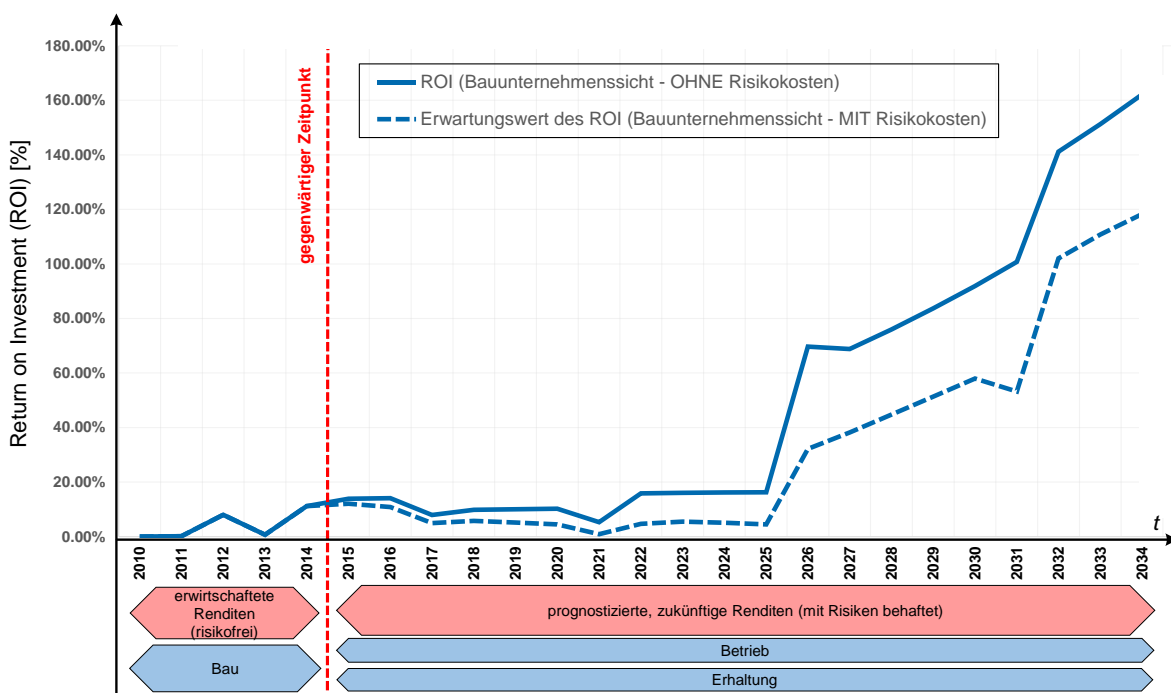
**Bild 79:** Cashflow-Profil mit Berücksichtigung der Risikokosten (probabilistisch) – PPP-Strassenprojekt Indien – PPP-Bestandsprojekt  $B_2^{663}$

Errechnet man unter Berücksichtigung der Risikokosten die Rendite des PPP-Projektes unter Anwendung der Formeln ( 6.12 ) bis ( 6.14 ), so ergibt sich der jährliche

<sup>663</sup> Eigene Darstellung

Erwartungswert der Rendite. Wie der Vergleich der beiden Renditeverläufe in **Bild 80** zeigt, ist die Rendite (*ROI*) unter Berücksichtigung des Risikos (strichliert dargestellt) teilweise deutlich niedriger. Wie stark die Abweichung ist, hängt ausschliesslich von der Höhe der jährlichen Risikokosten des jeweiligen PPP-Projektes ab. Das hier gezeigte PPP-Strassenprojekt Indien – PPP-Bestandsprojekt B<sub>2</sub> weist auf Grund der Abhängigkeit der Einnahmen von der Verkehrsmenge sowie auf Grund des Projektumfeldes (Land/Währung/etc.) vergleichsweise hohe Risiken auf. Dementsprechend gibt es einen grossen Unterschied zwischen den Renditen (*ROIs*) ohne Berücksichtigung der Risikokosten (deterministisch) und den Renditen (*ROIs*) mit Berücksichtigung der Erwartungswerte der Risikokosten (probabilistisch).

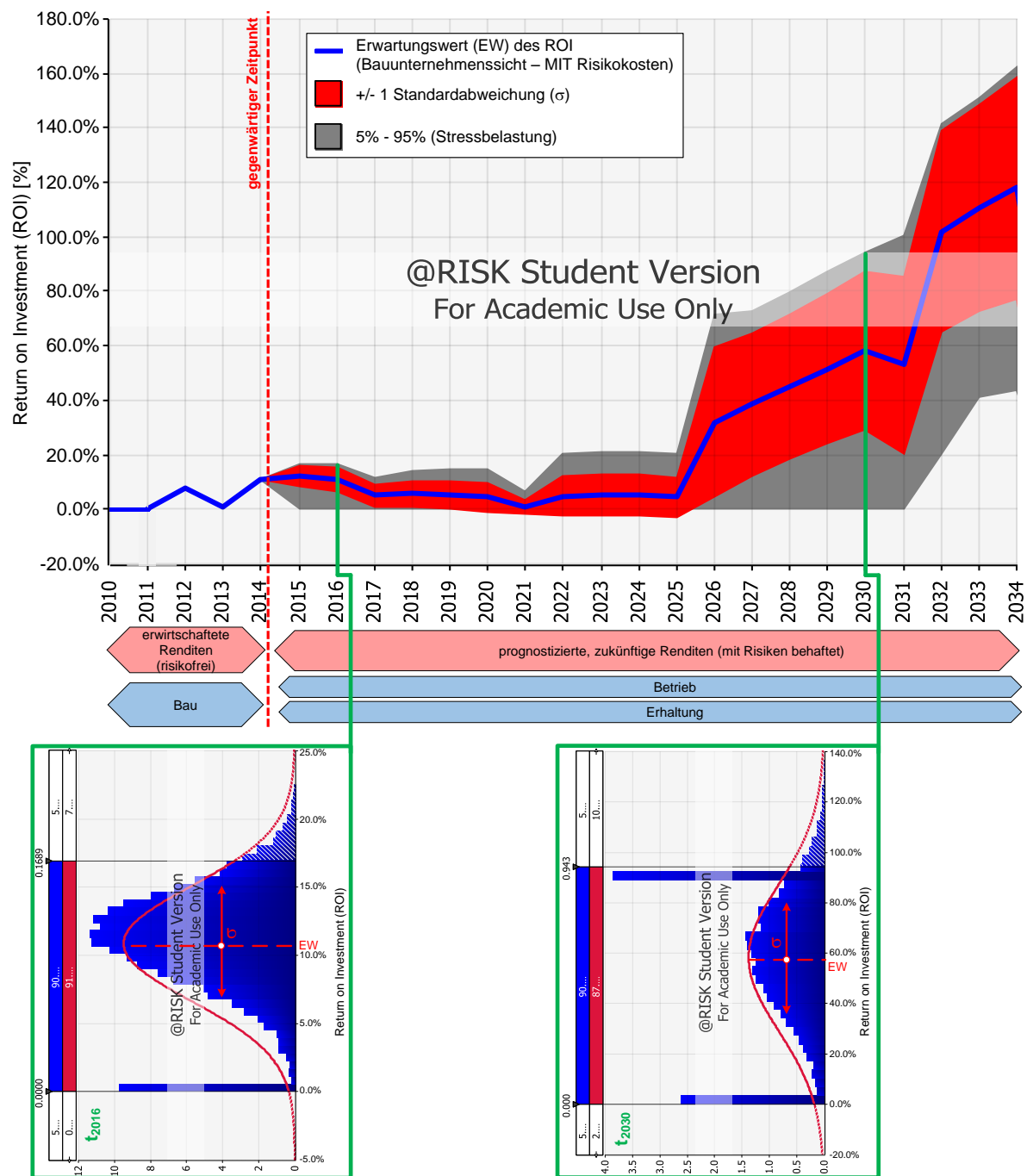
Die Berechnung der Rendite ist dieser Arbeit in „Anhang F – Analyse des PPP-Bestandsprojektes B<sub>2</sub> (Bsp.)“, **Tabelle 38** beigelegt.



**Bild 80:** Vergleich des *ROI* aus Bauunternehmenssicht mit und ohne Risikokosten (deterministisch/probabilistisch) – PPP-Strassenprojekt Indien – PPP-Bestandsprojekt B<sub>2</sub><sup>664</sup>

Da die Renditen durch Zuweisung der probabilistisch ermittelten Gesamtrisikokosten selbst zu probabilistischen Grössen werden, kann neben dem Erwartungswert der Rendite auch die zugehörige Standardabweichung berechnet werden (vgl. Formel ( 6.15 ) und ( 6.16 )). Des Weiteren wird in der Simulation eine Stressbelastung ausgegeben, die sich auf das 5 bzw. das 95-Prozent-Quantil der berechneten Renditeverteilung bezieht und die „Stressbelastung“ darstellt (**Bild 81**).

<sup>664</sup> Eigene Darstellung



**Bild 81:** Erwartungswert, Standardabweichung und Stressbelastung der Renditen (ROI) (probabilistisch) – PPP-Strassenprojekt Indien – PPP-Bestandsprojekt B<sub>2</sub><sup>665</sup>

Wie aus **Bild 81** erkennbar ist, wird die Rendite des PPP-Projektes nie negativ. Dies entspricht den bei einer Projektfinanzierung üblichen Vertragsbedingungen. Die Gesellschafter sind zu keinem zusätzlichen Eigenkapitalnachschuss verpflichtet (sog.

<sup>665</sup> Eigene Darstellung

„non-recourse Finanzierung“), wenn es zu Verlusten der SPV kommt. Stattdessen werden die Zahlungsverpflichtungen in der umgekehrten Reihenfolge der „Cashflow Cascade“ nicht mehr wahrgenommen (vgl. **Bild 38**). Das bedeutet im konkreten Fall, dass bei einem Verlust der PPP-Projektgesellschaft zuerst keine Dividenden mehr ausgezahlt werden, da der freie Cashflow null wird. Anschliessend werden die Rücklagen dezimiert. Sollte dies immer noch nicht ausreichen, werden Zinsen und Tilgung des nachrangigen Fremdkapitals (Gesellschafterdarlehen und Bauzwischenfinanzierung) nicht mehr bedient, was gleichbedeutend mit einem  $ROI=0$  ist. Sollte auch das noch nicht ausreichen um die Verluste auszugleichen, werden Zinsen und Tilgung des klassischen Fremdkapitals beschnitten. Für die nicht planmässigen geleisteten Zahlungsströme wird ein Buchungskonto eröffnet und ein „Verlustvortrag“ ausgewiesen. Erst nachdem alle Zahlungsverpflichtungen in der Abfolge der „Cashflow Cascade“ wieder ausgeglichen werden können und der „Verlustvortrag“ gleich null ist, wird wieder eine Dividende ausgeschüttet.

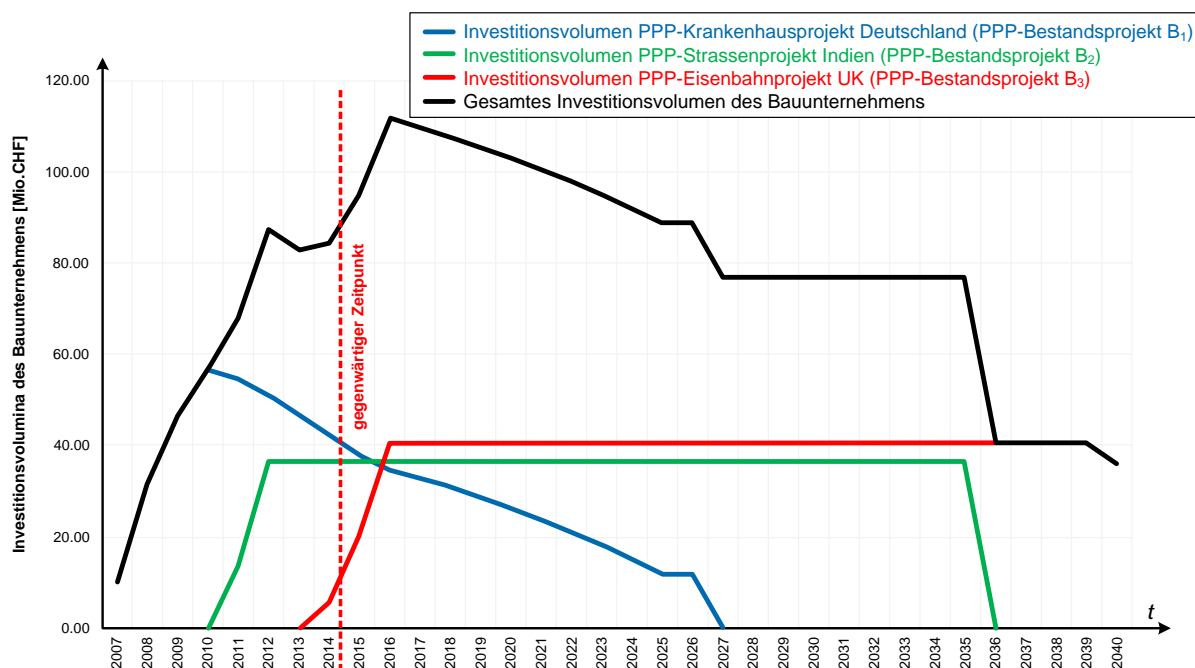
Zusätzlich ist in **Bild 81** erkennbar, dass die zur Umsetzung der MPT geforderte Normalverteilung die diskrete Wahrscheinlichkeitsfunktion der MCS nur bedingt beschreibt. Diese Abweichung muss bei der Interpretation der Ergebnisse der MPT als mögliche Fehlerquelle berücksichtigt werden (vgl. Kapitel 6.2.2.3).

#### 9.1.4 Zusammenführung der einzelnen PPP-Bestandsprojekte zu einem IST-PPP-Portfolio

Sobald die Ermittlung der probabilistischen Risikokosten gem. Kapitel 9.1.2 und die Renditeermittlung unter Berücksichtigung der Risikokosten gem. Kapitel 9.1.3 für alle PPP-Bestandsprojekte separat durchgeführt wurde, können die einzelnen PPP-Bestandsprojekte zu einem IST-PPP-Portfolio zusammengeführt werden (vgl. Kapitel 6.3). Hierzu werden die einzelnen PPP-Bestandsprojekte zunächst zeitlich korrekt „nebeneinander“ gestellt, um den zeitlichen Verlauf des seitens des Bauunternehmens/der SGE-PPP in die einzelnen PPP-Projekte investierten Kapitals (Summe aus Eigenkapital, Gesellschafterdarlehen und Bauzwischenfinanzierung, vgl. Kapitel 5.3.3.3.2) darzustellen (**Bild 82**), der später zur Berechnung der Portfolioanteile der PPP-Bestandsprojekte dient (vgl. Formel ( 6.18 ) bis ( 6.20 )).

Klassisches Eigenkapital wird meist in wenigen Tranchen in die PPP-Projektgesellschaft einbezahlt und erst am Ende des PPP-Projektes wieder an die Gesellschafter ausgeschüttet. Sofern nur Eigenkapital und keine Bauzwischenfinanzierung sowie kein Gesellschafterdarlehen einbezahlt werden, bleibt der Betrag des investierten Kapitals fast über die gesamte PPP-Projektlaufzeit konstant (vgl. **Bild 82**, PPP-Bestandsprojekte  $B_2$  und  $B_3$ ). Wird hingegen neben dem Eigenkapital auch eine Bauzwischenfinanzierung einbezahlt, ändert sich der Verlauf entsprechend. Die Bauzwischenfinanzierung wird über die Bauphase hinweg geleistet und meist unmit-

telbar am Ende der Bauphase durch ein Gesellschafterdarlehen abgelöst. Dieses Gesellschafterdarlehen wird dann in jährlichen Raten von der PPP-Projektgesellschaft an die Gesellschafter zurückbezahlt. Damit nimmt die Summe des seitens der Gesellschafter investierten Kapitals vom Ende der Bauphase bis zum Ende des PPP-Projektes kontinuierlich ab (vgl. **Bild 82**, PPP-Bestandsprojekt B<sub>1</sub>).



**Bild 82:** Investitionsvolumina des Bauunternehmens/der SGE-PPP in PPP-Bestandsprojekte<sup>666</sup>

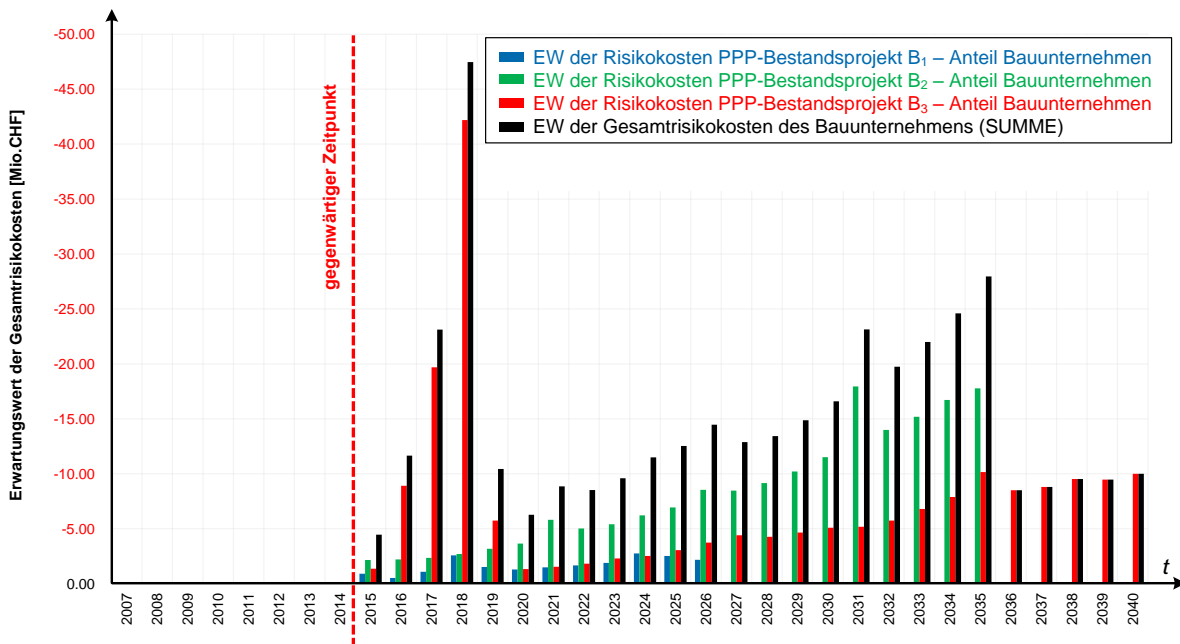
Die entsprechenden Berechnungen hierzu sind in „Anhang G – Analyse des IST-PPP-Portfolios (Bsp.)“, **Tabelle 39** zusammengefasst.

#### 9.1.4.1 Berechnung der Korrelation

Wie in Kapitel 6.3.3 dargelegt, erfolgt die Berechnung der Korrelation auf Basis der Erwartungswerte der Risikokosten (vgl. insb. Formeln ( 6.27 ) und ( 6.28 )). In der Berechnung ist auch die zeitliche Veränderung der Korrelationskoeffizienten entsprechend zu berücksichtigen (vgl. **Bild 62**). Als entscheidende Eingangsgrößen zur Berechnung der einzelnen Korrelationskoeffizienten dienen die Verläufe der Risikokosten der einzelnen PPP-Bestandsprojekte, die einander gegenübergestellt werden (**Bild 83**).

Die Ergebnisse der Berechnung der Korrelationskoeffizienten im zeitlichen Verlauf sind in „Anhang G – Analyse des IST-PPP-Portfolios (Bsp.)“, **Tabelle 40** dargestellt.

<sup>666</sup> Eigene Darstellung



**Bild 83:** Gegenüberstellung der Erwartungswerte der Risikokosten der PPP-Bestandsprojekte<sup>667</sup>

#### 9.1.4.2 Rendite und Standardabweichung des IST-PPP-Portfolios

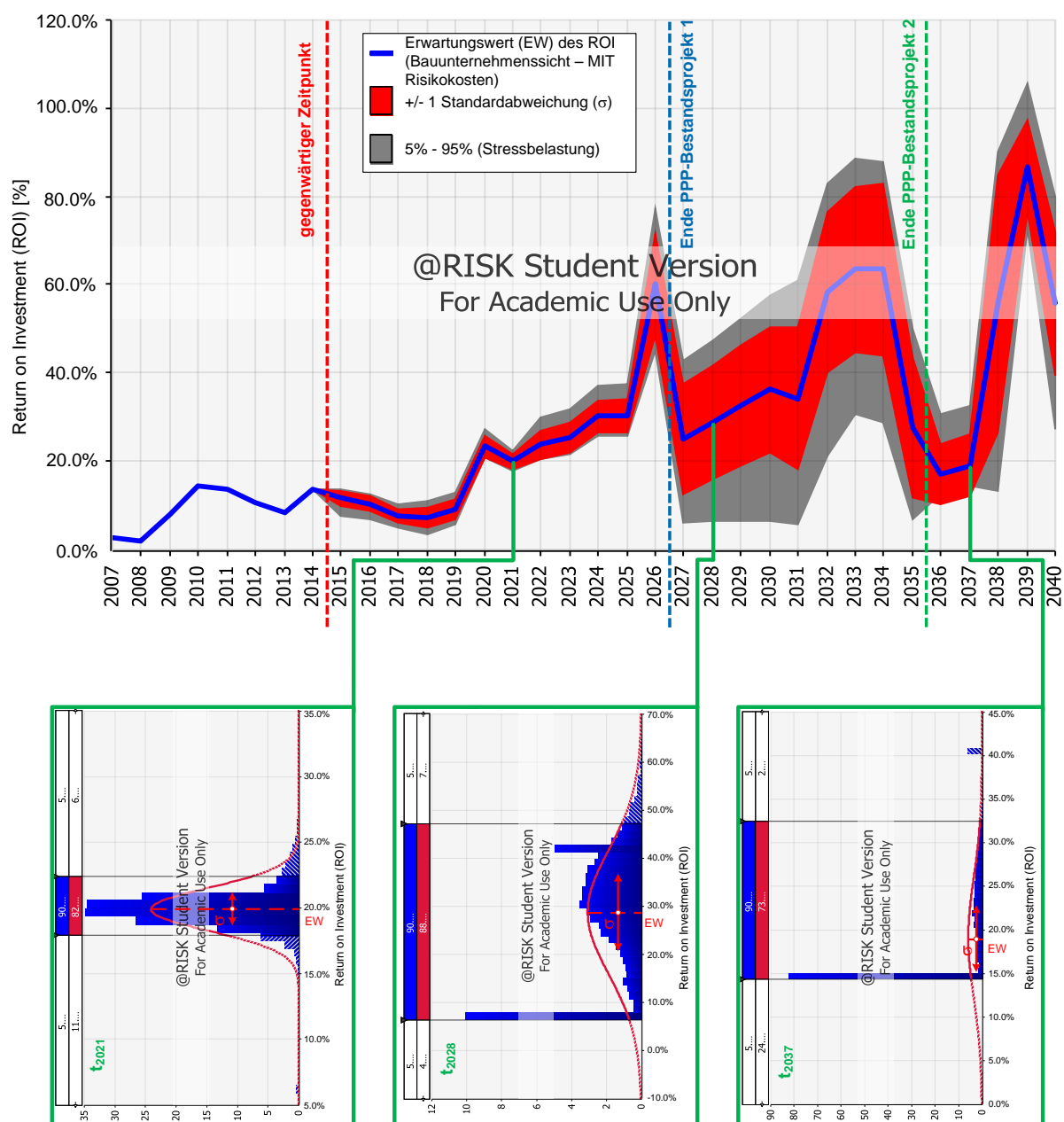
Nachdem die jährlichen Anteile der einzelnen PPP-Bestandsprojekte am PPP-Portfolio sowie die Korrelationskoeffizienten im Zeitablauf berechnet wurden, stehen gemeinsam mit den zuvor bereits ermittelten Renditen und zugehörigen Standardabweichungen der einzelnen PPP-Bestandsprojekte alle Daten zur Berechnung des Erwartungswertes der Rendite und der zugehörigen Standardabweichung des IST-PPP-Portfolios zur Verfügung (vgl. Formeln ( 6.18 ) bis ( 6.22 )).

Die Ergebnisse dieser Berechnung können „Anhang G – Analyse des IST-PPP-Portfolios (Bsp.)“, **Tabelle 40** entnommen werden.

Zeigt man die berechneten Ergebnisse im Zeitablauf, so ergibt sich der in **Bild 84** dargestellte Verlauf des Erwartungswertes der Rendite des IST-PPP-Portfolios mit zugehöriger Streuung.

<sup>667</sup> Eigene Darstellung





**Bild 84:** Erwartungswert der Rendite (ROI) des IST-PPP-Portfolios mit zugehöriger Streuung<sup>668</sup>

Wie man aus **Bild 84** erkennt, nimmt die Standardabweichung des Erwartungswertes der Rendite des IST-PPP-Portfolios sprunghaft zu, wenn ein PPP-Bestandsprojekt endet und sich dadurch die Anzahl der PPP-Projekte im Portfolio verringert. Dies zeigt die Wirksamkeit des Diversifikationseffektes auch bei PPP-Portfolios.

<sup>668</sup> Eigene Darstellung

### 9.1.5 Optimierungspotential im IST-PPP-Portfolio

Durch Implementierung einer SOLVER-Funktion in MS Excel<sup>669</sup> lässt sich das Optimierungspotential des IST-PPP-Portfolios dahingehend aufzeigen, ob Beteiligungen an einzelnen PPP-Bestandsprojekten veräußert oder hinzugekauft werden sollen. Die Optimierung kann dabei nach zwei Gesichtspunkten erfolgen:<sup>670</sup>

- 1) Minimierung des Risikos (der Standardabweichung) im IST-PPP-Portfolio für einen bestimmten Zeitraum oder
- 2) Maximierung der Rendite im IST-PPP-Portfolio für einen bestimmten Zeitraum.

#### 9.1.5.1 *Minimierung des Risikos im IST-PPP-Portfolio*

Setzt man die SOLVER-Funktion dazu ein, um die Standardabweichungen des IST-PPP-Portfolios innerhalb eines gewissen Zeitraums – im Beispiel in **Tabelle 23** wird ein Zeitraum von der Gegenwart bis zum Geschäftsjahr 2020 gewählt – zu minimieren, und nimmt dabei die prozentualen Beteiligungen an den einzelnen Projekten als variabel an, so erhält man eine Aussage darüber, bei welchen PPP-Bestandsprojekten eine Anpassung der Beteiligung vorgenommen werden sollte.

Bei entsprechender Anpassung der Beteiligungen würde man zu einem IST-PPP-Portfolio mit minimalem Risiko gelangen, ohne auch nur ein zusätzliches, neues PPP-Projekt zu akquirieren.

---

<sup>669</sup> Vgl. Fussnote 603

<sup>670</sup> Vgl. LEISER, W. (Angewandte Wirtschaftsmathematik 2000) S. 119ff

**Tabelle 23:** Minimierung des Risikos im IST-PPP-Portfolio durch Anpassung der Beteiligungen

Zusammenfassung der Projektdaten der PPP-Bestandsprojekte			Jahr (kalendарisch)						
			2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>PPP-Krankenhausprojekt Deutschland (PPP-Bestandsprojekt B1)</b>									
<b>Investitionsvolumen PPP-Krankenhausprojekt Deutschland (PPP-Bestandsprojekt B1)</b>									
	IST-Beteiligung	Beteiligung für min. Risiko							
Investition der ind., strat. Investoren (Bauunternehmen)			42.20	37.90	34.76	32.86	30.82	28.63	26.28
	Beteiligung		3.47	3.11	2.86	2.70	2.53	2.35	2.16
<b>Risiko</b>									
Erwartungswert der Gesamtrisikokosten			0.00	-0.92	-0.53	-1.09	-2.59	-1.53	-1.30
	100.0%	8.2%	0.00	-0.08	-0.04	-0.09	-0.21	-0.13	-0.11
<b>Rendite</b>									
ROI (Bauunternehmenssicht - MIT Risikokosten)			15.50%	17.00%	19.61%	19.13%	22.56%	33.13%	64.81%
Erwartungswert des ROI (Bauunternehmenssicht - MIT Risikokosten)			15.50%	15.86%	17.79%	15.83%	14.76%	27.28%	59.56%
Standardabweichung des ROI			0.00%	2.54%	3.08%	3.17%	5.37%	5.11%	6.70%
<b>PPP-Strassenprojekt Indien (PPP-Bestandsprojekt B2)</b>									
<b>Investitionsvolumen PPP-Strassenprojekt Indien (PPP-Bestandsprojekt B2)</b>									
Investition der ind., strat. Investoren (Bauunternehmen)			80.47	80.47	80.47	80.47	80.47	80.47	80.47
	Beteiligung		3.39	3.39	3.39	3.39	3.39	3.39	3.39
<b>Risiko</b>									
Erwartungswert der Gesamtrisikokosten			0.00	-4.81	-4.93	-5.21	-6.01	-7.06	-8.11
	45.0%	4.2%	0.00	-0.20	-0.21	-0.22	-0.25	-0.30	-0.34
<b>Rendite</b>									
ROI (Bauunternehmenssicht - MIT Risikokosten)			11.19%	13.30%	13.07%	6.48%	7.81%	7.36%	6.89%
Erwartungswert des ROI (Bauunternehmenssicht - MIT Risikokosten)			11.19%	12.03%	10.86%	4.96%	5.79%	5.18%	4.46%
Standardabweichung des ROI			0.00%	3.66%	4.21%	3.83%	4.68%	5.02%	5.16%
<b>PPP-Eisenbahnprojekt UK (PPP-Bestandsprojekt B3)</b>									
<b>Investitionsvolumen PPP-Eisenbahnprojekt UK (PPP-Bestandsprojekt B3)</b>									
Investition der ind., strat. Investoren (Bauunternehmen)			5.69	20.60	40.60	40.60	40.60	40.60	40.60
	Beteiligung		5.69	20.60	40.60	40.60	40.60	40.60	40.60
<b>Risiko</b>									
Erwartungswert der Gesamtrisikokosten			0.00	-1.38	-8.91	-19.69	-42.18	-5.74	-1.33
	100.0%	100.0%	0.00	-1.38	-8.91	-19.69	-42.18	-5.74	-1.33
<b>Rendite</b>									
ROI (Bauunternehmenssicht - MIT Risikokosten)			15.73%	2.71%	3.27%	3.38%	2.54%	0.00%	16.75%
Erwartungswert des ROI (Bauunternehmenssicht - MIT Risikokosten)			15.73%	3.03%	3.31%	3.39%	2.54%	0.01%	16.79%
Standardabweichung des ROI			0.00%	0.77%	0.38%	0.28%	0.23%	0.39%	0.70%
<b>Auswertung IST-PPP-Portfolio</b>			Jahr (kalendарisch)						
			2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Rendite des IST-PPP-Portfolios</b>									
	ROI (durchschnittl.)	ROI (durchschnittl.)							
EW des ROI des IST-PPP-Portfolios	10.15%	7.88%	14.44%	5.63%	4.74%	4.22%	3.44%	1.77%	17.88%
<b>Risiko des IST-PPP-Portfolios</b>									
	kum. bis 2020	kum. bis 2020							
Varianz des ROI des IST-PPP-Portfolios	0.0023	0.0002	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Standardabweichung des ROI des IST-PPP-Portfolios	4.811%	1.314%	0.00%	0.75%	0.45%	0.38%	0.47%	0.46%	0.63%

Aus **Tabelle 23** geht hervor, dass zur Erreichung eines minimalen Portfoliorisikos (einer minimalen Standardabweichung) im Zeitraum bis 2020 die Beteiligung am PPP-Bestandsprojekt B<sub>1</sub> (PPP-Krankenhausprojekt Deutschland) von derzeit 100.0 Prozent auf 8.2 Prozent sowie die Beteiligung am PPP-Bestandsprojekt B<sub>2</sub> (PPP-Strassenprojekt Indien) von derzeit 45.0 Prozent auf 4.2 Prozent reduziert werden muss.

### 9.1.5.2 Maximierung der Rendite des IST-PPP-Portfolios

Analog zur Minimierung des Risikos im IST-PPP-Portfolio lässt sich unter Anwendung der SOLVER-Funktion auch die optimale Portfoliozusammensetzung zur Maximierung der durchschnittlichen Rendite im IST-PPP-Portfolio berechnen (**Tabelle 24**). Auch hier wird wiederum ein Zeitraum von der Gegenwart bis zum Geschäftsjahr 2020 betrachtet.

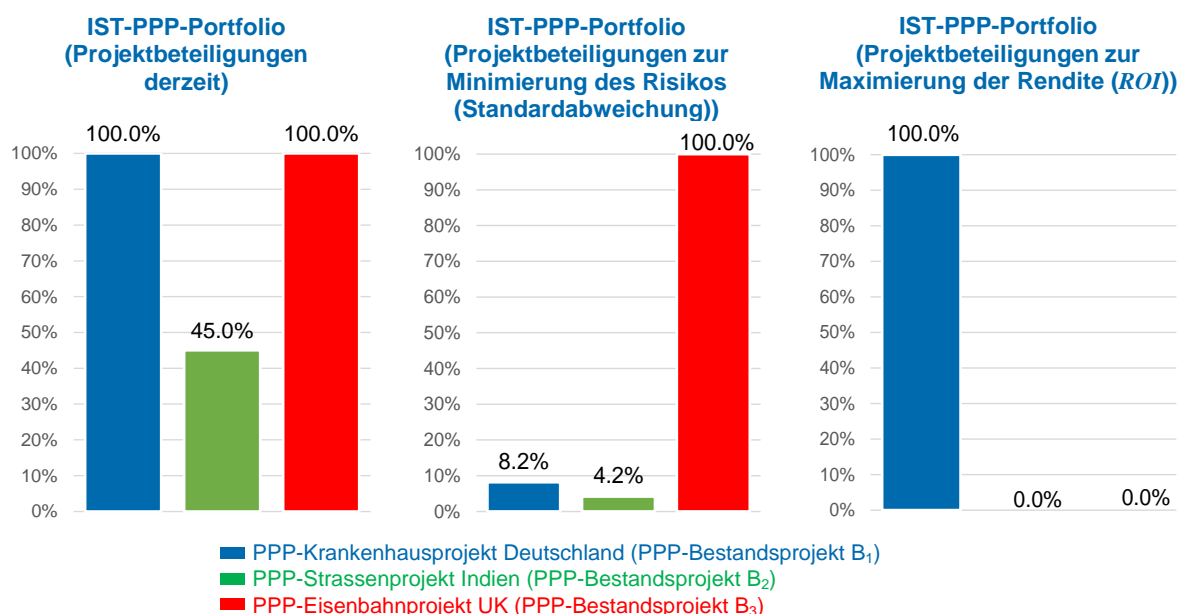
**Tabelle 24:** Maximierung der Rendite im IST-PPP-Portfolio durch Anpassung der Beteiligungen

Zusammenfassung der Projektdaten der PPP-Bestandsprojekte			Jahr (kalendarisch)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>PPP-Krankenhausprojekt Deutschland (PPP-Bestandsprojekt B1)</b>										
<b>Investitionsvolumen PPP-Krankenhausprojekt Deutschland (PPP-Bestandsprojekt B1)</b>										
	IST-Beteiligung	Beteiligung für max. Rendite								
Investition der ind., strat. Investoren (Bauunternehmen)			42.20	37.90	34.76	32.86	30.82	28.63	26.28	
	Beteiligung	100.0%	42.20	37.90	34.76	32.86	30.82	28.63	26.28	
<b>Risiko</b>										
Erwartungswert der Gesamtrisikokosten			0.00	-0.92	-0.53	-1.09	-2.59	-1.53	-1.30	
	100.0%	100.0%	0.00	-0.92	-0.53	-1.09	-2.59	-1.53	-1.30	
<b>Rendite</b>										
ROI (Bauunternehmenssicht - MIT Risikokosten)			15.50%	17.00%	19.61%	19.13%	22.56%	33.13%	64.81%	
Erwartungswert des ROI (Bauunternehmenssicht - MIT Risikokosten)			15.50%	15.86%	17.79%	15.83%	14.76%	27.28%	59.56%	
Standardabweichung des ROI			0.00%	2.54%	3.08%	3.17%	5.37%	5.11%	6.70%	
<b>PPP-Strassenprojekt Indien (PPP-Bestandsprojekt B2)</b>										
<b>Investitionsvolumen PPP-Strassenprojekt Indien (PPP-Bestandsprojekt B2)</b>										
Investition der ind., strat. Investoren (Bauunternehmen)			80.47	80.47	80.47	80.47	80.47	80.47	80.47	
	Beteiligung	45.0%	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
<b>Risiko</b>										
Erwartungswert der Gesamtrisikokosten			0.00	-4.81	-4.93	-5.21	-6.01	-7.06	-8.11	
	45.0%	0.1%	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	
<b>Rendite</b>										
ROI (Bauunternehmenssicht - MIT Risikokosten)			11.19%	13.30%	13.07%	6.48%	7.81%	7.36%	6.89%	
Erwartungswert des ROI (Bauunternehmenssicht - MIT Risikokosten)			11.19%	12.03%	10.86%	4.96%	5.79%	5.18%	4.46%	
Standardabweichung des ROI			0.00%	3.66%	4.21%	3.83%	4.68%	5.02%	5.16%	
<b>PPP-Eisenbahnprojekt UK (PPP-Bestandsprojekt B3)</b>										
<b>Investitionsvolumen PPP-Eisenbahnprojekt UK (PPP-Bestandsprojekt B3)</b>										
Investition der ind., strat. Investoren (Bauunternehmen)			5.69	20.60	40.60	40.60	40.60	40.60	40.60	
	Beteiligung	100.0%	0.01	0.02	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
<b>Risiko</b>										
Erwartungswert der Gesamtrisikokosten			0.00	-1.38	-8.91	-19.69	-42.18	-5.74	-1.33	
	100.0%	0.1%	0.00	0.00	-0.01	-0.02	-0.04	-0.01	0.00	
<b>Rendite</b>										
ROI (Bauunternehmenssicht - MIT Risikokosten)			15.73%	2.71%	3.27%	3.38%	2.54%	0.00%	16.75%	
Erwartungswert des ROI (Bauunternehmenssicht - MIT Risikokosten)			15.73%	3.03%	3.31%	3.39%	2.54%	0.01%	16.79%	
Standardabweichung des ROI			0.00%	0.77%	0.38%	0.28%	0.23%	0.39%	0.70%	
<b>Auswertung IST-PPP-Portfolio</b>										
			Jahr (kalendarisch)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Rendite des IST-PPP-Portfolios</b>										
	ROI (durchschnittl.)	ROI (durchschnittl.)								
EW des ROI des IST-PPP-Portfolios	10.15%	16.88%		15.49%	15.84%	17.76%	15.79%	14.72%	27.18%	59.33%
<b>Risiko des IST-PPP-Portfolios</b>										
	kum. bis 2020	kum. bis 2020								
Varianz des ROI des IST-PPP-Portfolios	0.0023	0.0125		0.0000	0.0006	0.0009	0.0010	0.0029	0.0026	0.0044
Standardabweichung des ROI des IST-PPP-Portfolios	4.811%	11.167%		0.00%	2.53%	3.07%	3.15%	5.35%	5.09%	6.67%

Wie **Tabelle 24** zeigt, ist zur Erreichung einer maximalen, durchschnittlichen Rendite (*ROI*) bis einschliesslich 2020 die Beteiligung am PPP-Bestandsprojekt B<sub>2</sub> (PPP-Strassenprojekt Indien) und am PPP-Bestandsprojekt B<sub>3</sub> (PPP-Eisenbahnprojekt UK) gänzlich aufzugeben, da das PPP-Bestandsprojekt B<sub>1</sub> (PPP-Krankenhausprojekt Deutschland) allein die besten Renditeaussichten birgt. Im Gegenzug würde jedoch das Risiko (die Standardabweichung) des IST-PPP-Portfolios von etwa 4.8 Prozent auf 11.2 Prozent deutlich zunehmen.

### 9.1.5.3 Rückschlüsse aus dem Optimierungspotential des IST-PPP-Portfolios

Ein Vergleich der Ergebnisse der Minimierung des Risikos (**Tabelle 23**) mit der Maximierung der Rendite (**Tabelle 24**) im IST-PPP-Portfolio zeigt, dass die Ergebnisse sehr unterschiedlich ausfallen. Dies wird durch die Gegenüberstellung in **Bild 85** verdeutlicht.



**Bild 85:** Gegenüberstellung des derzeitigen IST-PPP-Portfolios mit den Ergebnissen der Optimierung<sup>671</sup>

Die maximale Rendite wird durch eine Beteiligung an nur einem PPP-Bestandsprojekt – demjenigen, das die maximale Rendite verspricht (PPP-Bestandsprojekt B<sub>1</sub>) – erreicht. Dies steht im Einklang mit der Hypothese von MARKOWITZ<sup>672</sup>, wonach zur ausschliesslichen Maximierung der Rendite keine Portfoliobildung erforderlich ist. Zur Erreichung des IST-PPP-Portfolios mit dem geringsten Risiko (der geringsten Standardabweichung) ist es hingegen sinnvoll, Beteiligungen an möglichst vielen PPP-Bestandsprojekten zu halten, um den Diversifikationseffekt so gut als möglich zu nutzen. Dies deckt sich mit der Erkenntnis von WELLNER<sup>673</sup>, wonach das Portfoliorisiko mit einer steigenden Anzahl von Projekten abnimmt.

Durch die unterschiedlichen Ergebnisse aus den beiden durchgeführten Optimierungen lässt sich keine eindeutige Beteiligungsstrategie ableiten, da eine Erhöhung der Rendite auch immer ein höheres Risiko (eine höhere Standardabweichung) bedingt. Dennoch zeigen die durchgeführten Berechnungen deutliche Optimierungspotentiale auf.

## 9.2 Beispiel Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte

Auf die Darstellung der qualitativen Schritte zur Vorauswahl von PPP-Projekten wird hier verzichtet, da diese Elemente nicht den Kern der vorliegenden Arbeit bilden und

<sup>671</sup> Eigene Darstellung

<sup>672</sup> Vgl. MARKOWITZ, H. M. (Foundations of Portfolio Theory 1991) S. 470

<sup>673</sup> Vgl. WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 105

auf Grund des begrenzten wissenschaftlichen Neuigkeitsgehaltes nicht hinsichtlich der Realisierbarkeit zu überprüfen sind. Das hier gezeigte Beispiel setzt damit bereits die qualitative Vorauswahl von zwei potentiell zukünftigen Zielprojekten sowie die entsprechende Datenermittlung zu diesen Zielprojekten voraus.

Die praktische Umsetzbarkeit der in Kapitel 7 gelegten, theoretischen Grundlagen wird anhand zweier Zielprojekte, die qualitativ vorab ausgewählt wurden, dargelegt.

Die Cashflows der nachfolgend gezeigten, potentiell zukünftigen Zielprojekte basieren auf realen Projektdaten, die von unterschiedlichen Unternehmen, die hier nicht namentlich genannt werden dürfen, bereitgestellt wurden. Die Ortsangaben der beiden potentiell zukünftigen Zielprojekte werden aus Gründen der Anonymisierung verändert. Um eine Verbesserung der Ergebnisqualität zu erreichen, wird innerhalb der einzelnen potentiell zukünftigen Zielprojekte eine durchgängige Faktorisierung der tatsächlichen Cashflows vorgenommen.

### 9.2.1 Beschreibung der potentiell zukünftigen Zielprojekte

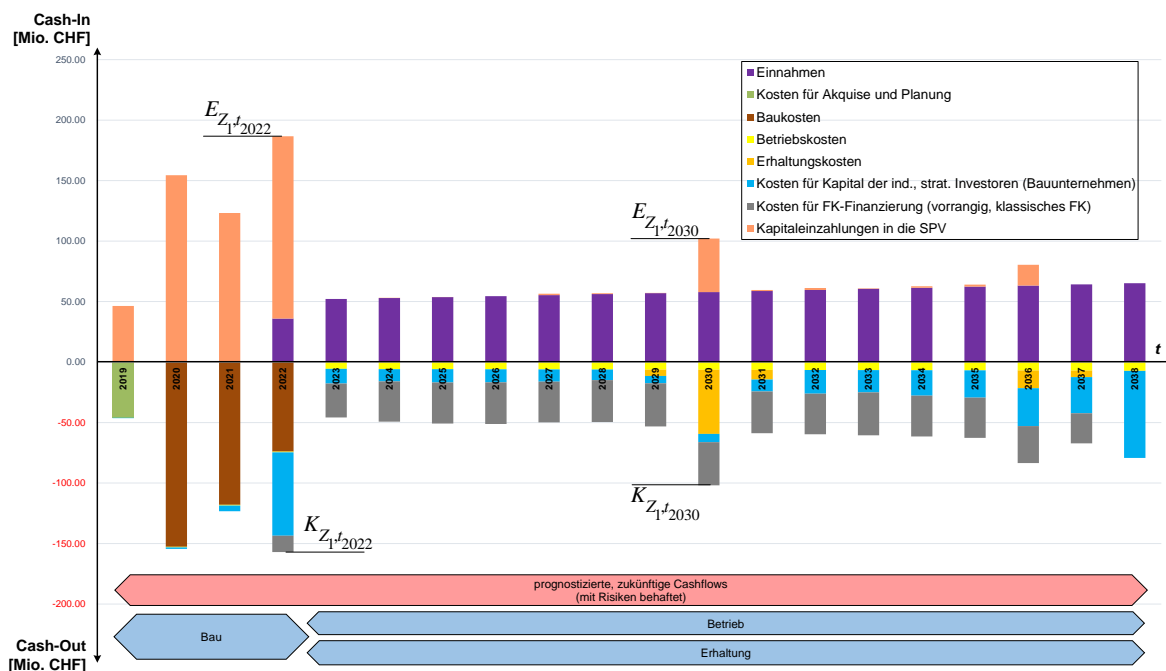
Nachfolgend werden die wichtigsten Eckdaten zu den zwei potentiell zukünftigen Zielprojekten zusammengefasst und das Cashflow-Profil gem. einer ersten Prognose der Zahlungsströme für jedes potentiell zukünftige Zielprojekt dargestellt.

#### 9.2.1.1 *PPP-Krankenhaus und Verwaltungsgebäude Schweiz – potentiell zukünftiges Zielprojekt Z<sub>1</sub>*

Beim potentiell zukünftigen Zielprojekt Z<sub>1</sub> handelt es sich um ein grosses PPP-Krankenhaus und Verwaltungsgebäude in der Schweiz. Gem. bekannter Informationen hat der private PPP-Partner die Ausführungsplanung sowie den Um- und Ausbau von verschiedenen Gebäudekomplexen zu übernehmen. Des Weiteren ist die Übernahme von Teilen des Betriebsdienstes, die bauliche Erhaltung sowie die Projektfinanzierung des Projektes für einen Zeitraum von 20 Jahren zu bewerkstelligen. Der Projektbeginn ist für 2019 vorgesehen.

Hinsichtlich der Einnahmen des PPP-Projektes ist davon auszugehen, dass die Vergütung des privaten PPP-Partners auf Basis von fest vereinbarten, monatlichen Mieten erfolgt. Da es sich um mehrere Gebäudeteile handelt, ist eine Teilinbetriebnahme möglich, sodass am Ende des Bauprozesses bereits Einnahmen generiert werden können.

Das auf einer ersten Abschätzung beruhende Cashflow-Profil des PPP-Krankenhaus und Verwaltungsgebäudes Schweiz – potentiell zukünftiges Zielprojekt Z<sub>1</sub> – ist in **Bild 86** dargestellt.



**Bild 86:** Cashflow-Profil ohne Berücksichtigung der Risikokosten (deterministisch) – PPP-Krankenhaus und Verwaltungsgebäude Schweiz – potentiell zukünftiges Zielprojekt  $Z_1$ <sup>674</sup>

### 9.2.1.2 PPP-Strassenprojekt USA – potentiell zukünftiges Zielprojekt $Z_2$

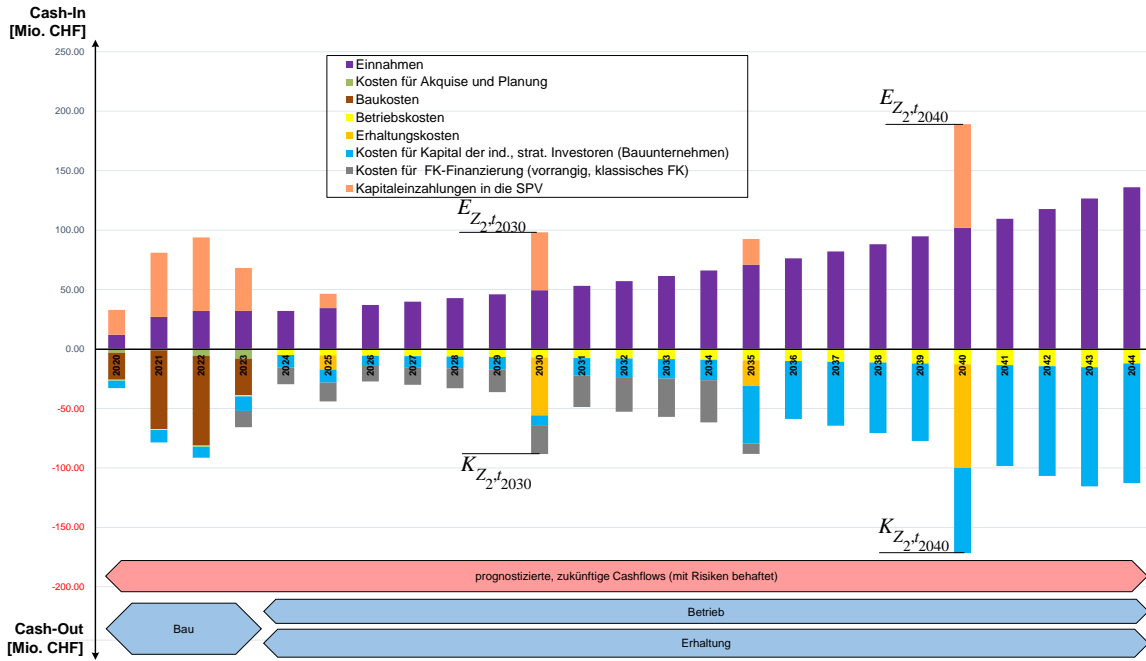
Beim potentiell zukünftigen Zielprojekt  $Z_2$  handelt es sich um ein PPP-Strassenprojekt in den USA. Gem. bekannter Informationen hat der private PPP-Partner die Ausführungsplanung, den Aus- bzw. Neubau sowie den Betrieb, die Erhaltung und die Finanzierung eines etwa 40 Kilometer langen Autobahnabschnitts zu übernehmen. Die PPP-Projektdauer beträgt 25 Jahre. Der Projektbeginn ist für 2020 vorgesehen.

Die Vergütung des privaten PPP-Partners soll auf Basis eines Schattenmautkonzeptes erfolgen. Das Verkehrsmengenrisiko liegt damit zumindest teilweise beim privaten PPP-Partner. Da es sich in einigen Abschnitten um ein sog. „Brownfield-Projekt“<sup>675</sup> handelt, werden bereits während des Bauprozesses Einnahmen aus der Maut generiert.

**Bild 87** zeigt das auf einer ersten Abschätzung beruhende Cashflow-Profil des PPP-Strassenprojektes USA – potentiell zukünftiges Zielprojekt  $Z_2$ .

<sup>674</sup> Eigene Darstellung

<sup>675</sup> Vgl. Fussnote 111



**Bild 87:** Cashflow-Profil ohne Berücksichtigung der Risikokosten (deterministisch) – PPP-Strassenprojekt USA – potentiell zukünftiges Zielprojekt  $Z_2^{676}$

### 9.2.2 Ermittlung der probabilistischen Risikokosten der potentiell zukünftigen Zielprojekte

Die Berechnung der probabilistischen Risikokosten der potentiell zukünftigen Zielprojekte verläuft analog des für PPP-Bestandsprojekte vorgeschlagenen Prozesses (vgl. Kapitel 9.1.2). Auf Grund der höheren Prognoseunsicherheit sind höhere Kostenschwankungen möglich. Dies ist bei den Ansätzen der Eintretenswahrscheinlichkeit bzw. der Risikotragweite zu berücksichtigen.

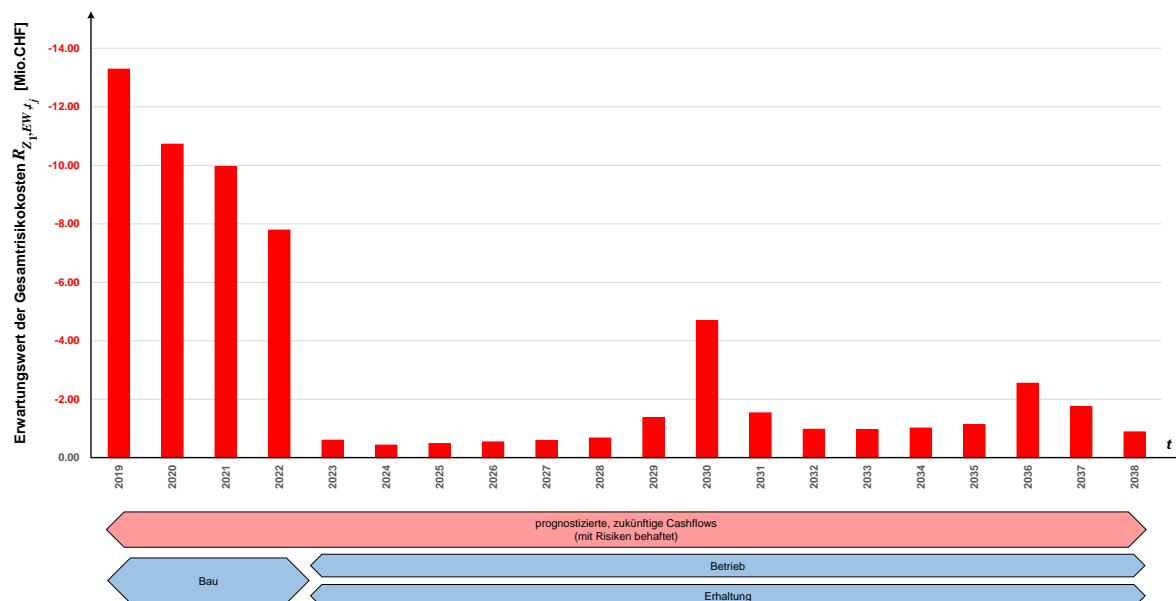
Des Weiteren ist anzumerken, dass bei potentiell zukünftigen Zielprojekten die Risikoallokation nicht wie bei PPP-Bestandsprojekten auf Basis eines konkreten PPP-Vertrages ermittelt werden kann. Stattdessen ist auf Basis der bereits im Markt vorhandenen Kenntnisse eine Abschätzung zu treffen. Als weiterer Anhaltspunkt dient „Anhang D – Gängige Risikoallokation bei PPP-Projekten“. Dabei ist zu erwähnen, dass es in der Praxis derzeit eine stärker werdende Tendenz zu standardisierten PPP-Verträgen gibt, sodass das Problem der nicht bekannten Risikoallokation bei zukünftigen PPP-Projekten abnehmen wird.

Nach Durchlaufen aller Schritte des im PPP-PSM vorgeschlagenen Risikomanagementprozesses (**Bild 44**) erhält man auf Basis der MCS den Verlauf der Erwartungs-

<sup>676</sup> Eigene Darstellung



werte der Gesamtrisikokosten. Dieser wird nachfolgend am Beispiel des PPP-Krankenhaus und Verwaltungsgebäude Schweiz – potentiell zukünftiges Zielprojekt 1 dargestellt.



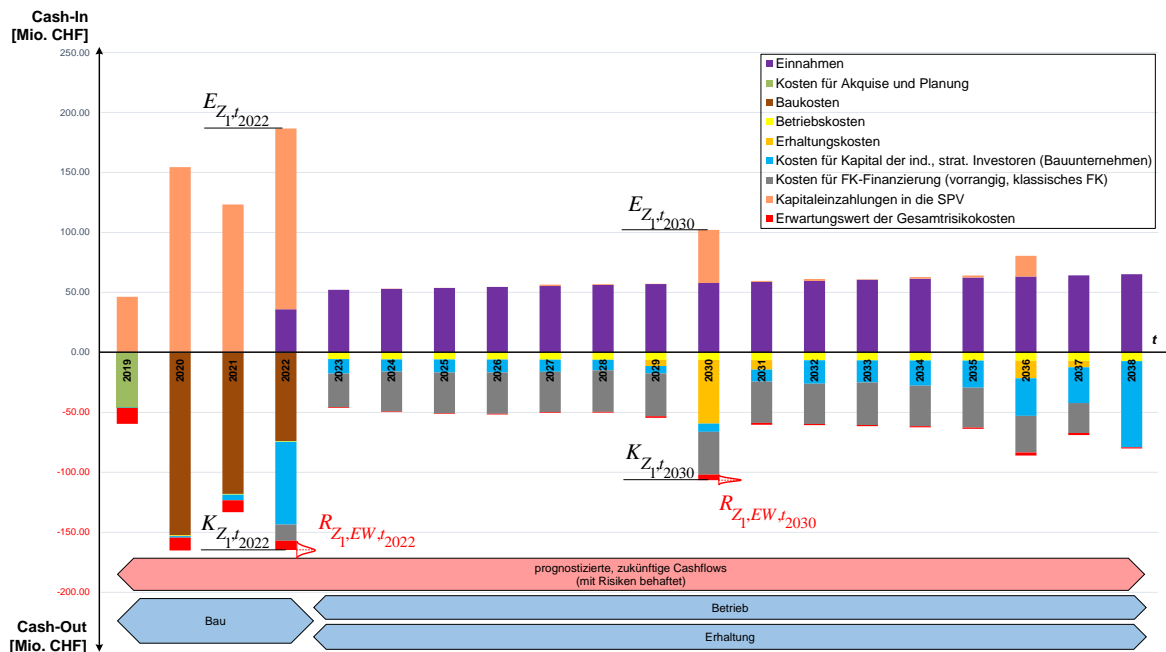
**Bild 88:** Erwartungswert der Gesamtrisikokosten (probabilistisch) – PPP-Krankenhaus und Verwaltungsgebäude Schweiz – potentiell zukünftiges Zielprojekt Z<sub>1</sub><sup>677</sup>

Da es sich um ein zukünftiges PPP-Projekt handelt, treten über die gesamte PPP-Projektlaufzeit Risikokosten auf. **Bild 88** zeigt deutlich, dass während des Baus und auf Grund von Erhaltungsmassnahmen in den Geschäftsjahren 2030 und 2036 mit erhöhten Risikokosten zu rechnen ist.

### 9.2.3 Ermittlung der prognostizierten Renditen unter Berücksichtigung der Risikokosten bei potentiell zukünftigen Zielprojekten

Weist man die mittels MCS berechneten Risikokosten als variable Cashflowgrössen aus, ergibt sich der in **Bild 89** gezeigte Zusammenhang.

<sup>677</sup> Eigene Darstellung

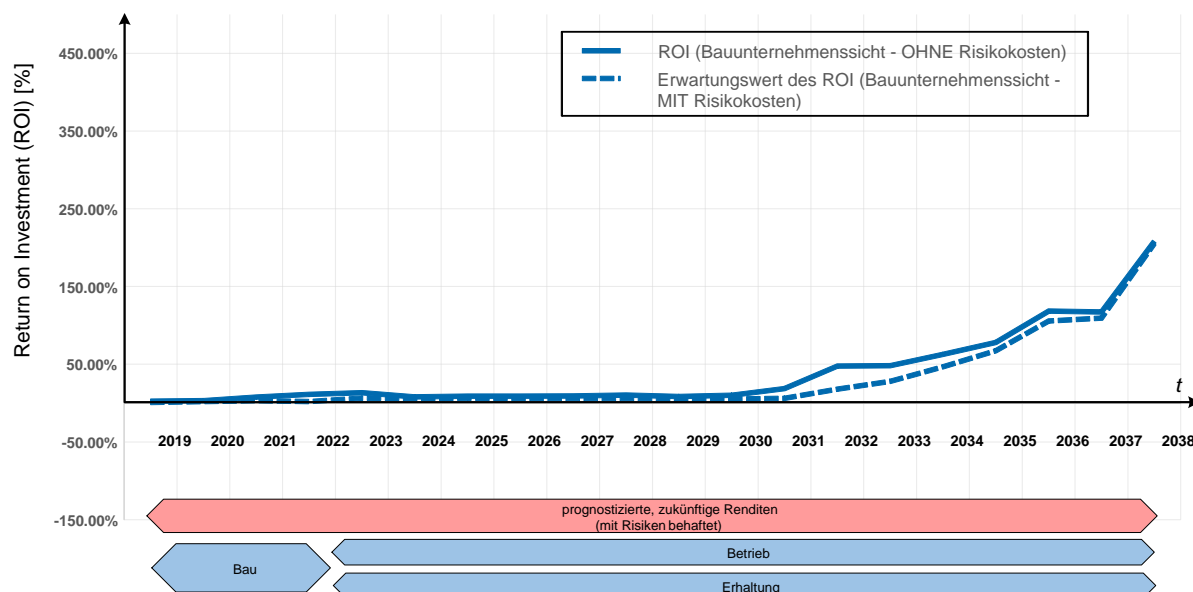


**Bild 89:** Cashflow-Profil mit Berücksichtigung der Risikokosten (probabilistisch) – PPP-Krankenhaus und Verwaltungsgebäude Schweiz – potentiell zukünftiges Zielprojekt  $Z_1^{678}$

Errechnet man unter Berücksichtigung der Risikokosten die Renditen der potentiell zukünftigen Zielprojekte unter Anwendung der Formeln ( 6.12 ) bis ( 6.14 ), so ergibt sich der jährliche Erwartungswert der Rendite. Wie der Vergleich der beiden Renditeverläufe in **Bild 90** zeigt, nimmt die Rendite unter Berücksichtigung des Risikos ab. Wie stark die Abweichung ist, hängt ausschliesslich von der Höhe der jährlichen Risikokosten des jeweiligen PPP-Projektes ab. Das hier gezeigte PPP-Krankenhaus und Verwaltungsgebäude Schweiz – potentiell zukünftiges Zielprojekt  $Z_1$  weist auf Grund der festen Einnahmen sowie des nicht vorhandenen Währungsrisikos, des stabilen Umfeldes, u. a. m. vergleichsweise geringe Risiken auf. Dementsprechend gibt es nur einen geringen Unterschied zwischen den Renditen ( $ROI_s$ ) ohne Berücksichtigung der Risikokosten (deterministisch) und mit Berücksichtigung der Erwartungswerte der Risikokosten (probabilistisch).

Da die Renditen durch Zuweisung der probabilistisch ermittelten Gesamtrisikokosten selbst zu probabilistischen Grössen werden, kann neben dem Erwartungswert der Rendite auch die zugehörige Standardabweichung berechnet werden (vgl. Formel ( 6.15 ) und ( 6.16 )).

Damit ist die Analyse der potentiell zukünftigen Zielprojekte abgeschlossen und es kann mit der eigentlichen PPP-Projektselektionsentscheidung begonnen werden.



**Bild 90:** Vergleich des *ROI* aus Bauunternehmenssicht mit und ohne Risiken (deterministisch/probabilistisch) – PPP-Krankenhaus und Verwaltungsgebäude Schweiz – potentiell zukünftiges Zielprojekt  $Z_1$ <sup>679</sup>

## 9.3 Beispiel Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung

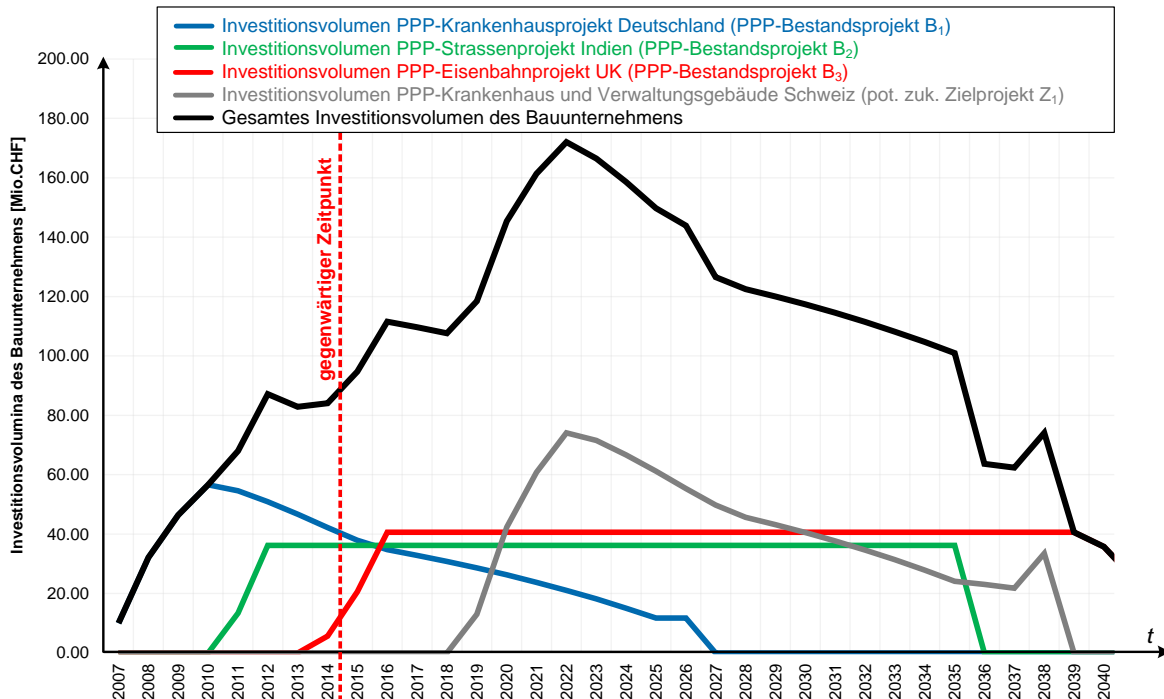
### 9.3.1 Bildung der potentiell zukünftigen PPP-Portfolien

Nachdem für alle PPP-Bestandsprojekte und alle potentiell zukünftigen Zielprojekte die probabilistischen Risikokosten (Kapitel 9.1.2 und 9.2.2) sowie die Renditen unter Berücksichtigung dieser Risikokosten (Kapitel 9.1.3 und 9.2.3) separat ermittelt wurden, können die zukünftigen PPP-Portfolien durch Zusammenführung aller PPP-Bestandsprojekte mit je einem potentiell zukünftigen Zielprojekt gebildet werden (vgl. Kapitel 8.2). Nachfolgend wird der Berechnungsablauf exemplarisch für die Zusammenführung aller PPP-Bestandsprojekte mit dem PPP-Krankenhaus und Verwaltungsgebäude Schweiz – potentiell zukünftiges Zielprojekt  $Z_1$  gezeigt.

In einem ersten Schritt werden die einzelnen PPP-Bestandsprojekte und das PPP-Krankenhaus und Verwaltungsgebäude Schweiz – potentiell zukünftiges Zielprojekt  $Z_1$  zeitlich korrekt „nebeneinander“ gestellt. Dabei lässt sich analog zur Vorgehensweise beim IST-PPP-Portfolio der zeitliche Verlauf des seitens des Bauunternehmens/der SGE-PPP in die einzelnen PPP-Projekte investierten Kapitals (Eigenkapital, Gesellschafterdarlehen, Bauzwischenfinanzierung) darstellen (**Bild 91**), der zur Berechnung der Portfolioanteile dient (vgl. Formeln ( 8.2 ) und ( 8.3 )).

<sup>679</sup> Eigene Darstellung

Die entsprechenden Berechnungen können „Anhang H – Zukünftiges PPP-Portfolio ZP<sub>1</sub> (Bsp.)“, **Tabelle 41** sowie „Anhang I – Zukünftiges PPP-Portfolio ZP<sub>2</sub> (Bsp.)“, **Tabelle 43** entnommen werden.

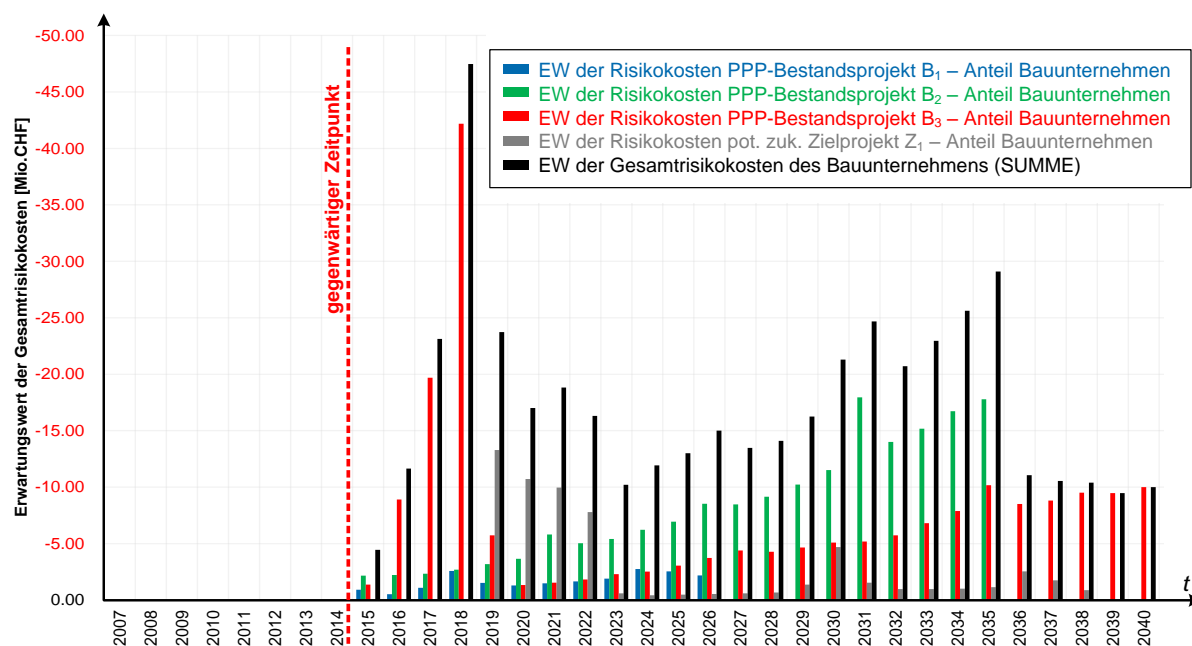


**Bild 91:** Investitionsvolumina des Bauunternehmens/der SGE-PPP in PPP-Bestandsprojekte sowie das potentiell zukünftige Zielprojekt Z<sub>1</sub> (zukünftiges PPP-Portfolio ZP<sub>1</sub>)<sup>680</sup>

### 9.3.1.1 Berechnung der Korrelation

Die Berechnung der Korrelation erfolgt analog zum IST-PPP-Portfolio. Um die Korrelationsberechnung durchführen zu können, werden die entsprechenden Verläufe der Risikokosten gegenübergestellt (**Bild 92**). Die Berechnung der Korrelation verläuft unter Anwendung der Formeln (8.6) und (8.7). Die entsprechenden Ergebnisse sind in „Anhang H – Zukünftiges PPP-Portfolio ZP<sub>1</sub> (Bsp.)“, **Tabelle 42** sowie „Anhang I – Zukünftiges PPP-Portfolio ZP<sub>2</sub> (Bsp.)“, **Tabelle 44** dargestellt.

<sup>680</sup> Eigene Darstellung



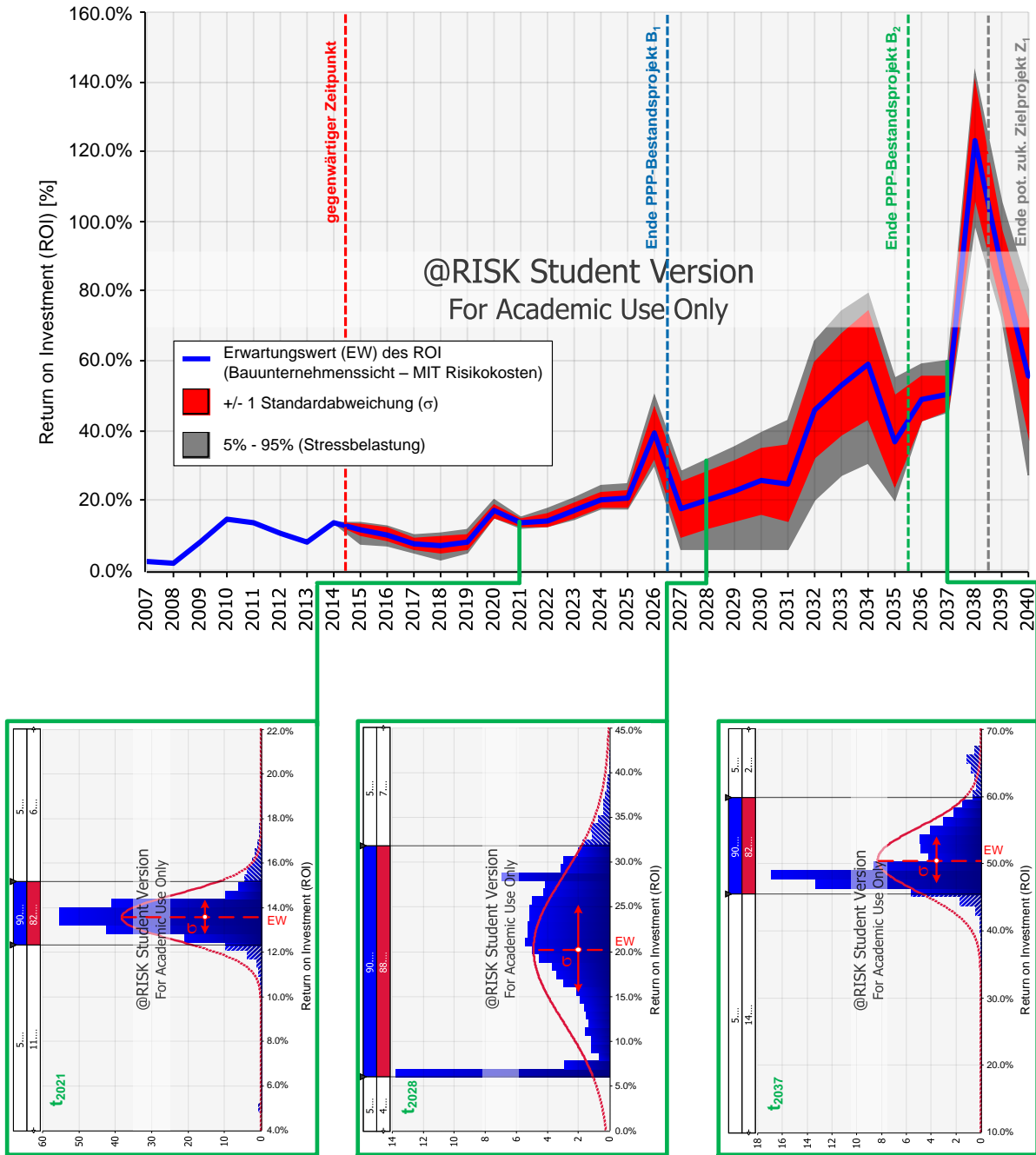
**Bild 92:** Gegenüberstellung der Erwartungswerte der Risikokosten der PPP-Bestandsprojekte inkl. des potentiell zukünftigen Zielprojektes Z<sub>1</sub> (zukünftiges PPP-Portfolio ZP<sub>1</sub>)<sup>681</sup>

### 9.3.1.2 Rendite und Standardabweichung der zukünftigen PPP-Portfolien

Nachdem alle Eingangsparameter ermittelt wurden, können die Erwartungswerte der Renditen der zukünftigen PPP-Portfolios sowie die Standardabweichungen der Erwartungswerte der Rendite der zukünftigen PPP-Portfolios berechnet werden (vgl. Formeln ( 8.1 ) bis ( 8.5 )). Die entsprechenden Ergebnisse sind in „Anhang H – Zukünftiges PPP-Portfolio ZP<sub>1</sub> (Bsp.)“, **Tabelle 42** sowie „Anhang I – Zukünftiges PPP-Portfolio ZP<sub>2</sub> (Bsp.)“, **Tabelle 44** zusammengefasst.

Zeigt man die berechneten Ergebnisse im Zeitablauf, so ergibt sich nachfolgende Darstellung für den Erwartungswert der Rendite am Beispiel des zukünftigen PPP-Portfolios ZP<sub>1</sub> mit zugehöriger Streuung (**Bild 93**).

<sup>681</sup> Eigene Darstellung



**Bild 93:** Erwartungswert der Rendite (ROI) des zukünftigen PPP-Portfolios ZP<sub>1</sub> mit zugehöriger Streuung<sup>682</sup>

<sup>682</sup> Eigene Darstellung

## 9.3.2 Multi-kriterielle PPP-Projektselektionsentscheidung

### 9.3.2.1 Definition des Entscheidungsproblems

Wie das vorliegende Entscheidungsproblem der PPP-Projektselektion definiert ist, zeigt **Bild 71**. Zusammenfassend lässt sich folgendes festhalten:

- Die Anzahl an Lösungsmöglichkeiten wird durch die in Modul 2 ermittelten, potentiell zukünftigen Zielprojekte  $Z_j$  und den daraus abgeleiteten, zukünftigen PPP-Portfolien  $ZP_j$  bestimmt. Im hier gezeigten Beispiel ist zwischen den zwei Lösungsmöglichkeiten  $ZP_1$  und  $ZP_2$  (resp.  $Z_1$  und  $Z_2$ ) zu unterscheiden.
- Auf Grund der Anwendung der MPT werden nur zwei Hauptkriterien unterschieden:
  - der Erwartungswert der Renditen des zukünftigen PPP-Portfolios  $ZP_j$  (Hauptkriterium 1 ( $HK_1$ )) und
  - die Standardabweichung des Erwartungswertes der Renditen des zukünftigen PPP-Portfolios  $ZP_j$  (Hauptkriterium 2 ( $HK_2$ ))
- Um die zeitliche Entwicklung der zukünftigen PPP-Portfolien in der Entscheidungsfindung zu berücksichtigen, sind im vorliegenden Beispiel folgende drei Unterkriterien  $UK_{i,k}$  definiert und jedem der beiden Hauptkriterien  $HK_i$  zugeordnet:
  - Unterkriterium 1: 5-Jahresplanung,
  - Unterkriterium 2: 10-Jahresplanung,
  - Unterkriterium 3: langfristige Jahresplanung.

### 9.3.2.2 Bildung der Kriteriengewichtungsfaktoren

Basierend auf der Definition des Entscheidungsproblems, in der zwei separate Hierarchieebenen unterschieden werden, werden für die Haupt- und Unterkriterien die Kriteriengewichtungsfaktoren separat festgelegt. Da im gegenständlichen Entscheidungsproblem zwei Hauptkriterien existieren, können die relativen Gewichtungen der beiden Hauptkriterien unmittelbar aus der Ausrichtung der Anlagestrategie (vgl. Kapitel 7.1) des Bauunternehmens/der SGE-PPP abgeleitet werden. Im vorliegenden Beispiel wird eine sehr schwache Präferenz zugunsten des Risikos (der Standardabweichung) gewählt, was einer leicht risikoaversen Grundhaltung entspricht. Damit ergeben sich folgende Zusammenhänge:

$$HK_1 : HK_2 = 1 : 2 \quad \rightarrow \quad g_{12}^{rel} = \frac{1}{2} \quad (9.1)$$

Durch einen paarweisen Vergleich lässt sich folgende Matrix der relativen Gewichtungsfaktoren für die Hauptkriterien angeben:

$$\mathbf{G}_{HK}^{rel} = \begin{bmatrix} g_{11}^{rel} = 1 & g_{12}^{rel} = \frac{1}{g_{21}^{rel}} \\ g_{21}^{rel} = \frac{1}{g_{12}^{rel}} & g_{22}^{rel} = 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 \\ 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (9.2)$$

In einem nächsten Schritt sind die relativen Gewichtungsfaktoren der Unterkriterien  $UK_{1,1}$  bis  $UK_{1,3}$  sowie  $UK_{2,1}$  bis  $UK_{2,3}$  zu ermitteln. Je nach der Anlagestrategie des Bauunternehmens/der SGE-PPP wird der kurz-, mittel- oder langfristige Erfolg des Unternehmens am höchsten gewichtet. In der vorliegenden Arbeit wird die Grundannahme getroffen, dass der 5-Jahresplanung die höchste Bedeutung zukommt, der 10-Jahresplanung eine mittlere Bedeutung und die langfristige Planung am geringsten gewichtet wird. Die relativen Gewichtungsfaktoren am Beispiel der Unterkriterien  $UK_{1,1}$  bis  $UK_{1,3}$  ergeben sich somit unter Berücksichtigung der Skala für die Gewichtung der Bewertungskriterien nach GIRMSCHIED (2014) S. 167 wie folgt:

$$\begin{aligned} UK_{1,1} : UK_{1,2} = 2 : 1 &\rightarrow g_{11,12}^{rel} = \frac{2}{1} = 2 \\ UK_{1,1} : UK_{1,3} = 5 : 1 &\rightarrow g_{11,13}^{rel} = \frac{5}{1} = 5 \\ UK_{1,2} : UK_{1,3} = 3 : 1 &\rightarrow g_{12,13}^{rel} = \frac{3}{1} = 3 \end{aligned} \quad (9.3)$$

Die relativen Gewichtungsfaktoren der Unterkriterien  $UK_{2,1}$  bis  $UK_{2,3}$  errechnen sich analog dazu.

Mit Hilfe eines paarweisen Vergleichs lässt sich folgende Matrix der relativen Gewichtungsfaktoren für die Unterkriterien angeben, die beispielhaft für die Unterkriterien des Hauptkriteriums 1 gezeigt wird:

$$\mathbf{G}_{UK_1}^{rel} = \begin{bmatrix} g_{11,11}^{rel} = 1 & g_{11,12}^{rel} = \frac{1}{g_{12,11}^{rel}} & g_{11,13}^{rel} = \frac{1}{g_{13,11}^{rel}} \\ g_{12,11}^{rel} = \frac{1}{g_{11,12}^{rel}} & g_{12,12}^{rel} = 1 & g_{12,13}^{rel} = \frac{1}{g_{13,12}^{rel}} \\ g_{13,11}^{rel} = \frac{1}{g_{11,13}^{rel}} & g_{13,12}^{rel} = \frac{1}{g_{12,13}^{rel}} & g_{13,13}^{rel} = 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 5 \\ 1/2 & 1 & 3 \\ 1/5 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} \quad (9.4)$$



Auf Grundlage der errechneten relativen Gewichtungsfaktoren und der Aufstellung der relativen Gewichtungsfaktorenmatrix  $\mathbf{G}_{UK_1}^{rel}$  erfolgt im nächsten Schritt die Berechnung der absoluten Gewichtungsfaktoren unter Anwendung der Eigenwertmethode.

$$(\mathbf{G}_{UK_1}^{rel} - \lambda \cdot \mathbf{E}) \cdot \mathbf{g}_{UK_1}^{abs} = 0 \quad (9.5)$$

Die Lösung dieses Eigenwertproblems führt zu den absoluten Gewichtungsfaktoren  $\mathbf{g}_{UK_1}^{abs}$  für die Unterkriterien des Hauptkriteriums 1. Hierzu wird zum grössten ( $\lambda_{UK_1}^{max}$ ) der ermittelten Eigenwerte  $\overline{\lambda}_{UK_1}$  der Eigenvektor  $\overline{x}_{UK_1}$  berechnet:

$$\overline{\lambda}_{UK_1} = \begin{pmatrix} 3.0037 \\ -0.0018 + 0.1053i \\ -0.0018 - 0.1053i \end{pmatrix} \text{ mit } \lambda_{UK_1}^{max} = 3.0037 \text{ und dem Eigenvektor } \overline{x}_{UK_1}^{max} = \begin{pmatrix} 0.8711 \\ 0.4629 \\ 0.1640 \end{pmatrix} \quad (9.6)$$

Aus der Normierung des Eigenvektors  $\overline{x}_{UK_1}^{max}$  ergeben sich die absoluten Gewichtungsfaktoren der Unterkriterien des Hauptkriteriums 1:

$$\overline{\mathbf{g}}_{UK_1}^{abs} = \begin{pmatrix} \frac{0.8711}{0.8711+0.4629+0.1640} \\ \frac{0.4629}{0.8711+0.4629+0.1640} \\ \frac{0.1640}{0.8711+0.4629+0.1640} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.5816 \\ 0.3090 \\ 0.1095 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{matrix} \mathbf{g}_{UK_{1,1}}^{abs} = 58.16\% \\ \mathbf{g}_{UK_{1,2}}^{abs} = 30.90\% \\ \mathbf{g}_{UK_{1,3}}^{abs} = 10.95\% \end{matrix} \quad (9.7)$$

Da für beide Hauptkriterien dieselben Unterkriterien verwendet werden (**Bild 71**), gelten die ermittelten absoluten Gewichtungsfaktoren für die Unterkriterien beider Hauptkriterien analog. Die berechneten Gewichtungsfaktoren fliessen in einen hierarchischen Kriterienkatalog ein (**Tabelle 25**), der alle Kriteriengewichtungsfaktoren des Entscheidungsproblems zusammenfasst.

**Tabelle 25:** Hierarchischer Kriterienkatalog der Kriteriengewichtungsfaktoren für Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung

Hauptkriterium $HK_i$		Gewichtung absolut $g_{HK_i}^{abs}$	Unterkriterium $UK_{i,k}$		Gewichtung absolut	
					je Hauptkrit. $g_{UK_{i,k}}^{abs}$	gesamt $g_{UK_{i,k}}^{abs-ges}$
$HK_1$	Erwartungswert der Rendite des zukünftigen PPP-Portfolios $ZP_j$	33.3%	$UK_{1,1}$	kurzfristige Portfolioentwicklung (5-Jahresplanung)	58.16%	<b>19.39%</b>
			$UK_{1,2}$	mittelfristige Portfolioentwicklung (10-Jahresplanung)	30.90%	<b>10.30%</b>
			$UK_{1,3}$	langfristige Portfolioentwicklung (langfr. Jahresplanung - 20 Jahre)	10.95%	<b>3.65%</b>
$HK_2$	Standardabweichung des Erwartungswertes der Rendite des zukünftigen PPP-Portfolios $ZP_j$	66.7%	$UK_{2,1}$	kurzfristige Portfolioentwicklung (5-Jahresplanung)	58.16%	<b>38.77%</b>
			$UK_{2,2}$	mittelfristige Portfolioentwicklung (10-Jahresplanung)	30.90%	<b>20.60%</b>
			$UK_{2,3}$	langfristige Portfolioentwicklung (langfr. Jahresplanung - 20 Jahre)	10.95%	<b>7.30%</b>
<b>Summe</b>		<b>100.00%</b>	<b>Summe</b>		<b>100.00%</b>	

### 9.3.2.3 Bildung der Vergleichsfaktoren zur Bewertung der Lösungsmöglichkeiten

**Tabelle 26** zeigt die Ausgangslage für die Ermittlung der Vergleichsfaktoren für gegenständliches Entscheidungsproblem der PPP-Projektselektionsentscheidung. Aus der Zusammenführung des IST-PPP-Portfolios und je eines der beiden potentiell zukünftigen Zielprojekte lassen sich die Erwartungswerte der Rendite des zukünftigen PPP-Portfolios sowie die zugehörigen Standardabweichungen berechnen und liegen als quantitative Grössen vor. Die in **Tabelle 26** genannten Grössen lassen sich für das zukünftige PPP-Portfolio 1 aus „Anhang H – Zukünftiges PPP-Portfolio  $ZP_1$  (Bsp.)“, **Tabelle 42** sowie für das zukünftige PPP-Portfolio 2 aus „Anhang I – Zukünftiges PPP-Portfolio  $ZP_2$  (Bsp.)“, **Tabelle 44** ablesen.

**Tabelle 26:** Kriterienkatalog der Kriteriengewichtungsfaktoren und zugehörige Daten zu den Lösungsmöglichkeiten der PPP-Projektselektionsentscheidung

Hauptkriterium $HK_i$		Gewichtung absolut $g_{HK_i}^{abs}$	Unterkriterium $UK_{i,k}$		Gewichtung absolut		zuk. PPP-Portfolio 1 $ZP_1$	zuk. PPP-Portfolio 2 $ZP_2$
					je Hauptkrit. $g_{UK_{i,k}}^{abs}$	gesamt $g_{UK_{i,k}}^{abs-ges}$		
$HK_1$	Erwartungswert der Rendite des zukünftigen PPP-Portfolios $ZP_j$	33.3%	$UK_{1,1}$	kurzfristige Portfolioentwicklung (5-Jahresplanung)	58.16%	<b>19.39%</b>	9.63%	10.05%
			$UK_{1,2}$	mittelfristige Portfolioentwicklung (10-Jahresplanung)	30.90%	<b>10.30%</b>	11.60%	12.13%
			$UK_{1,3}$	langfristige Portfolioentwicklung (langfr. Jahresplanung - 20 Jahre)	10.95%	<b>3.65%</b>	19.52%	18.01%
$HK_2$	Standardabweichung des Erwartungswertes der Rendite des zukünftigen PPP-Portfolios $ZP_j$	66.7%	$UK_{2,1}$	kurzfristige Portfolioentwicklung (5-Jahresplanung)	58.16%	<b>38.77%</b>	4.40%	4.72%
			$UK_{2,2}$	mittelfristige Portfolioentwicklung (10-Jahresplanung)	30.90%	<b>20.60%</b>	5.86%	7.54%
			$UK_{2,3}$	langfristige Portfolioentwicklung (langfr. Jahresplanung - 20 Jahre)	10.95%	<b>7.30%</b>	34.42%	29.86%
<b>Summe</b>		<b>100.00%</b>	<b>Summe</b>		<b>100.00%</b>			

Die Berechnung der Vergleichsfaktoren zur Bewertung der Lösungsmöglichkeiten, die durch die zukünftigen PPP-Portfolios repräsentiert werden, erfolgt unter Berücksichtigung der hierarchischen Gliederung des Entscheidungsproblems und unterteilt sich in gegenständlicher Problemstellung in folgende Schritte:

- **Schritt 1:** Berechnung der Untervergleichsfaktoren  $v_{UK_{i,k}}^{abs}$  für alle Unterkriterien  $UK_{i,k}$ ,
- **Schritt 2:** Berechnung der Hauptvergleichsfaktoren  $v_{HK_i}^{abs}$  für alle Hauptkriterien  $HK_i$ .

### 9.3.2.3.1 Schritt 1: Berechnung der Untervergleichsfaktoren

Die Berechnung der Untervergleichsfaktoren  $v_{UK_{1,1},j}^{abs}$  wird beispielhaft für das erste Unterkriterium des Hauptkriteriums 1 – Erwartungswert der Rendite des zukünftigen PPP-Portfolios – gezeigt und stellt sich wie folgt dar:

$$\overline{v_{UK_{1,1}}^{abs}} = \left( \frac{v_{UK_{1,1}}^{ZP_1}}{\sum_j v_{UK_{1,1}}^{ZP_j}} \right) = \left( \frac{9.63}{9.63 + 10.05} \right) = \begin{pmatrix} 0.4893 \\ 0.5107 \end{pmatrix} \quad (9.8)$$

Wie man aus Formel ( 9.8 ) erkennt, fällt der Vergleichsfaktor für Unterkriterium 1.1 für das zukünftige PPP-Portfolio  $ZP_2$  höher aus, da dies für die 5-Jahresplanung die höhere Rendite aufweist als das zukünftige PPP-Portfolio  $ZP_1$ . Bei Ermittlung der Untervergleichsfaktoren für das Hauptkriterium 2 – Standardabweichung des Erwartungswertes der Rendite des zukünftigen PPP-Portfolios – sind, wie in Kapitel 8.3.4.1 gezeigt, die reziproken Eingangsdaten zu verwenden, da die kleinere Standardabweichung besser zu bewerten ist:

$$\overline{v_{UK_{2,1}}^{abs}} = \left( \frac{\frac{1}{v_{UK_{1,1}}^{ZP_1}}}{\sum_j \frac{1}{v_{UK_{2,1}}^{ZP_j}}} \right) = \left( \frac{\frac{1}{4.40}}{\frac{1}{4.40} + \frac{1}{4.72}} \right) = \left( \frac{0.5173}{0.4827} \right) \quad (9.9)$$

Nach Ausführung der beschriebenen Berechnungsschritte für alle Unterkriterien ergeben sich die in **Tabelle 27** angegebenen Untervergleichsfaktoren.

**Tabelle 27:** Untervergleichsfaktoren für alle Unterkriterien und Lösungsmöglichkeiten der PPP-Projektselektionsentscheidung

Hauptkriterium	Gewichtung absolut	Unterkriterium	Gewichtung absolut		zuk. PPP-Portfolio 1	zuk. PPP-Portfolio 2	Untervergleichsfaktoren		
			je Hauptkrit.	gesamt			$v_{UK_{i,k}}^{ZP_1}$	$v_{UK_{i,k}}^{ZP_2}$	
$HK_i$	$g_{HK_i}^{abs}$	$UK_{i,k}$	$g_{UK_{i,k}}^{abs}$	$g_{UK_{i,k}}^{abs-ges}$	$ZP_1$	$ZP_2$	$v_{UK_{i,k}}^{ZP_1}$	$v_{UK_{i,k}}^{ZP_2}$	
$HK_1$	33.3%	$UK_{1,1}$	kurzfristige Portfolioentwicklung (5-Jahresplanung)	58.16%	19.39%	9.63%	10.05%	0.4893	0.5107
		$UK_{1,2}$	mittelfristige Portfolioentwicklung (10-Jahresplanung)	30.90%	10.30%	11.60%	12.13%	0.4890	0.5110
		$UK_{1,3}$	langfristige Portfolioentwicklung (langfr. Jahresplanung - 20 Jahre)	10.95%	3.65%	19.52%	18.01%	0.5201	0.4799
$HK_2$	66.7%	$UK_{2,1}$	kurzfristige Portfolioentwicklung (5-Jahresplanung)	58.16%	38.77%	4.40%	4.72%	0.5173	0.4827
		$UK_{2,2}$	mittelfristige Portfolioentwicklung (10-Jahresplanung)	30.90%	20.60%	5.86%	7.54%	0.5627	0.4373
		$UK_{2,3}$	langfristige Portfolioentwicklung (langfr. Jahresplanung - 20 Jahre)	10.95%	7.30%	34.42%	29.86%	0.4645	0.5355
<b>Summe</b>	<b>100.00%</b>	<b>Summe</b>		<b>100.00%</b>					

### 9.3.2.3.2 Schritt 2: Berechnung der Hauptvergleichsfaktoren

Die Berechnung der Hauptvergleichsfaktoren ergibt sich aus der Multiplikation der errechneten Untervergleichsfaktoren mit den Untergewichtungsfaktoren für jedes

Hauptkriterium. Es gilt folgender Zusammenhang, der beispielhaft für das Hauptkriterium 1 gezeigt wird:

$$\begin{aligned} \overline{v_{HK_1}^{abs}} &= \sum_k \left( g_{UK_{1,k}}^{abs} \cdot \overline{v_{UK_{1,k}}^{abs}} \right) = g_{UK_{1,1}}^{abs} \begin{pmatrix} v_{UK_{1,1}}^{abs ZP_1} \\ v_{UK_{1,1}}^{abs ZP_2} \end{pmatrix} + g_{UK_{1,2}}^{abs} \begin{pmatrix} v_{UK_{1,2}}^{abs ZP_1} \\ v_{UK_{1,2}}^{abs ZP_2} \end{pmatrix} + g_{UK_{1,3}}^{abs} \begin{pmatrix} v_{UK_{1,3}}^{abs ZP_1} \\ v_{UK_{1,3}}^{abs ZP_2} \end{pmatrix} = \\ & 58.16\% \begin{pmatrix} 0.4893 \\ 0.5107 \end{pmatrix} + 30.90\% \begin{pmatrix} 0.4890 \\ 0.5110 \end{pmatrix} + 10.95\% \begin{pmatrix} 0.5201 \\ 0.4799 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.4926 \\ 0.5075 \end{pmatrix} \end{aligned} \quad (9.10)$$

Wird diese Berechnung für beide Hauptkriterien durchgeführt, so erhält man die in **Tabelle 28** angegebenen Hauptvergleichsfaktoren.

**Tabelle 28:** Hauptvergleichsfaktoren für Hauptkriterien und Lösungsmöglichkeiten der PPP-Projektselektionsentscheidung

Hauptkriterium	Gewichtung absolut	Unterkriterium	Gewichtung absolut		zuk. PPP-Portfolio 1	zuk. PPP-Portfolio 2	Untervergleichsfaktoren		Hauptvergleichsfaktoren		
			je Hauptkrit.	gesamt			$v_{UK_{i,k}}^{ZP_1}$	$v_{UK_{i,k}}^{ZP_2}$	$v_{HK_i}^{ZP_1}$	$v_{HK_i}^{ZP_2}$	
$HK_1$	$g_{HK_1}^{abs}$	$UK_{i,k}$	$g_{UK_{i,k}}^{abs}$	$g_{UK_{i,k}}^{abs-ges}$	$ZP_1$	$ZP_2$					
$HK_1$	33.3%	$UK_{1,1}$	kurzfristige Portfolioentwicklung (5-Jahresplanung)	58.16%	19.39%	9.63%	10.05%	0.4893	0.5107		
		$UK_{1,2}$	mittelfristige Portfolioentwicklung (10-Jahresplanung)	30.90%	10.30%	11.60%	12.13%	0.4890	0.5110	0.4926	0.5074
		$UK_{1,3}$	langfristige Portfolioentwicklung (langfr. Jahresplanung - 20 Jahre)	10.95%	3.65%	19.52%	18.01%	0.5201	0.4799		
$HK_2$	66.7%	$UK_{2,1}$	kurzfristige Portfolioentwicklung (5-Jahresplanung)	58.16%	38.77%	4.40%	4.72%	0.5173	0.4827		
		$UK_{2,2}$	mittelfristige Portfolioentwicklung (10-Jahresplanung)	30.90%	20.60%	5.86%	7.54%	0.5627	0.4373	0.5256	0.4744
		$UK_{2,3}$	langfristige Portfolioentwicklung (langfr. Jahresplanung - 20 Jahre)	10.95%	7.30%	34.42%	29.86%	0.4645	0.5355		
<b>Summe</b>	<b>100.00%</b>	<b>Summe</b>		<b>100.00%</b>							


#### 9.3.2.4 Entscheidungsfindung – PPP-Projektselektionsentscheidung

Die eigentliche Entscheidungsfindung erfolgt durch Berechnung des Bewertungsfaktors  $b_{ZP_j}^{ges}$ , der für jede zur Auswahl stehende Lösungsmöglichkeit  $j$  separat ermittelt wird. Beispielsweise ergibt sich  $b_{ZP_1}^{ges}$  für das zukünftige PPP-Portfolio 1 wie folgt:

$$b_{ZP_1}^{ges} = \sum_{i=1}^n \left( g_{HK_i}^{abs} \cdot \overline{v_{HK_i,j}^{abs}} \right) = 0.333 * 0.4926 + 0.667 * 0.5256 = \underline{\underline{0.5147}} \quad (9.11)$$

Die Bewertungsfaktoren  $b_{ZP_j}^{ges}$  für beide zur Auswahl stehenden, zukünftigen PPP-Portfolien  $ZP_j$  sind in **Tabelle 29** zusammengefasst.

**Tabelle 29:** Berechnung der Bewertungsfaktoren für alle zukünftigen PPP-Portfolien  $ZP_j$ 

Hauptkriterium		Gewichtung absolut	Hauptvergleichsfaktoren		Entscheidungsfindung	
			$v_{HK_i}^{ZP_1}$	$v_{HK_i}^{ZP_2}$	$b_{ZP_1}^{ges}$	$b_{ZP_2}^{ges}$
$HK_1$	Erwartungswert der Rendite des zukünftigen PPP-Portfolios $ZP_j$	33.3%	0.4926	0.5074	0.5147	0.4853
$HK_2$	Standardabweichung des Erwartungswertes der Rendite des zukünftigen PPP-Portfolios $ZP_j$	66.7%	0.5256	0.4744		
<b>Summe</b>		<b>100.00%</b>				

Wie aus **Tabelle 29** ersichtlich wird, ergibt sich für das zukünftige PPP-Portfolio  $ZP_1$  ein grösserer Bewertungsfaktor  $b_{ZP_1}^{ges}$ . Daher ist auf Grundlage der festgelegten Kriteriengewichtungen dem PPP-Krankenhaus und Verwaltungsgebäude Schweiz (potentiell zukünftiges Zielprojekt  $Z_1$ ) der Vorzug zu geben.

Die Ergebnisse in **Tabelle 29** zeigen deutlich, wie entscheidend die festgelegten Gewichtungsfaktoren für die PPP-Projektselektionsentscheidung sind. Im gezeigten Beispiel weist  $ZP_1$  einen niedrigeren Erwartungswert der Rendite auf und gleichzeitig eine geringere, zugehörige Standardabweichung, was durch den höheren Hauptvergleichsfaktor  $v_{HK_2}^{ZP_1}$  zum Ausdruck kommt. Somit kommt die Entscheidung zugunsten von  $ZP_1$  auf Grund der risikoaversen Grundhaltung des Bauunternehmens/der SGE-PPP zustande. Bei einer stärkeren Gewichtung des Erwartungswertes der Rendite kann es zu einer anderen PPP-Projektselektionsentscheidung kommen.

Um die Sensibilität der quantitativen PPP-Projektselektionsentscheidung gegenüber den festgelegten Gewichtungsfaktoren zu ermitteln, sind in der Praxis Sensitivitätsanalysen durchzuführen. Diese Analysen zeigen, bei welchen relativen Gewichtungsfaktoren sich die PPP-Projektselektionsentscheidung ändert.

Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalysen sowie die hier gezeigte PPP-Projektselektionsentscheidung stellen eine gute, quantitativ-rationale, portfoliobasierte Entscheidungsgrundlage dar, die die verantwortlichen Entscheidungsträger des Bauunternehmens/der SGE-PPP bei ihrer PPP-Projektselektionsentscheidung unterstützt.

## Teil E: Modellreflexion

### 10 Zusammenfassende Beurteilung des PPP-PSM

#### 10.1 Reflexion hinsichtlich der Erreichung der Zielsetzung

In einem ersten Schritt der Beurteilung der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit wird die Erreichung der Zielsetzung reflektiert. Hierzu wird die zu Beginn der Arbeit (Kapitel 1.3.1) ausgegebene Zielsetzung wiederholt und im Anschluss daran wird diskutiert, inwiefern das gesetzte Ziel erreicht werden konnte. Die Zielsetzung dieser Arbeit lautet:

Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines Modells zur Auswahl von PPP-Projekten in Bauunternehmen, das auf quantitativ-rationaler Basis den Projektselektionsprozess systematisiert. Die Projektselektionsentscheidung hat unter Anwendung erprobter Theorien und Methoden zu erfolgen und in zielgerichteter Weise dasjenige PPP-Projekt zu identifizieren, das sich rendite- und risikooptimal in das Bestandsprojektportfolio eines Bauunternehmens einfügt. Des Weiteren sind im zu entwickelnden Modell die spezifischen Charakteristika von PPP-Projekten hinsichtlich der Langfristigkeit, des Lebenszyklusansatzes und der erweiterten Leistungsbereiche aus Planung, Bau, Betrieb, Erhaltung und Finanzierung zu berücksichtigen und die Veränderung der Renditeerwartung sowie der Risikobelastung im Projektablauf abzubilden.

Das Hauptziel der Arbeit – die Entwicklung eines quantitativ-rationalen Modells zur systematischen Auswahl von PPP-Projekten in Bauunternehmen/SGE-PPP – wurde durch die Entwicklung des PPP-PSM erreicht.

In der Umsetzung des PPP-PSM wurde ein integrativer, multi-disziplinärer Ansatz gewählt, der verschiedene Theorien und Methoden in sich vereint, dabei die spezifischen Charakteristika von PPP-Projekten berücksichtigt und in einen holistischen Zusammenhang mit der PPP-Projektselektionsentscheidung bringt. Folgende erprobte Theorien und Methoden wurden ausgewählt und kommen im PPP-PSM zur Anwendung:

- Modern Portfolio Theory (MPT),
- kybernetische Systemtheorie,
- Risikomanagementtheorie,
- Investitionsrechnung,
- strategisches Bauunternehmensmanagement,
- multi-kriterielle Entscheidungstheorie.

Den Kern der vorliegenden Arbeit bildet die Ausweitung des Anwendungsbereiches der MPT auf den PPP-Projektselektionsprozess von Bauunternehmen bzw. deren SGE-PPP. Die übrigen genannten Theorien und Methoden sind entweder zur Sicherstellung einer viablen Modellgestaltung (kybernetische Systemtheorie) erforderlich, oder ergeben sich aus den spezifischen Prämissen der MPT (vgl. Kapitel 5.3.1.1) bzw. auf Grund der Charakteristika von PPP-Projekten. Durch die zielgerichtete Implementierung der genannten Theorien und Methoden in das PPP-PSM konnte das Ziel einer validen Modellgestaltung zur Identifikation des PPP-Projektes, welches sich rendite- und risikooptimal in das PPP-Bestandsprojektportfolio (IST-PPP-Portfolio) eines Bauunternehmens/einer SGE-PPP integriert, vollumfänglich erreicht werden.

In der Konzeptionierung des PPP-PSM wurde auf einen durchgängigen, denklogischen Prozessablauf geachtet. Unter Anwendung des „Gegenstromprinzips“ konnten drei „Kernelemente“ identifiziert werden, die für die Umsetzung des PPP-PSM erforderlich sind. Jedes der drei „Kernelemente“ wurde als separates Modul entwickelt. Somit ergab sich folgende modulare Untergliederung des PPP-PSM (vgl. Kapitel 0):

- Modul 1 – Analyse des IST-PPP-Portfolios,
- Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte,
- Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung.

Zusätzlich wurde auf Grund der Anforderungen der kybernetischen Systemtheorie jedes Modul in zwei Ebenen unterteilt (vgl. **Bild 34**):

- eine PPP-Projektebene und
- eine PPP-Portfolioebene.

In der denklogischen Ausgestaltung der einzelnen Module des PPP-PSM wurde entsprechend der oben genannten Zielsetzung auf eine weitgehende, quantitativ-rationale Umsetzung der einzelnen Prozessschritte geachtet. In Modul 1 – Analyse des IST-PPP-Portfolios und Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung konnte diese Zielsetzung vollumfänglich erreicht werden. In Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte musste auf Grund des starken Konnexes zwischen der PPP-Projektselektion und der strategischen Ausrichtung des Bauunternehmens/der SGE-PPP ein Kompromiss eingegangen werden. Dementsprechend wurden in Modul 2 auch qualitative Kriterien und Instrumente (strategisches Bauunternehmensmanagement und – davon abgeleitet – die Strategic Asset Allocation (SAA)) eingesetzt. In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass in der ursprünglichen Konzeptionierung des PPP-PSM<sup>683</sup> eine weitgehendere quantitativ-rationale Vorgehensweise für Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte vorgesehen war: in Modul 2 sollte ein optimales SOLL-PPP-Portfolio unter Anwendung der klassischen MPT und auf Basis

---

<sup>683</sup> Vgl. WEISSENBOCK, S. UND GIRMSCHIED, G. (PPP Project Selection Model 2013)



eines fiktiven Efficient Frontier berechnet werden. Dieses SOLL-Portfolio sollte in weiterer Folge als Orientierung für die tatsächliche PPP-Projektselektionsentscheidung dienen. Das Abweichen von dieser Vorgehensweise war auf Grund der spezifischen Eigenheiten von PPP-Projekten, Bauunternehmen sowie den derzeitigen PPP-Marktbedingungen erforderlich.<sup>684</sup> Eine Einhaltung der ursprünglichen Konzeptionierung hätte zu keinem (derzeit) einsetzbaren, praxistauglichen Modell geführt. Insb. die sich laufend ändernde, periodische Renditeerwartung und Risikobelastung von PPP-Projekten ist als Problem bei der Errechnung des Efficient Frontier zu nennen. Der Logik der klassischen MPT folgend, wäre wegen der vergleichsweise hohen Risiken und gleichzeitig geringen Renditen während der Bauphase ein Investment in PPP-Projekte erst nach Fertigstellung des PPP-Projektes sinnvoll, was im vollkommenen Widerspruch zur strategischen Ausrichtung von Bauunternehmen steht. Des Weiteren liesse sich eine optimale Portfoliozusammensetzung bei PPP-Projekten in der Praxis kaum realisieren, da es sich bei PPP-Projekten nicht (oder nur sehr bedingt)<sup>685</sup> um teilbare Anlagegüter handelt. Hinzu kommt, dass der theoretisch berechnete, maximale Diversifikationseffekt eines effizienten SOLL-PPP-Portfolios in der Praxis wegen der vergleichsweise geringen Anzahl an PPP-Projekten am Markt nicht realisierbar ist. Aus den genannten Gründen wurde in Modul 2 von der ursprünglichen Konzeptionierung abgewichen und die durchgängige, quantitativ-rationale Vorgehensweise im PPP-PSM durch eine praxistaugliche und dennoch weitgehend quantitativ-rationale Modellgestaltung ersetzt.

Des Weiteren berücksichtigt das PPP-PSM die in der Zielsetzung geforderten Charakteristika von PPP-Projekten hinsichtlich der Langfristigkeit, des Lebenszyklusansatzes und der erweiterten Leistungsbereiche aus Planung, Bau, Betrieb, Erhaltung und Finanzierung. So wurden in der Berechnung der Risikokosten (Kapitel 6.1) sowie der Ermittlung der Renditen (Kapitel 6.2)<sup>686</sup> bewusst alle Leistungsbereiche berücksichtigt. Auch Interdependenzen zwischen Risiken aus unterschiedlichen Leistungsbereichen konnten entsprechend abgebildet werden. Der Langfristigkeit von PPP-Projekten wurde durch eine neuartige und durchgängige Berücksichtigung des Faktors Zeit in allen Modulen des PPP-PSM entsprochen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit erreicht wurde. Dadurch ist zusätzlich nachgewiesen, dass die forschungsmethodisch beabsichtigte Zielwirkung (vgl. Kapitel 5.1.2) erreicht werden konnte und das entwickelte PPP-PSM tatsächlich zu einer Lösung der im Entdeckungszusammenhang (Kapitel 1 bis 3) ermittelten Probleme führt.

---

<sup>684</sup> Im Detail vgl. hierzu Kapitel 5.3.1.2

<sup>685</sup> Durch Bildung von Konsortien und Beteiligungsveräusserungen lassen sich Anteile an PPP-Projekten reduzieren. Da es sich bei PPP-Märkten jedoch nicht um vollkommene Märkte handelt (vgl. Schmidt von Rhein, S. 231) ist die kurzfristige Veräusserung von Anteilen zu Konditionen, die der eigenen Renditeerwartung entsprechen, schwierig realisierbar.

<sup>686</sup> Bezüglich der Berücksichtigung aller Leistungsbereiche in der Renditeermittlung ist auf die getroffenen Modellannahmen zur Risikoermittlung hinzuweisen (Kapitel 5.3.3.1).

## 10.2 Reflexion hinsichtlich der Beantwortung der Fragen der Forschung

Nachfolgend werden die in Kapitel 3.4 formulierten Fragen der Forschung wiederholt und es wird reflektiert, inwieweit die einzelnen Forschungsfragen beantwortet werden konnten.

### ***Forschungsfragen basierend auf Leitfrage 1 – Anwendbarkeit der MPT:***

- *Kann die zugrundeliegende Annahme, dass eine Ausweitung des Anwendungsbereiches der MPT auf die Selektion von PPP-Projekten in Bauunternehmen möglich ist, bestätigt werden?*

Auf Basis der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit kann diese Annahme bestätigt werden. Allerdings ist zu konstatieren, dass die vollständige Umsetzung der klassischen MPT inkl. Berechnung des Efficient Frontier aus Gründen der Praktikabilität für den PPP-Projektselektionsprozess in Bauunternehmen nicht sinnvoll erscheint. In Folge dessen wurden im PPP-PSM nur folgende Schritte der klassischen MPT umgesetzt (vgl. Kapitel 5.3.1.2):

- 1) die Risikobetrachtung einzelner Anlagemöglichkeiten,
  - 2) die Renditebetrachtung einzelner Anlagemöglichkeiten sowie
  - 3) die Rendite- und Risikobetrachtung des IST-PPP-Portfolios inkl. Berechnung der Korrelationen auf Basis der Erwartungswerte der periodischen Risikokosten.
- *In welchem Umfang und in welchen Teilen ist eine Adaption der klassischen MPT erforderlich, um eine zielgerichtete und praxistaugliche Anwendung im Rahmen des PPP-Projektselektionsprozesses zu erreichen?*

Als wesentliche Adaption ist zunächst zu nennen, dass – wie oben gezeigt – die vollständige Umsetzung der klassischen MPT im PPP-PSM als nicht praktikabel erachtet wurde. Stattdessen wurden nur die beschriebenen Elemente realisiert (vgl. Kapitel 5.3.1.2).

Des Weiteren wurde eine Adaption dahingehend ausgeführt, dass eine Anlagemöglichkeit nicht – wie in der MPT üblich – durch die durchschnittliche, periodische Rendite und die zugehörige Standardabweichung charakterisiert wird. Stattdessen wird bei der Anwendung auf PPP-Projekte die periodische Rendite mit zugehöriger Standardabweichung für jedes Geschäftsjahr gesondert ausgegeben und so der Langfristigkeit von PPP-Projekten und der Veränderlichkeit der Renditeerwartung und der Risikobelastung Rechnung getragen. Der Faktor Zeit wurde im PPP-PSM durchgängig in allen Modulen berücksichtigt, was in der klassischen MPT nicht der Fall ist.

Die Berechnung der Standardabweichung der Rendite als Mass für das Risiko erfolgte im PPP-PSM auf Grundlage der wahrscheinlichkeits-theoretisch ermittelten, periodischen Erwartungswerte der Risikokosten (vgl. Kapitel 6.2.2). In der klassischen MPT wird hingegen die Streuung der historischen Renditen als Risikomass verwendet.

Für die Berechnung der Korrelation zwischen den einzelnen PPP-Projekten wurden die probabilistischen Risikoverläufe, die sich aus den periodischen Erwartungswerten der Risikokosten ergeben, verwendet (vgl. Kapitel 6.3.3). Zudem wurde auch in der Korrelationsermittlung der Faktor Zeit berücksichtigt. In der klassischen MPT erfolgt die Korrelationsberechnung üblicherweise auf Basis der historischen Renditen.

### ***Forschungsfragen basierend auf Leitfrage 2 – Prozessgestaltung:***

- *Aus welchen Modulen muss ein Projektselektionsprozess bestehen, um die zielgerichtete, rendite- und risikooptimale Selektion von PPP-Projekten in Bauunternehmen auf Basis der Portfoliotheorie zu ermöglichen?*

Basierend auf dem „Gegenstromprinzip“, das u. a. auch für portfoliobasierte Projektselektionsprozesse im Real Estate Bereich vorgeschlagen wird,<sup>687</sup> konnten drei „Kernelemente“ identifiziert werden. Daraus ergibt sich nachfolgend gezeigte, modulare Gliederung des PPP-PSM (vgl. Kapitel 0):

- 1) Modul 1 – Analyse des IST-PPP-Portfolios,
  - 2) Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte,
  - 3) Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung.
- *Für welche Elemente des PPP-Projektselektionsprozesses ist die MPT sinnvoll einsetzbar und für welche Elemente ist es zweckdienlich, zusätzlich multi-kriterielle Entscheidungstheorien einzubetten, um eine möglichst zielgerichtete und praxistaugliche Gestaltung des Projektselektionsprozesses zu erreichen?*

Im PPP-PSM kommen die in Kapitel 5.3.1.2 genannten Elemente der MPT in Modul 1 – Analyse des IST-PPP-Portfolios sowie in Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung zur Ermittlung der zur Wahl stehenden, zukünftigen PPP-Portfolios zum Einsatz (vgl. **Tabelle 13**). Da jedoch nicht alle Elemente der klassischen MPT im PPP-PSM sinnvoll umgesetzt werden können, erfolgt die eigentliche PPP-Projektselektionsentscheidung in Modul 3 unter Anwendung multi-kriterieller Entscheidungstheorien. Für die portfoliobasierte PPP-Projektselektionsentscheidung stehen nur zwei Hauptkriterien zur Verfügung: die Renditen der möglichen zukünftigen PPP-Portfolios und die Risiken der möglichen zukünftigen PPP-Portfolios, ausgedrückt als Standardabweichungen

<sup>687</sup> Vgl. WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 51f

der Renditen. Da eine höhere Rendite üblicherweise mit einem höheren Risiko verbunden ist, kommt es zu einem Zielkonflikt, den es unter Anwendung multi-kriterieller Entscheidungstheorien aufzulösen gilt. Als geeignetes Verfahren für das vorliegende Entscheidungsproblem (diskreter Lösungsraum, Zielfunktion, beschränkte Anzahl von Kriterien) wurde die AHP-Methode identifiziert (vgl. Kapitel 5.3.5.3). Die AHP-Methode führt schliesslich auf quantitativ-rationale Weise zur Auswahl des bestmöglichen zukünftigen PPP-Portfolios und in weiterer Folge zu dem Zielprojekt, bei dem der Akquisitionsprozess eingeleitet werden soll.

***Forschungsfragen basierend auf Leitfrage 3 – Datenermittlung:***

- *Wie können die Renditen für ein Portfolio aus PPP-Projekten berechnet werden, um einerseits praxistauglich sowie im Rahmen der MPT nutzbar zu sein und andererseits die spezifischen Charakteristika von PPP-Projekten hinsichtlich der langen Projektdauer, der Lebenszyklusorientierung und der verschiedenen Leistungsbereiche zu berücksichtigen?*

Im Rahmen der Erarbeitung des PPP-PSM wurden verschiedene Renditegrössen hinsichtlich der Einhaltung der Prämissen der MPT und hinsichtlich der sinnvollen Anwendbarkeit auf PPP-Projekte in Bauunternehmen/SGE-PPP untersucht (Kapitel 5.3.3). Unter den getroffenen Modellannahmen zur Renditeermittlung (Kapitel 5.3.3.1) konnte der Return on Investment (*ROI*) als optimale Kenngrösse identifiziert werden. Um der unter Anwendung der MPT geforderten Abhängigkeit der Renditen von den Risiken zu entsprechen, wurde bei PPP-Bestandsprojekten zwischen risikofreien, erwirtschafteten Renditen (Kapitel 6.2.1) und mit Risiken behafteten, prognostizierten, zukünftigen Renditen (Kapitel 6.2.2) unterschieden. Die risikofreien, erwirtschafteten Renditen können deterministisch ermittelt werden und ergeben sich aus dem unter Verwendung von IST-Werten angepassten Finanzmodell des jeweiligen PPP-Bestandsprojektes. Die prognostizierten, zukünftigen Renditen werden probabilistisch unter Anwendung der MCS ermittelt und durch den Erwartungswert sowie die zugehörige Standardabweichung ausgedrückt. Die Renditen der ermittelten potentiell zukünftigen Zielprojekte sind über die gesamte PPP-Projektlaufzeit mit Risiken behaftet, da hier noch keine Renditen erwirtschaftet wurden (Kapitel 7.3.4).

- *Wie können die Risiken für ein Portfolio von PPP-Projekten über die gesamte Projektdauer sowie unter Einbeziehung aller Leistungsbereiche ermittelt und quantifiziert werden und wie kann aus diesen Risiken das im Rahmen der MPT verwendete Risikomass der Standardabweichung der Rendite abgeleitet werden?*

Während in der klassischen MPT die Berechnung der Standardabweichung der Rendite, die als Masseinheit des Risikos gilt, auf Basis der historischen Renditeschwankungen erfolgt, wurde im PPP-PSM ein neuer Ansatz gewählt: Die Berechnung der periodischen Risikokosten erfolgte auf Basis eines spezifisch für die gegenständliche Aufgabenstellung angepassten Risikomanagementprozesses (vgl. Kapitel 6.1). Um die spätere Zuordnung der Risiken zu den Renditen zu ermöglichen, wurden die jährlichen Risikokosten der einzelnen PPP-Bestandsprojekte sowie der ermittelten potentiell zukünftigen Zielprojekte probabilistisch unter Anwendung von MCS berechnet. Die ermittelten, probabilistischen Risikokosten wurden dann in der Berechnung der prognostizierten, zukünftigen Renditen als probabilistische Cashflow-Größen berücksichtigt und führten zu probabilistischen Renditen. Wie oben erwähnt, wurden diese prognostizierten, zukünftigen Renditen durch den Erwartungswert sowie die zugehörige Standardabweichung ausgedrückt. Diese Standardabweichung fungiert – wie auch bei der klassischen MPT – als Masseinheit für das Risiko eines PPP-Projektes.

Durch diese Anpassung wurde dem Umstand Rechnung getragen, dass die Renditen von PPP-Projekten sehr bewusst gesteuert werden und sich deren Schwankungen damit nicht als Risikomass eignen.

- *Wie kann die Korrelation zwischen den einzelnen Projekten in einem PPP-Projektportfolio auf quantitativer Basis berechnet werden?*

Die Berechnung der Korrelation erfolgte im PPP-PSM nicht – wie bisher in der Forschung üblich – auf Basis der Renditeverläufe oder auf Grundlage von qualitativen Untersuchungen. Stattdessen wurden die auf Grundlage der Erwartungswerte der Risikokosten unter Anwendung der MCS gebildeten Risikoverläufe der einzelnen PPP-Projekte verwendet, um die Korrelation zu ermitteln (Kapitel 6.3.3). Die Plausibilisierung dieses Ansatzes wurde in den Kapiteln 6.3.3.3.1 und 6.3.3.3.2 schlüssig dargelegt. Es ist anzumerken, dass ein empirischer Beleg für die denklologisch getroffenen Annahmen bislang fehlt, da die hierfür erforderlichen Daten in Bauunternehmen derzeit nicht verfügbar sind. Dieser empirische Beleg sollte zur Bestätigung dieses Ansatzes in der Zukunft noch nachgeholt werden, sobald eine entsprechende Datenbasis vorhanden ist.

#### ***Forschungsfragen basierend auf Leitfrage 4 – PPP-spezifische Umsetzung:***

- *Wie kann im Rahmen eines portfoliobasierten PPP-Projektselektionsmodells die Langfristigkeit von PPP-Projekten und die sich im Projektverlauf ändernde Risikobelastung berücksichtigt werden?*

Die Berücksichtigung der Langfristigkeit von PPP-Projekten und die sich im Projektverlauf ändernde Risikobelastung erfolgte im PPP-PSM durch einen

spezifisch für vorliegende Aufgabenstellung angepassten Risikomanagementprozess (**Bild 44**). Die periodischen Risikokosten wurden dabei unter Anwendung der MCS berechnet, wobei drei Simulationsschritte ausgeführt wurden (vgl. Kapitel 6.1.6f):

- 1) die Simulation des Risikoeintritts,
- 2) die Simulation der Risikotragweite und
- 3) die Simulation der zeitabhängigen Risikoentwicklung.

Durch Ausführung aller Simulationsschritte sowie der Berücksichtigung eines pauschalen Risikozuschlages wurden die Erwartungswerte der periodischen Gesamtrisikokosten (Kapitel 6.1.7.3) für alle Geschäftsjahre eines PPP-Projektes, in denen Risikokosten entstehen können, ermittelt.

- *Wie lässt sich die Langfristigkeit von PPP-Projekten in der Projektselektionsentscheidung in angemessener Weise berücksichtigen?*

Die Langfristigkeit von PPP-Projekten wurde in der PPP-Projektselektionsentscheidung einerseits dadurch berücksichtigt, dass die in den Entscheidungsprozess einbezogenen Renditen sowie die zugehörigen Standardabweichungen der zukünftigen PPP-Portfolien für einen längeren Zeitraum (beispielsweise wurden in Kapitel 8.3.2 die kommenden 20 Jahre betrachtet, da danach nur noch wenige PPP-Projekte im Portfolio verbleiben würden) in die Berechnung eingehen. Andererseits fand die Langfristigkeit von PPP-Projekten in der PPP-Projektselektionsentscheidung mittels AHP durch unterschiedlich gewichtete Unterkriterien, die sich auf bestimmte Projektzeiträume (5-Jahresplanung, 10-Jahresplanung, etc.) beziehen, Berücksichtigung (vgl. Kapitel 8.3.3).

- *Wie können sowohl:*
  - *der umfassende Leistungsbereich aus Planung, Bau, Betrieb, Erhaltung und Finanzierung, der von Bauunternehmen bei der Beteiligung an PPP-Projekten i. d. R. abgedeckt werden soll, als auch*
  - *die strategischen Anforderungen und Vorgaben des Bauunternehmens im Rahmen des PPP-Projektselektionsprozesses in holistischer Weise Berücksichtigung finden?*

Die Berücksichtigung des umfassenden Leistungsbereiches erfolgte auf quantitative Weise in der Berechnung der Risikokosten (Kapitel 6.1) und der Ermittlung der Renditen (Kapitel 6.2)<sup>688</sup>. In der Berechnung der Risikokosten wurden auch Interdependenzen zwischen Risiken aus unterschiedlichen Leistungsbereichen abgebildet.

<sup>688</sup> Bezüglich der Berücksichtigung aller Leistungsbereiche in der Renditeermittlung ist auf die getroffenen Modellannahmen zur Risikoermittlung hinzuweisen (Kapitel 5.3.3.1).

Um die strategischen Anforderungen und Vorgaben von Bauunternehmen im PPP-PSM optimal berücksichtigen zu können, wurden in Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte – Elemente des strategischen Bauunternehmensmanagements und der SAA implementiert. Zur Sicherstellung einer holistischen und praktikablen Entscheidungsfindung wurde auf der PPP-Portfolioebene des Moduls 2 auch von der grundsätzlich quantitativ-rationalen Vorgehensweise im PPP-PSM abgewichen und auch kein SOLL-PPP-Portfolio auf Basis des Efficient Frontier berechnet (sh. oben). Stattdessen erfolgte die Vorauswahl potentiell zukünftiger Zielprojekte auf Basis der Anlagestrategie sowie unter Einbeziehung eines markt- und ressourcenorientierten Ansatzes.

Damit ist die Beantwortung der Fragen der Forschung abgeschlossen. Nachfolgend wird der wissenschaftliche Beitrag der vorliegenden Arbeit reflektiert.

### **10.3 Reflexion hinsichtlich des wissenschaftlichen Beitrages**

Um die Beurteilung des wissenschaftlichen Beitrages der vorliegenden Arbeit vornehmen zu können, werden zunächst die Stärken des PPP-PSM sowie dessen Grenzen aufgezeigt. Im Anschluss daran wird der wissenschaftliche Neuigkeitsgehalt dargelegt und die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit in Relation zum bisherigen Stand der Forschung gesetzt.

#### **10.3.1 Stärken des PPP-PSM**

Als wesentliche Stärken des hier präsentierten PPP-PSM sind zu nennen:

- die klare Strukturierung des PPP-PSM in drei Module (Modul 1 – Analyse des IST-PPP-Portfolios, Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte, Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung) mit jeweils zwei Ebenen (PPP-Projektebene, PPP-Portfolioebene),
- die vollständige Unabhängigkeit der Module 1 und 2, die deren losgelösten Einsatz im Bauunternehmen/der SGE-PPP erlaubt (Modul 1 kann als Analyseinstrument im Asset Management eingesetzt werden, Modul 2 im Zuge der Strategieentwicklung),
- die möglichst weitgehende quantitativ-rationale Umsetzung des PPP-PSM, die nur dort, wo es aus Gründen der Umsetzbarkeit in der Praxis gefordert ist, auf qualitative Elemente zurück greift (Modul 2 auf der PPP-Portfolioebene),
- der ganzheitliche Ansatz des PPP-PSM, der Elemente des Risikomanagements, der Investitionsrechnung und des strategischen Bauunternehmensma-

nagements unter Anwendung der MPT zusammenführt und die dabei errechneten Ergebnisse unter Einsatz eines multi-kriteriellen Entscheidungsverfahrens (AHP-Methode) zielgerichtet für eine PPP-Projektselektionsentscheidung nutzbar macht,

- die praktikable und zielgerichtete Kombination der MPT mit multi-kriteriellen Entscheidungsverfahren (AHP-Methode),
- die durchgängige Berücksichtigung des Faktors Zeit und damit der Langfristigkeit von PPP-Projekten in allen Modulen und Ebenen des PPP-PSM,
- die Möglichkeit der Zusammenfassung einzelner PPP-Projekte auf der PPP-Portfolioebene unabhängig von der Projektphase, in der sich die einzelnen Projekte gerade befinden,
- die Ausrichtung des PPP-PSM am Stand der Praxis anderer Branchen sowie – bezüglich der Ausweitung des Anwendungsbereiches der MPT – am Stand der Forschung des verwandten Real Estate Bereiches,
- die Berücksichtigung und gezielte Erweiterung des aktuellen Standes der Wissenschaft der Risikomanagementtheorie zur praktikablen Anwendung im PPP-Projektselektionsprozess,
- die ganzheitliche Betrachtung der seitens des Bauunternehmens/der SGE-PPP übernommenen Risiken unter Berücksichtigung des unternehmensspezifischen Diversifikationseffektes,
- das Potential des PPP-PSM zur Verbesserung der Chancen im Vergabewettbewerb durch gezielte Nutzung von Diversifikationseffekten,
- die Ausrichtung der PPP-Projektselektionsentscheidung am Erfolg des Bauunternehmens/der SGE-PPP und nicht am Projekterfolg (Unternehmens-/Portfolio Betrachtung statt Projektbetrachtung),
- die aussagekräftige Güteprüfung des PPP-PSM basierend auf Cashflows von realen PPP-Projekten und
- die Übertragbarkeit der entwickelten Ansätze auf privatfinanzierte, lebenszyklusorientierte Projekte im Allgemeinen.

### 10.3.2 Grenzen für den Einsatz des PPP-PSM

Der Einsatz des PPP-PSM ist durch folgende Punkte begrenzt:

- das PPP-PSM wurde gezielt für die Anwendung auf PPP-Projekte konzipiert und ist daher ausschliesslich für PPP-Projekte anwendbar,
- zur Ermöglichung des Diversifikationseffektes ist der Einsatz des PPP-PSM auf grosse, international tätige Bauunternehmen beschränkt, die das Potential



haben, sich an PPP-Projekten aus unterschiedlichen Sektoren und Subsektoren in verschiedenen Ländern/Märkten zu beteiligen,

- die Anwendung des PPP-PSM setzt das Vorhandensein eines IST-PPP-Portfolios voraus, das – wie das im Rahmen dieser Arbeit ausgeführte Beispiel zeigt – aus zumindest drei PPP-Bestandsprojekten bestehen sollte; damit ist das PPP-PSM nicht für Bauunternehmen geeignet, die neu in das PPP-Geschäft einsteigen,
- die Ermittlung der Cashflows bei potentiell zukünftigen Zielprojekten erfordert grosse Erfahrung und eine gute Vernetzung um an ausreichend gute Daten zu kommen; allerdings können die Prognoseungenauigkeiten durch eine entsprechende Einbeziehung in der Berechnung der Risikokosten berücksichtigt werden,
- das Modellergebnis des PPP-PSM kann nur so gut sein, wie die bereitgestellten Eingangsgrössen dies zulassen; insofern stellen eine geeignete Nachkalkulation sowie ein funktionierendes, quantitatives Risikomanagement im Bauunternehmen notwendige Voraussetzungen für den Einsatz des PPP-PSM dar,
- falls die im Bauunternehmen vorhandene Datenbasis nicht ausreicht, um die verwendeten Ansätze zur Risikobewertung auf stochastischer Basis zu ermitteln, ist die Qualität der Ergebnisse unmittelbar von den subjektiven Einschätzungen von Experten abhängig,
- die berechneten Ergebnisse sind unmittelbar von der Kompetenz der Anwender, die das Modell in der Praxis umsetzen, abhängig,
- die Umsetzung des PPP-PSM bedeutet vor allem beim erstmaligen Einsatz einen höheren Aufwand als der derzeit in Bauunternehmen angewandte PPP-Projektselektionsprozess, jedoch eröffnet die konsequente Anwendung des PPP-PSM Potentiale, die ausreichend gross sein sollten, um diesen Zusatzaufwand zu rechtfertigen,
- die Berücksichtigung von Abhängigkeiten zwischen Einzelrisiken findet nur begrenzt und vor allem im Zusammenhang mit positiven Abhängigkeiten statt; zur Verbesserung der Ergebnisqualität in der Praxis sind weitere Abhängigkeiten zu berücksichtigen,
- die MPT setzt die Normalverteilung der Renditen voraus, die – wie sich in der Ausarbeitung des PPP-PSM gezeigt hat – bei PPP-Projekten nur bedingt gegeben ist; die sich daraus ergebenden, methodisch bedingten Abweichungen sind in der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen,

- die Berechnung der Renditen im PPP-PSM erfolgte unter „Laborbedingungen“ (keine gesonderten Gewinnaufschläge in den Leistungsbereichen, freie Cashflows werden unmittelbar als Dividende ausbezahlt, Vernachlässigung von Steuern, etc.), die in der praktischen Umsetzung nicht anzutreffen sind, und
- die Umsetzung des PPP-PSM erfolgte bislang nur anhand eines realitätsnahen, jedoch vereinfachten Beispiels – die praktikable Anwendbarkeit des vorgestellten, theoretischen Konzeptes steht noch aus.

### 10.3.3 Neuigkeitsgehalt des PPP-PSM

Der wissenschaftliche Neuigkeitsgehalt des vorgestellten PPP-PSM ist durch nachfolgend genannte Punkte begründet und lässt sich in drei Gruppen gliedern:

#### 1) Multi-disziplinäre Prozessgestaltung auf Basis der MPT

Im Rahmen der multi-disziplinären Prozessgestaltung auf Basis der MPT sind folgende wissenschaftlichen Neuerungen zu nennen:

- die Erarbeitung eines integrativen, multi-disziplinären Ansatzes zur Gestaltung eines quantitativ-rationalen PPP-Projektselektionsmodells, das ausgehend von der MPT als „Kerninstrument“<sup>689</sup> die kybernetische Systemtheorie, die Risikomanagementtheorie, die Methoden der Investitionsrechnung, Ansätze aus dem strategischen Bauunternehmensmanagement sowie die multi-kriterielle Entscheidungstheorie mittels AHP zielgerichtet in einen portfoliobasierten PPP-Projektselektionsprozess integriert,
- die holistische Berücksichtigung von quantitativen und qualitativen Anforderungen im PPP-Projektselektionsprozess eines Bauunternehmens, das sich als industrieller, strategischer Investor um PPP-Projekte bewirbt, sowie
- die Entwicklung eines strukturierten Prozesses zur zielgerichteten, zweckdienlichen Nutzung vorhandener Information aus PPP-Bestandsprojekten (IST-PPP-Portfolio) im PPP-Projektselektionsprozess.

#### 2) Gezielte Adaption der MPT für den PPP-Projektselektionsprozess

Hinsichtlich der gezielten Adaption der MPT für den PPP-Projektselektionsprozess sind folgende wissenschaftliche Neuerungen zu nennen:

- die Ausweitung des Anwendungsbereiches der MPT auf den PPP-Projektselektionsprozess in Bauunternehmen,
- die zielgerichtete Adaption der MPT hinsichtlich der spezifischen Charakteristika von PPP-Projekten (Langfristigkeit, Lebenszyklusansatz, erweiterte

<sup>689</sup> Die Festlegung der MPT als „Kerninstrument“ basiert auf einer vergleichenden Analyse des Standes der Praxis in Bauunternehmen mit Stand der Praxis bei Finanzinvestoren bezüglich der Selektion von PPP- bzw. Infrastrukturprojekten (vgl. Kapitel 2).

Leistungsbereiche, zeitlich veränderliche Renditeerwartung sowie Risikobelastung), die im Detail mit folgenden Neuerungen verbunden ist:

- der durchgängigen Berücksichtigung des Faktors Zeit,
- der Ersatz der Berechnung des Efficient Frontier der MPT aus Gründen der Praktikabilität durch ein multi-kriterielles Entscheidungsverfahren (AHP-Methode),
- der Berechnung der Standardabweichung der Renditen auf Basis einer probabilistischen Berechnung der periodischen Risikokosten unter Anwendung der MCS sowie
- der Berechnung der Korrelation auf Basis der probabilistisch ermittelten, zeitlichen Verläufe der Erwartungswerte der Gesamtrisikokosten.

### **3) Gezielte Anpassung des Risikomanagementprozesses auf den PPP-Projektselektionsprozess**

Bezüglich der gezielten Anpassung des Risikomanagementprozesses auf den PPP-Projektselektionsprozess sind folgende wissenschaftliche Neuerungen nennenswert:

- die Entwicklung eines strukturierten Prozesses zur zielgerichteten, zweckdienlichen Nutzung des quantitativen Risikomanagements in der PPP-Projektselektion,
- die zielgerichtete Anpassung des Risikomanagementprozesses zur effizienten, quantitativen Bewertung der auf seitens des privaten PPP-Partners zu erwartenden Risikokosten und
- die Ausweitung des Einsatzbereiches von bestehenden, quantitativen Risikomanagementmodellen unter Anwendung der MCS auf unterschiedliche PPP-Projekttypen (Sektoren/Subsektoren) inklusive der gezielten, quantitativ-rationalen Berücksichtigung dieser spezifischen, projektabhängigen Risikoverläufe im PPP-Projektselektionsprozess.

#### **10.3.4 Wissenschaftliche Beurteilung in Relation zum aktuellen Stand der Forschung**

Nachfolgend wird beschrieben, wo die Vorteile der wissenschaftlichen Neuerungen des PPP-PSM gegenüber dem bisherigen Stand der Forschung liegen. Nachfolgende Beschreibung folgt derselben Gliederung, die bereits in der Beschreibung des wissenschaftlichen Neuigkeitsgehaltes des PPP-PSM verwendet wurde.

## 1) Beurteilung der multi-disziplinären Prozessgestaltung auf Basis der MPT in Relation zum aktuellen Stand der Forschung

Im bisherigen Stand der Forschung existieren Modellansätze, die ebenso versuchen auf Basis der MPT einen strukturierten Projektauswahlprozess zu durchlaufen. In diesem Zusammenhang sind das von ARCHER UND GHASEMZADEH (1999) vorgeschlagene Modell, das sich auf Projekte aller Art bezieht, sowie das von WELLNER (2003) beschriebene Managementsystem zur Auswahl von Immobilien zu nennen.

Die beiden genannten Ansätze beziehen – wie auch das PPP-PSM – andere Theorien und Instrumente in den portfoliobasierten Projektselektionsprozess mit ein. Allerdings sind beide Prozesse nicht zielgerichtet für den PPP-Projektselektionsprozess in Bauunternehmen ausgelegt. Eine Berücksichtigung der spezifischen Charakteristika von PPP-Projekten hinsichtlich deren Langfristigkeit, Lebenszyklusansatz, der erweiterten Leistungsbereiche und der sich im Zeitablauf verändernden Renditen und Risiken findet folglich nicht statt. Ebenso wird keine quantitative Bewertung der Risikokosten vorgenommen. Die im Stand der Forschung bislang bekannten Modelle sind daher nützlich, um ein Verständnis für die auftretenden Probleme bei der Adaption der MPT auf einen neuen Anwendungsbereich zu erlangen und um die Grundstrukturierung<sup>690</sup> des Modells vorzunehmen. Sie eignen sich jedoch nicht zur umfassenden Lösung der vorliegenden Problemstellung. Gegenüber den bisher bekannten Modellansätzen zeichnet sich das PPP-PSM durch folgende Vorteile aus:

- die Formulierung eines zielgerichteten, integrativen, multi-disziplinären Ansatzes, der ausgehend von der MPT die kybernetische Systemtheorie, die Risikomanagementtheorie, Methoden der Investitionsrechnung, Ansätze aus dem strategischen Bauunternehmensmanagement sowie die multi-kriterielle Entscheidungstheorie mittels AHP in einen portfoliobasierten PPP-Projektselektionsprozess integriert,
- die Berücksichtigung der spezifischen Charakteristika von PPP-Projekten,
- die ganzheitliche Berücksichtigung der quantitativen und qualitativen Anforderungen eines Bauunternehmens an den PPP-Projektselektionsprozess,
- die quantitative, probabilistische Berechnung der Risikokosten,
- die Festlegung geeigneter Renditegrößen für PPP-Projekte sowie
- die auf PPP-Projekte ausgelegte Projektselektionsentscheidung unter Einsatz der AHP-Methode.

---

<sup>690</sup> Auch WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003) S. 52 setzt das Gegenstromprinzip zur Grundkonzeptionierung ihres Managementsystems ein.

## 2) Beurteilung der gezielten Adaption der MPT für den PPP-Projektselektionsprozess in Relation zum aktuellen Stand der Forschung

Die bisher in der Forschung unternommenen Anstrengungen hinsichtlich der Anwendung der MPT auf Bauunternehmen beschränkt sich auf die in Kapitel 3.1.3 genannten Publikationen. Anders stellt sich die Situation hingegen im Zusammenhang mit dem Real Estate Bereich dar. In den letzten Jahren wurden verstärkt wissenschaftliche Anstrengungen unternommen, um Probleme in der Adaption der MPT auf Real Estate Portfolien zu beheben. Dabei wurde der Begriff der „Modern Real Estate Portfolio Theory“ (MREPT) geprägt, der sich mit der umfassenden Anwendung der MPT inkl. der Berechnung des Efficient Frontier auf Real Estate Portfolien befasst. In diesem Zusammenhang sind die Publikationen von HINES (2009), VIEZER (2010), WELLNER (2011) und SOUZA (2014) zu nennen.

Auf Grundlage der weitreichenden Erkenntnisse hinsichtlich der Adaption der MPT auf den Real Estate Bereich war auch die umfassende Berücksichtigung der klassischen MPT im PPP-PSM geplant.<sup>691</sup> Von diesem Konzeptionierungsansatz musste jedoch auf Grund der mangelnden praktischen Umsetzbarkeit im Zusammenhang mit der PPP-Projektselektion abgewichen werden. Die errechneten Ergebnisse hätten nicht den praktischen Anforderungen von Bauunternehmen genügt und eine Umsetzung des PPP-PSM unter den derzeitigen PPP-Marktgegebenheiten wäre nicht sinnvoll möglich (vgl. Kapitel 10.1 bzw. Kapitel 5.3.1.2).

Auch wenn im PPP-PSM letztlich nicht alle Elemente der klassischen MPT umgesetzt werden konnten und der Stand der Forschung im Real Estate Bereich weiter fortgeschritten ist, so weist das vorgestellte Modell dennoch gewichtige Vorteile gegenüber dem Stand der Forschung auf. Hier sind zu nennen:

- die durchgängige Berücksichtigung der zeitlichen Komponente in allen Eingangsgrößen (Renditen, Risiken resp. Standardabweichungen, Korrelationskoeffizienten) und Ergebnisgrößen (Portfoliorenditen, Portfoliorisiken resp. Standardabweichungen) des PPP-PSM,
- die Berechnung der Standardabweichung der Renditen unter Verwendung probabilistisch ermittelter Risikokosten unter Anwendung von MCS und
- die Berechnung der Korrelationskoeffizienten auf Grundlage der Erwartungswerte der Risikokosten.<sup>692</sup>

<sup>691</sup> Vgl. WEISSENBÖCK, S. UND GIRMSCHIED, G. (PPP Project Selection Model 2013)

<sup>692</sup> In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass die Überlegung, das Risiko zur Berechnung der Korrelation heran zu ziehen, nicht gänzlich neu ist. Wie gezeigt wurde (Kapitel 3.1.3.5), schlugen schon KANGARI, R. UND RIGGS, L. S. (Portfolio Management in Construction 1988) vor, die Korrelationskoeffizienten auf Basis der Risiken zu ermitteln. Der vorgestellte Ansatz bezog sich jedoch auf zeitlich kürzere, klassische Bauprojekte. Aus diesem Grund wurde nicht der zeitliche Risikoverlauf sondern das Potential der Renditebeeinflussung, das einzelnen Risikoclustern zugeordnet wurde, bewertet. Daher stellt der hier gewählte Ansatz eine neue Überlegung dar, der in besonderer Weise die Langfristigkeit von PPP-Projekten berücksichtigt und dieses Charaktermerkmal nutzt, um einen Bezug zwischen einzelnen PPP-Projekten herzustellen.

### 3) **Beurteilung der gezielten Anpassung des Risikomanagementprozesses auf den PPP-Projektselektionsprozess in Relation zum aktuellen Stand der Forschung**

In der Wissenschaft findet sich eine Reihe von Ansätzen, die sich mit dem Risikomanagement bei PPP-Projekten beschäftigt. Hier sind u. a. AKINTOYE (2003), BOUSSABAIN UND KIRKHAM (2004), GIRMSCHIED (2013), BERNER, et al. (2014) und FIRMENICH (2014) zu nennen. Die genannten Publikationen setzen sich jedoch mit dem PPP-Risikomanagementprozess ganzheitlich auseinander, ohne spezifisch auf die Belange eines Bauunternehmens sowie dessen PPP-Projektselektionsprozess einzugehen. Aus diesem Grund wurde eine Anpassung des allgemeinen Risikomanagementprozesses vorgenommen. Die bisher in der Forschung bekannten, umfassenden Ansätze bilden eine sehr gute Grundlage um einen zielgerichteten Risikomanagementprozess für das PPP-PSM zu konzipieren. Die Vorteile des Risikomanagementprozesses im PPP-PSM sind:

- die Verknüpfung der MPT mit der Risikomanagementtheorie zur zielgerichteten, quantitativ-rationalen Analyse eines IST-PPP-Portfolios, potentiell zukünftiger Zielprojekte sowie zukünftiger PPP-Portfolien,
- die spezifische Konzeptionierung hinsichtlich der seitens des privaten PPP-Partners zu tragenden Risiken sowie
- eine effiziente Prozessgestaltung, die versucht mit möglichst niedrigem Simulationsaufwand aussagekräftige, projektspezifische Risikokosten unter Einsatz der MCS zu ermitteln.

Damit ist die zusammenfassende Beurteilung des PPP-PSM hinsichtlich Zielerreichung, Fragen der Forschung, Neuigkeitsgehalt und der wissenschaftlichen Beurteilung abgeschlossen. Nachfolgend wird ein Ausblick auf den weiteren Forschungsbedarf gegeben.

## 11 Ausblick auf weiteren Forschungsbedarf

Ausgehend von den genannten Grenzen des PPP-PSM (Kapitel 10.3.2) ergeben sich folgende Möglichkeiten zur Verbesserung bzw. Erweiterung des PPP-PSM, die durch weiteren Forschungsbedarf zu verifizieren sind:

- Eine Ausweitung des Einsatzbereiches des PPP-PSM auf PPP-ähnliche, lebenszyklusorientierte, kapitalintensive Projekte erscheint ohne grosse Anpassungen möglich. Darüber hinaus ist wissenschaftlich zu prüfen, ob die zweckmässige Einsetzbarkeit des PPP-PSM auch für andere langfristige Projekte wie Systemanbieterleistungen oder – in angepasster Form – sogar für gesamte Bauunternehmen (beispielsweise in der strategischen Festlegung der SGF, an denen sich ein Bauunternehmen beteiligt) sinnvoll ist.
- In Expertenkreisen werden derzeit PPP-Modelle diskutiert, die sich auch für die Beteiligung kleinerer Bauunternehmen eignen. Sollte es in der Praxis zur Umsetzung solcher Modelle kommen, ist die Ausweitung des Einsatzbereiches des PPP-PSM auf kleinere Bauunternehmen wissenschaftlich zu überprüfen.
- Das PPP-PSM wurde für Bauunternehmen konzipiert, die bereits über ein IST-PPP-Portfolio verfügen. Die Anwendung des PPP-PSM in Bauunternehmen, die neu in das PPP-Geschäft einsteigen, erfordert eine grundlegend andere Modellkonzeptionierung und stellt weiteren Forschungsbedarf dar.
- Der im Rahmen dieser Arbeit vorgestellte Prototyp des PPP-PSM weist noch Verbesserungspotentiale hinsichtlich der Benutzerfreundlichkeit und dem Grad der Automatisierung auf. Falls das PPP-PSM auf entsprechendes Anwenderinteresse in der Praxis stösst, spricht vieles für eine Weiterentwicklung des hier generierten Prototyps in Form einer universell einsetzbaren, flexiblen und benutzerfreundlichen Softwarelösung. Dadurch wird zusätzlich der Aufwand zur Implementierung des PPP-PSM in der Praxis verringert.
- Im Bereich der MREPT gibt es aktuelle Forschungsanstrengungen, die sich u. a. mit dem Problem beschäftigen, dass die Renditeverteilung bei Real Estate Investments keiner Normalverteilung folgt. HINES (2009) präsentiert hierzu einen Ansatz auf Basis der MCS, der mit dem Ansatz im PPP-PSM vergleichbar ist. Auf Grund der aktuell hohen Forschungsanstrengungen im Gebiet der MREPT sind die wissenschaftlichen Entwicklungen in diesem Bereich genau zu verfolgen und in der Weiterentwicklung des PPP-PSM zu berücksichtigen.

Darüber hinaus konnte weiterer, von den Grenzen des PPP-PSM unabhängiger Forschungsbedarf identifiziert werden. Insb. folgende Punkte geben Raum für weitere Forschungsanstrengungen:

- Die Berechnung der Korrelation erfolgte im PPP-PSM nicht – wie bisher in der Forschung üblich – auf Basis der Renditeverläufe oder auf Grundlage von qualitativen Untersuchungen. Stattdessen wurden die auf Grundlage der Erwartungswerte der Risikokosten unter Anwendung der MCS gebildeten Risikoverläufe der einzelnen PPP-Projekte verwendet, um die Korrelation zu ermitteln. Die Plausibilisierung dieses Ansatzes wurde in vorliegender Arbeit dargelegt (vgl. Kapitel 6.3.3.3.1 und 6.3.3.3.2). Es ist jedoch anzumerken, dass ein empirischer Beleg für die denklogisch plausibilisierten Annahmen fehlt, da die hierfür erforderlichen Daten in Bauunternehmen derzeit nicht zur Verfügung stehen. Dieser empirische Beleg stellt weiteren Forschungsbedarf dar und sollte nachgeholt werden, sobald eine entsprechende Datenbasis hierfür verfügbar ist.
- Im PPP-PSM wurde aus Gründen der Praktikabilität (vgl. Kapitel 5.3.1.2) von der ursprünglich geplanten, vollständigen Umsetzung der klassischen MPT unter Anwendung des Efficient Frontiers abgesehen. Sollte in der Zukunft eine grössere Anzahl von PPP-Projekten auf den Markt kommen, macht die vollständige Berücksichtigung der MPT mitunter auch für PPP-Projekte Sinn. Die Ermittlung eines optimalen SOLL-PPP-Portfolios durch Berechnung des Efficient Frontiers stellt weiteren Forschungsbedarf dar. Dabei sind die aktuellen Forschungsanstrengungen im Bereich der MREPT<sup>693</sup> zu berücksichtigen.
- In der Finanzindustrie wird die probabilistische Bewertung von Risikokosten auf Basis der MCS zunehmend durch andere Verfahren abgelöst. Insb. die Kausalanalytische Methode (Kapitel 5.3.2.6.1.1), Mandelbrot-Fraktale (Kapitel 5.3.2.6.1.2) und Neuronale Netze (Kapitel 5.3.2.6.1.4) sind in diesem Zusammenhang zu nennen. Vor dem Hintergrund einer praktikablen Modellformulierung erwies sich zum aktuellen Zeitpunkt die MCS als geeignetste Methode. Dies muss jedoch nicht dauerhaft so zu bewerten sein. Aus diesem Grund stellt die Anwendung der genannten Methoden auf den quantitativen Risikomanagementprozess von Bauunternehmen weiteren Forschungsbedarf dar.
- Da die strategische Festlegung von Zielländern und Zielmärkten sowie von Zielprojekten nicht im Kern der Zielsetzung der vorliegenden Arbeit steht, wurde dieser Vorgang und die dabei zu berücksichtigende risiko- und marktorientierte Betrachtung sowie die risiko- und ressourcenorientierte Betrachtung weitgehend nur qualitativ beschrieben (Kapitel 7.1 und 7.2). Für eine quantita-

---

<sup>693</sup> Vgl. SOUZA, L. A. (Modern Real Estate Portfolio Management 2014)



tiv-rationale Vorevaluation von Zielländern und Zielmärkten sowie von Zielprojekten empfiehlt sich die Implementierung weiterführender, in der Wissenschaft bekannter Ansätze der multi-kriteriellen Entscheidungstheorie. Insb. die AHP-Methode und PROMETHEE erscheinen geeignet, um auf quantitativ-rationalem Weg zu einer Vorauswahl von potentiell zukünftigen PPP-Zielprojekten zu gelangen. Die Implementierung dieser Verfahren in das PPP-PSM stellt weiteren Forschungsbedarf dar.

Wie aus dem Stand der Forschung zur Anwendung der MPT auf Bauunternehmen (Kapitel 3.1.3) hervor geht, wurde die MPT bislang nur begrenzt für den Einsatz in der Bauwirtschaft aufbereitet. Die durch vorliegende Arbeit nachgewiesene Einsetzbarkeit der MPT in der PPP-Projektselektion sowie der genannte, offene Forschungsbedarf geben berechtigten Anlass zur weiteren wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit der MPT in der Forschung des Bau- und Infrastrukturmanagements.



## Anhang

### Anhang A – Verzeichnis Interviews/Expertengespräche

<b>industrielle, strategische Investoren (Bauunternehmen)</b>	
<b>Unternehmen/Organisation:</b> Name: Position: Datum/Uhrzeit: Art/Ort des Gespräches:	<b>BAM Deutschland AG</b> Dr.-Ing. Markus Koch Vorstand der BAM Deutschland AG 07.05.2014/09.00-09.45 Uhr telefonisch/---
<b>Unternehmen/Organisation:</b> Name: Position: Datum/Uhrzeit: Art/Ort des Gespräches:	<b>Bilfinger Project Investments North America Inc.</b> Martin Currie Director Asset Management 25.03.2014/15.00-15.45 Uhr telefonisch/---
<b>Unternehmen/Organisation:</b> Name: Position: Datum/Uhrzeit: Art/Ort des Gespräches:	<b>HOCHTIEF PPP Solutions GmbH</b> Alexander Hofmann Niederlassungsleiter Strassen Europa 08.08.2013/10.30-12.00 Uhr persönlich/Hotel Widder, Rennweg 7, CH-8001 Zürich
<b>Unternehmen/Organisation:</b> Name: Position: Datum/Uhrzeit: Art/Ort des Gespräches:	<b>Skanska Infrastructure Development</b> Magnus Eriksson Executive Vice President 02.04.2015/22.00-22.45 Uhr telefonisch/---
<b>Finanzinvestoren</b>	
<b>Unternehmen/Organisation:</b> Name: Position: Datum/Uhrzeit: Art/Ort des Gespräches:	<b>J.P. Morgan Asset Management</b> Mark A. Weisdorf Managing Director 13.03.2014/15.00-16.00 Uhr telefonisch/---
<b>Unternehmen/Organisation:</b> Name: Position: Datum/Uhrzeit: Art/Ort des Gespräches:	<b>J.P. Morgan Asset Management</b> Serkan Bahçeci Head of Infrastructure Research 10.04.2014/11.15-12.00 Uhr telefonisch/---
<b>Unternehmen/Organisation:</b> Name: Position: Datum/Uhrzeit: Art/Ort des Gespräches:	<b>MEAG MUNICH ERGO AssetManagement GmbH</b> Dr. Alexander Poll Private Equity & Infrastructure 22.04.2014/18.00-19.30 Uhr telefonisch/---
<b>Unternehmen/Organisation:</b> Name: Position: Datum/Uhrzeit: Art/Ort des Gespräches:	<b>Finanzinvestor – geschlossener Infrastrukturfond</b> N. N. --- 30.05.2014/17.00-17.30 Uhr telefonisch/---

## Anhang B – Glossar zu Begriffen des Risikomanagements

Aperiodische Risikokosten	Finanzielle Auswirkung in Folge eines Einzelrisikos, das mind. zweimal und in grösseren Zeitabständen zueinander eintreten kann und deren Risikotragweiten unabhängig voneinander sind. Dies trifft bei PPP-Projekten insb. auf Risiken der Erhaltung zu (vgl. Kapitel 6.1.6.4.2).
Deterministische Risikokosten	Risikokosten, die auf Basis von kausal vorbestimmten, durch Experten abgeschätzten Grössen für die Risikotragweite und die Eintretenswahrscheinlichkeit berechnet werden („Praktikermethode“, vgl. Kapitel 6.1.5).
Einmalige Risikokosten	Finanzielle Auswirkung in Folge eines Einzelrisikos, das max. einmal auftreten kann. Dies trifft bei PPP-Projekten etwa auf das Risiko der Kündigung des PPP-Projektvertrages zu (vgl. Kapitel 6.1.6.4.1).
Einzelrisiko	Spezifisches, identifiziertes Risiko, das sich einem bestimmten Sachverhalt oder einer bestimmten Cashflowgrösse zuordnen lässt. Die im Rahmen dieser Arbeit betrachteten Einzelrisiken sind in der bereinigten Risikosammelliste (Anhang C – Risikosammelliste (bereinigt/kategorisiert) zusammengefasst.
Periodische Risikokosten	Finanzielle Auswirkung in Folge eines Einzelrisikos, das ab dem erstmaligen Risikoeintritt eine kontinuierliche Risikoauswirkung für einen gewissen Zeitraum entfaltet. Dies trifft bei PPP-Projekten vor allem auf Risiken des Betriebsdienstes und der Finanzierung zu (vgl. Kapitel 6.1.6.4.3).
Portfoliorisiko	Streuung der Rendite eines Portfolios, ausgedrückt als dessen Standardabweichung.

---

Probabilistische Risikokosten	Risikokosten, die auf Basis von wahrscheinlichkeitstheoretischen Grössen für die Risikotragweite und die Eintretenswahrscheinlichkeit berechnet werden. Als Ergebnis erhält man einen Erwartungswert der Risikokosten sowie dessen Standardabweichung (vgl. Kapitel 6.1.6).
Risiko	Grundsätzlich ein zukünftiges Ereignis, das mit einer möglichen negativen oder eventuell auch positiven Auswirkung behaftet ist und dessen Ausprägung nicht bekannt ist. Im Sinne des Risikomanagements und so auch in dieser Arbeit, wird der Begriff insb. dann verwendet, wenn das jeweilige Risikoereignis monetär bewertbar (kalkulierbar) ist. Sofern von nicht kalkulierbaren Risiken die Rede ist, wird von „Ungewissheit“ gesprochen.
Risikoaggregation	Summation der Risiken innerhalb eines Geschäftsjahres unter Berücksichtigung der Abhängigkeiten zwischen den Einzelrisiken, der probabilistischen Risikokosten der Einzelrisiken und eines pauschalen Risikozuschlages (vgl. Kapitel 6.1.7).
Risikoallokation	Aufteilung der Risiken zwischen den Vertragspartnern. In gegenständlicher Arbeit ist darunter insb. die Aufteilung der Risiken zwischen dem öffentlichen und dem privaten PPP-Partner zu verstehen (vgl. Kapitel 6.1.3.1).
Risikoanalyse	Überbegriff für die Summe an Prozessschritten, die zur Risikobewertung und zur Risikoklassifizierung erforderlich sind (vgl. Kapitel 5.3.2.3).

Risikoauswirkung	Kostenwirksame Konsequenz, die sich aus dem Eintritt eines Einzelrisikos für einen bestimmten Zeitraum ergibt. Die Risikoauswirkung schlägt finanziell in den Geschäftsjahren zu Buche, in denen es zu einer Abweichung von den prognostizierten Cashflowgrößen, auf die sich das jeweilige Einzelrisiko bezieht, in Folge eines Risikoeintritts kommt. Höhe und zeitliche Dauer der Risikoauswirkung sind von der Risikotragweite sowie von der Art des Einzelrisikos (einmalig/aperiodisch/periodisch) abhängig.
Risikobelastung	Wirtschaftliche Belastung, die als Folge der prognostizierten und aggregierten Risikoauswirkungen für eine PPP-Projektgesellschaft oder ein daran beteiligtes Unternehmen in einem bestimmten Geschäftsjahr zu erwarten ist. Die Risikobelastung wird in dieser Arbeit über die aggregierten Risikokosten je Geschäftsjahr ausgedrückt.
Risikobewältigung	Festlegung dahingehend, wie mit einem identifizierten, analysierten und klassifizierten Einzelrisiko umgegangen werden soll. Grundsätzlich wird im Risikomanagement zwischen fünf Möglichkeiten der Risikobewältigung unterschieden: der Risikovermeidung (Eliminierung), der Risikoverminderung, der Risikoallokation, der Versicherung sowie der Übernahme (Akzeptanz) (vgl. Kapitel 5.3.2.4).
Risikobewertung	Quantitative Berechnung der Risikokosten durch Bildung des Produkts aus Eintretenswahrscheinlichkeit und Risikotragweite (vgl. Kapitel 5.3.2.3.1 und 6.1.4).
Risikocheckliste	Risikosammelliste, die unter Verwendung des Checklisten-Verfahrens (systematisch – strukturiert) erstellt wurde (vgl. Kapitel 5.3.2.1).

---

Risikocontrolling	Prozess der Beobachtung, Überprüfung und ggf. Anpassung der einzelnen Prozessschritte des Risikomanagements (Risikoidentifikation, Risikokategorisierung, Risikobewältigung, Risikoklassifizierung, Risikoentwicklung und Risikoaggregation) mit dem Ziel der Erreichung einer kontinuierlichen Prozessverbesserung.
Risikoeintritt	Erwarteter, zukünftiger Eintritt eines Einzelrisikos in einem bestimmten Geschäftsjahr, der auf Basis der Eintretenswahrscheinlichkeit des Einzelrisikos prognostiziert wird. Welche Risikoauswirkung sich aus dem Risikoeintritt ergibt hängt von der Risikotragweite sowie von der Art des Einzelrisikos (einmalig/aperiodisch/periodisch) ab.
Risikoentwicklung	Berechnung der zeitabhängigen Entwicklung der Risikoauswirkung in Abhängigkeit vom Zeitpunkt des Risikoeintritts, der Risikotragweite sowie der Art des Einzelrisikos (einmalig/aperiodisch/periodisch) (vgl. Kapitel 6.1.6).
Risikogruppe	Risikokategorisierung nach sachlich zusammengehörigen Gruppen (Einnahmerisiken, politische/rechtliche/vertragliche Risiken, finanzielle Risiken, technische Risiken) (vgl. Kapitel 5.3.2.2).
Risikoidentifikation	Auffindung, Sammlung und Dokumentation von möglicherweise im Zusammenhang mit einem Projekt auftretenden Einzelrisiken (vgl. Kapitel 5.3.2.1 und 6.1.1).
Risiko-kategorisierung	Einteilung der identifizierten Einzelrisiken in Kategorien. In vorliegender Arbeit werden die Einzelrisiken in drei Kategorisierungsebenen (1) PPP-Projektphasen, 2) sachlich zusammengehörige Risikogruppen, 3) PPP-Projekttypen) eingeteilt (vgl. Kapitel 5.3.2.2 und 6.1.2).

---

Risikoklassifizierung	Einteilung der Einzelrisiken hinsichtlich ihres Gefährdungspotentials, das sich aus Eintretenswahrscheinlichkeit und Risikotragweite ergibt (vgl. Kapitel 5.3.2.3.2).
Risikokosten	Monetäre Auswirkung, die in der Folge eines Risikoeintritts zu erwarten ist. Risikokosten errechnen sich aus dem Produkt von Eintretenswahrscheinlichkeit und Risikotragweite.
Risikomanagement/ Risikomanagement- prozess	Summe aller Massnahmen und Prozesse zur systematischen Identifikation, Kategorisierung, Analyse, Bewertung, Klassifizierung, zeitabhängigen Entwicklung, Bewältigung sowie Überwachung und Kontrolle von Risiken.
Risikomanagement- theorie	Wissenschaftliche Theorie, die sich mit dem Risikomanagement und dessen Prozessen beschäftigt.
Risikomass	Masseinheit, in der ein Risiko (Einzelrisiko/aggregiertes Risiko oder Portfoliorisiko) angegeben wird. In vorliegender Arbeit werden Risiken monetär in Form von Risikokosten gemessen oder – auf Grund der MPT – als Standardabweichung der Rendite angegeben.
Risikopotential	Grösse zur Beschreibung der vier Quadranten gem. Risikoklassifizierung. Das Risikopotential bringt dabei das Gefährdungspotential, das von einem Einzelrisiko ausgeht, unter Berücksichtigung von Eintretenswahrscheinlichkeit und Risikotragweite zum Ausdruck (vgl. Kapitel 6.1.5).
Risikoprofil	Vorwiegend qualitative Aussage darüber, welche wesentlichen, charakteristischen Einzelrisiken bei einem PPP-Projekt durch eine Vertragspartei (z. B. den privaten PPP-Partner) zu übernehmen sind. Das Risikoprofil definiert sich weitgehend bereits durch den Sektor/Subsektor sowie das Vertragsmodell eines PPP-Projektes.



---

Risikosammelliste	Verzeichnis von Einzelrisiken, die im Zuge der Risikoidentifikation ermittelt werden konnten (vgl. Kapitel 6.1.1).
Risikoszenario	Ein mögliches Szenario, das sich aus der Aggregation der Einzelrisiken bei einem einzigen Simulationslauf der MCS ergibt. Durch eine grosse Anzahl an Simulationsläufen entsteht eine entsprechende Grundmenge an Risikoszenarien, die sich wahrscheinlichkeitstheoretisch auswerten lässt und zu einem charakteristischen, zeitlichen Risikoverlauf führt.
Risikotragweite	Wirtschaftlicher Schaden, den ein Einzelrisiko im Fall eines Risikoeintritts einnehmen kann. Die Risikotragweite kann deterministisch festgelegt oder probabilistisch ermittelt werden (vgl. Kapitel 6.1.6.3).
Risikoverlauf	Zeitlicher Verlauf der probabilistisch ermittelten Erwartungswerte der aggregierten Risikokosten (= Gesamtrisikokosten) eines PPP-Projektes (vgl. Kapitel 6.1.7). Die zeitlichen Risikoverläufe dienen zur Charakterisierung eines PPP-Projektes im Rahmen des PPP-PSM und werden daher zur Ermittlung der Korrelationskoeffizienten herangezogen (vgl. Kapitel 6.3.3).
Risikovermeidung	Möglichkeit der Risikobewältigung, die eine Vermeidung (Eliminierung) eines Einzelrisikos durch Absenkung der Eintretenswahrscheinlichkeit auf null anstrebt.
Risikoverminderung	Möglichkeit der Risikobewältigung, die eine Verminderung eines Einzelrisikos durch Reduktion von Eintretenswahrscheinlichkeit und Risikotragweite anstrebt.

Risikozuschlag	Pauschaler Zuschlag zu den aggregierten Risikokosten, der Einzelrisiken, die in der Risikoidentifikation übersehen wurden, nicht kalkulierbare Einzelrisiken („Ungewissheiten“) und vernachlässigte Einzelrisiken mit geringem Risikopotential berücksichtigt (vgl. Kapitel 6.1.7.3).
Systematisches Risiko	Risiko, das systemimmanent ist und somit für alle Projekte eines Systems (beispielsweise für alle PPP-Projekte) gleichermassen besteht. Im Sinne dieser Arbeit sind hiermit insb. allgemeine Marktrisiken wie die globale Konjunkturentwicklung oder Veränderungen des Leitzinses zu verstehen. Diese Risiken können durch Diversifikation nicht vermindert werden.
Ungewissheit	Spezialbegriff für Einzelrisiken, die nicht kalkulierbar sind.
Unsicherheit	Allgemeiner Überbegriff für die Summe aus Risiko und Ungewissheit.
Unsystematisches Risiko	Risiko, das nicht systemimmanent ist und somit auch nicht für alle Projekte eines Systems (beispielsweise für alle PPP-Projekte) gleichermassen besteht. Diese Risiken können durch Diversifikation vermindert und theoretisch sogar komplett neutralisiert werden.

## Anhang C – Risikosammelliste (bereinigt/kategorisiert)

Einen Überblick über die im PPP-PSM verwendete, vollständig bereinigte Risikosammelliste inkl. Risikokategorisierung gibt nachfolgende **Tabelle 30**.

In der ersten Kategorisierungsebene wird die Unterteilung nach den PPP-Projektphasen, in denen die Risikoauswirkung zu erwarten ist, vorgenommen. Wie aus **Tabelle 30** ersichtlich ist, sind hier Mehrfachnennungen möglich, da manche Einzelrisiken in unterschiedlichen PPP-Projektphasen ihre Risikoauswirkung entfalten können.

In der zweiten Kategorisierungsebene wird die Einteilung in Risikogruppen gezeigt. Jedes Einzelrisiko wird dabei nur einer bestimmten Risikogruppe zugeordnet. Mehrfachnennungen sind hier nicht erlaubt.

Aus der dritten Kategorisierungsebene ist die Einteilung nach PPP-Projekttypen erkennbar. Die Zahlen in den betreffenden Spalten geben an, wie häufig ein bestimmtes Einzelrisiko in der Literatur genannt und einem bestimmten PPP-Projekttyp zugeordnet wird. Wurde in der Literatur keine Einschränkung auf bestimmte PPP-Projekttypen gemacht, so wird das Einzelrisiko allen PPP-Projekttypen zugeordnet, solange dem aus Gründen der Logik nichts entgegensteht. Da die angegebenen Zahlen die Anzahl der Nennungen eines Einzelrisikos in der Literatur widerspiegelt, dient Höhe der Zahl auch als erster Indikator für die Wichtigkeit eines Einzelrisikos. Je höher die Zahl, desto häufiger wurde das jeweilige Einzelrisiko in der Literatur genannt und desto bedeutender wird dieses Risiko tendenziell sein.

Im Anschluss an **Tabelle 30** sind alle Literaturquellen genannt, die zur Erstellung der Risikosammelliste herangezogen wurden.



Tabelle 30: Risikosammelliste für PPP-Projekte (bereinigt) inkl. Risikokategorisierung (Fortsetzung)

Nr.	Einzelrisiken	Risikokategorisierung nach PPP-Projektphasen											Risikokategorisierung nach Risikogruppen											Risikokategorisierung nach PPP-Projekttypen					
		Rückgaberrisiken	Erhaltungsriskien	Betriebsrisiken	Baurisiken	Akquisitions- und Planungsrisiken	Einnahmerisiko, projektspezifisch	Einnahmerisiko, länder-/ marktspezifisch	Einnahmerisiko, systematisch	politische/rechtliche/ vertragliche Risiken, länder-/ marktspezifisch	politisch/rechtliche/ vertragliche Risiken, projektspezifisch	finanzielle Risiken, systematisch	finanzielle Risiken, länder-/ marktspezifisch	finanzielle Risiken, projektspezifisch	technische Risiken, systematisch	technische Risiken, länder-/ marktspezifisch	technische Risiken, projektspezifisch	Verkehr	Energie	Abfall	Wasserversorgung	Wasserentsorgung	soziale Infrastruktur						
19	Finanzierungsrisiko	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	12	12	11	11	11	15	
20	Gegenparteiisiko (bei Absicherungsgeschäften etc.)	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	
21	Genehmigungsrisiko	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	8	5	5	5	5	14	
22	Gesetzesänderungsrisiko	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	19	18	17	17	17	27	
23	Haftungs- und Garantierisiken	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	4	4	4	4	4	
24	Höhere Gewalt (Force Majeur)	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	18	18	18	18	27	
25	Inbetriebnahmerisiko	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	4	4	4	4	10	
26	Inflations- und Preisänderungsrisiko	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	26	24	24	24	32	
27	Instandhaltungsrisiko	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	10	10	10	10	19	
28	Kompensationsrisiken (Mauterhöhung, Änderung der Abnahmemenge etc.)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	
29	Konjunkturänderungsrisiko (BIP, länderspezifisch)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	
30	Konjunkturänderungsrisiko (global)	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	
31	Korruptionsrisiko	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	
32	Kreditausfallrisiko	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	6	6	6	6	
33	Kündigungsrisiko seitens des öffentlichen PPP-Partners	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	
34	Kündigungsrisiko seitens des privaten PPP-Partners	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	
35	Leistungs- und Planungsänderungsrisiko (Änderung der Anforderungen des Bauherrn)	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	28	21	21	21	47	
36	Leitzinsänderungsrisiko	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	4	4	4	4	7	





Tabelle 30: Risikosammelliste für PPP-Projekte (bereinigt) inkl. Risikokategorisierung (Fortsetzung)

Nr.	Einzelrisiken	Risikokategorisierung nach PPP-Projekphasen					Risikokategorisierung nach Risikogruppen											Risikokategorisierung nach PPP-Projekttypen							
		Rückgaberrisiken	Erhaltungsrisiken	Betriebsrisiken	Baurisiken	Akquisitions- und Planungsrisiken	technische Risiken, projektspezifisch	technische Risiken, länder-/ marktspezifisch	technische Risiken, systematisch	finanzielle Risiken, projektspezifisch	finanzielle Risiken, länder-/ marktspezifisch	finanzielle Risiken, systematisch	politisch/rechtliche/ vertragliche Risiken, projektspezifisch	politische/rechtliche/ vertragliche Risiken, länder-/ marktspezifisch	politische/rechtliche/ vertragliche Risiken, systematisch	Einnahmerisiko, projektspezifisch	Einnahmerisiko, länder-/ marktspezifisch	Einnahmerisiko, systematisch	soziale Infrastruktur	Wasserentsorgung	Wasserversorgung	Abfall	Energie	Verkehr	
73	Risiko in Folge mangelnder Rechtssicherheit	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	7	7	7	9	0
74	Risiko mangelhafter Wasserqualität	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
75	Risiko von Maluszahlungen wegen Schlechtleistung	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	5	4	4	4	5	0
76	Risiko von Parallelstrecken/Ausweichrouten	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
77	Risiko von Rechtsstreitigkeiten infolge unklarer Vertragsformulierung	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	3	3	3	3	3	3
78	Risiko von Vertragsverletzungen	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	3	3	3	3	3	3
79	Risiko von wirtschaftlichen Sanktionen	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
80	Schadenersatzrisiko	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2
81	Schnittstellenrisiko	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3
82	Servitutsrisiko (Ansprüche Dritter)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	8	7	7	7	7	8	0
83	Steueränderungsrisiko	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	10	10	10	10	20	0
84	Substanzrisiko des Bestandes	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	5	5	12	0
85	Synozialierungsrisiko	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	0
86	Technologierisiko	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	11	9	9	9	13	0
87	Terminrisiko	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	12	12	12	12	17	0
88	Transaktionskostenrisiko	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	4	0
89	Umgebungsrisiko (Zugänglichkeit des Gebietes, etc.)	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	6	6	6	6	6	0
90	Umweltrisiko	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	23	23	23	23	24	0





## Literaturverzeichnis Risikosammelliste

Die nachfolgend genannte Literatur liegt der Erstellung der Risikosammelliste zugrunde.

**AKINTOYE, A., BECK, M., HARDCASTLE, C., CHINYIO, E. UND ASENOVA, D. (Framework for Risk Assessment 2001):**

Framework for Risk Assessment and Management of Private Finance Initiative Projects. Glasgow Caledonian University Glasgow, 2001.

**ALFEN, W. UND ELBING, C. (Wirtschaftlichkeitsvergleich 2006):**

Der Wirtschaftlichkeitsvergleich: Berücksichtigung von Risiken. In: Littwin, F. und Schöne, F.-J. (Hrsg.): Public Private Partnership im öffentlichen Hochbau - Handbuch. W. Kohlhammer GmbH, Stuttgart, 2006, S. 494.

**BECKERS, T. (Realisierung von PPP-Projekten bei Bundesfernstrassen 2005):**

Die Realisierung von Projekten nach dem PPP-Ansatz bei Bundesfernstrassen. Ökonomische Grundlagen und eine Analyse des F-Modells, des A-Modells sowie des Funktionsbauvertrages. 2005.

**BENTON, S., BLEASE, A., COLEY, W., HEADRICK, G., HOWELL, D., KRIEGLER, A., O'BRIEN, N., OOSTERVELD, B. UND OVNERUD-POTTER, P. (Moody's Global Project Finance - Construction 2007):**

Moody's Global Project Finance - Construction Risk in Privately-Financed Public Infrastructure (PFI/PPP/P3) Projects. London, 2007.

**BERNER, F., HERMES, M. UND WEIGL, A. (Risikobewertung bei PPP 2014):**

Risikobewertung bei PPP-Verträgen. Bauingenieur 10/2014, 2014, S. 416-420.

**BING, L., AKINTOYE, A., EDWARDS, P. J. UND HARDCASTLE, C. (Allocation of Risk in PPP/PFI Construction Projects 2005):**

The Allocation of Risk in PPP/PFI Construction Projects in the UK. International Journal of Project Management 23, Nr. 1, 2005, S. 25-35.

**BLEASE, A., COLEY, W., HEADRICK, G., HOWELL, D., KRIEGLER, A., O'BRIEN, N., OOSTERVELD, B. UND OVNERUD-POTTER, P. (Moody's Global Project Finance - Operation Risk 2007):**

Moody's Global Project Finance - Operation Risk in Privately-Financed Public Infrastructure (PFI/PPP/P3) Projects. London, 2007.

**BMVBW. (PPP im öffentlichen Hochbau - Band III 2003):**

PPP im öffentlichen Hochbau - Band III: Wirtschaftlichkeitsuntersuchung, Arbeitspapier Nr. 5: Risikomanagement. BMVBW (Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen), Berlin, 2003.

**BMVBW. (PPP im öffentlichen Hochbau - Band I 2003):**

PPP im öffentlichen Hochbau - Band I: Leitfaden. BMVBW (Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen), Berlin, 2003.

**BMVBW. (Informationstag A-Modell 2005):**

Informationstag zum A-Modell. Bonn, 2005.

**BOLL, P. (Investitionen in PPP-Projekte im öffentlichen Hochbau 2007):**

Investitionen in Public-Private-Partnership-Projekte im öffentlichen Hochbau unter besonderer Berücksichtigung der Risikoverteilung - Eine theoretische und empirische Untersuchung. R. Müller, Köln, 2007.

**BOLZ, U. (PPP in der Schweiz 2005):**

Public Private Partnership in der Schweiz Grundlagenstudie - Ergebnis einer gemeinsamen Initiative von Wirtschaft und Verwaltung. Schulthess, Zürich, 2005.

**BOUSSABAIN, H. A. (Cost planning of PFI and PPP building projects 2007):**

Cost planning of PFI and PPP building projects. Taylor & Francis, New York, 2007.

**BUNDESVERBAND DEUTSCHER BANKEN (Risikoverteilung bei einer PPP 2008):**

Risikoverteilung bei einer PPP. Bundesverband der deutschen Bauindustrie, 2008.

**ČADEŽ, I. UND STREUER, U. (Stochastische Risikoanalyse bei PPPs 2005):**

Stochastische Risikoanalyse bei Public Private Partnership-Infrastrukturprojekten – Monte-Carlo-Simulation als Hilfsmittel zur Durchführung der Risikoanalyse für Sponsoren, Kreditgeber, Monoliner und Finanzberater. In: Kapellmann, K. D. und Vygen, K. (Hrsg.): Jahrbuch Baurecht 2006. Werner Verlag, Unterschleissheim, 2005, S. 287 - 324.

**COLEY, W. (Moody's Global Project Finance - Public Sector 2009):**

Moody's Global Project Finance - Public Sector Capital Contributions to Funding PFI/PPP/P3 Projects. London, 2009.

**DELUZ, C. N. (Moody's Global Infrastructure Finance 2008):**

Moody's Global Infrastructure Finance - Privately-Financed Public Infrastructure (PFI/PPP/P3) Projects with Partial Market Revenue Risk. Toronto, 2008.

**DELUZ, C. N. (Moody's Global Project Finance - Generic 2010):**

Moody's Global Project Finance - Generic Project Finance Methodology. Toronto, 2010.

**DIRECTORATE-GENERAL REGIONAL POLICY (Guidelines for successful PPPs 2003):**

Guidelines for Successful Public-Private Partnerships. Brussels: European Commission, 2003.

**DONNER, R. E. UND BERCKMANN, C. (MOODY'S INVESTOR SERVICE INFRASTRUCTURE 2012):**

Infrastructure - Power Generation Projects. New York, 2012.

**ELBING, C. (Risikomanagement für PPP-Projekte 2006):**

Risikomanagement für PPP-Projekte. Josef Eul Verlag GmbH, Lohmar, 2006.

**GOTTSCHLING, I. (PPP-Projektanalyse und Wirtschaftlichkeitsvergleich 2005):**

Projektanalyse und Wirtschaftlichkeitsvergleich bei PPP-Projekten im Hochbau - Entscheidungsgrundlagen für Schulprojekte. Technische Universität, Universitätsbibliothek, Berlin, 2005.

**GRIMSEY, D., LEWIS, M. (PPP: The Worldwide Revolution 2004):**

Public Private Partnerships: The Worldwide Revolution in Infrastructure Provision and Project Finance. Edward Elgar Publishing, 2004.

**HM TREASURY (The Orange Book 2004):**

The Orange Book: Management of Risk - Principles and Concepts. London: HM Treasury, 2004.

**HM TREASURY (Standardisation of PF2 Contracts 2012):**

Standardisation of PF2 Contracts - Draft. HM Treasury, London, 2012.

**KORTMANN, K., STOLZE, S.-F. (Analyse von Risiken in PPP-Projekten 2003):**

Analyse von Risiken in PPP-Projekten im Rahmen eines Wirtschaftlichkeitsvergleiches. Eigenverlag TU Braunschweig, Braunschweig, 2003.

**LEWIS, M. K. (Risk Management in PPP 2001):**

Risk Management in Public Private Partnerships. Göttingen, 2001.

**MERLI, M. (Operational Toll Roads 2006):**

Operational Toll Roads. London, 2006.

**MERNA, A. (Project Finance 2003):**

Project Finance: the Guide to Value and Risk Management in PPP Projects. Euromoney Institutional Investor PLC, Oxford, 2003.

**NAUMANN, R. (Kosten-Risiko-Analyse 2007):**

Kosten-Risiko-Analyse für Verkehrsinfrastrukturprojekte. Expert-Verlag, Renningen, 2007.

**PFNÜR, A. (Risiken immobilienwirtschaftlicher PPPs 2006):**

Risiken immobilienwirtschaftlicher PPPs aus Sicht der beteiligten Akteure. Inst. für Betriebswirtschaftslehre, Darmstadt, 2006.

**PPP-TASK FORCE NRW (PPP im Hochbau - Erste Schritte 2005):**

Public Private Partnership im Hochbau. Erste Schritte: Projektauswahl, -organisation und Beratungsnotwendigkeiten. PPP-Task Force NRW, Düsseldorf, 2005.

**PPP-TASK FORCE NRW (PPP im Hochbau - Anleitung 2007):**

Public Private Partnership im Hochbau. Anleitung zur Prüfung der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung von PPP-Projekten im öffentlichen Hochbau. PPP-Task Force NRW, Düsseldorf, 2007.

**PPP-TASK FORCE NRW (PPP - Wirtschaftlichkeitsuntersuchung 2007):**

Public Private Partnership. Wirtschaftlichkeitsuntersuchung bei PPP-Projekten. PPP-Task Force NRW, Düsseldorf, 2007.

**PPP TASK FROCE BAYERN (PPP-Realisierung öffentlicher Baumaßnahmen 2005):**

Public Private Partnership zur Realisierung öffentlicher Baumaßnahmen in Bayern. Verwaltungsservice Bayern, München, 2005.

**QUEENSLAND GOVERNMENT (PPP Guidance Material 2002):**

Public Private Partnership Guidance Material - Supporting Documents on Risk Management. Brisbane, Australia, 2002.

**SMITH, A. L. (PPP Projects USA 2008):**

Public-Private Partnership Projects in the USA: Risks and Opportunities. In: A. Akintoye, M. B. a. C. H. (Hrsg.): Public-Private Partnerships - Managing Risks and Opportunities. Blackwell Science Ltd, Oxford, 2008, S. 286-300.

**STANDARD & POOR'S RATING SERVICES (Guide to Credit Ratings Criteria 2010):**

Guide to Credit Ratings Criteria - Why Criteria are Important and How They are Applied. 2010.

**STANDARD & POOR'S RATING SERVICES (Guide to Credit Ratings Criteria 2013):**

Guide to Credit Ratings Criteria - Why Criteria are Important and How They are Applied. 2013.

**STANDARD & POOR'S RATING SERVICES (Key Credit Factors Oil and Gas 2014):**

Criteria | Corporates | Project Finance: Key Credit Factors for Oil and Gas Project Financings. 2014.

**STANDARD & POOR'S RATING SERVICES (Key Credit Factors Power 2014):**

Criteria | Corporates | Project Finance: Key Credit Factors for Power Project Financings. 2014.

**STANDARD & POOR'S RATING SERVICES (Key Credit Factors Road, Bridge, Tunnel 2014):**

Criteria | Corporates | Project Finance: Key Credit Factors for Road, Bridge, and Tunnel Project Financings. 2014.

**STANDARD & POOR'S RATING SERVICES (Key Credit Factors Social Infrastructure 2014):**

Criteria | Corporates | Project Finance: Key Credit Factors for Social Infrastructure, Accommodation, and Entertainment Project Financings. 2014.

**VERHAEGHE, J. (Moody's Project Finance 2012):**

Moody's Project Finance - How Offtakers' Default and Interference Risk can be a Drag on the Ratings of PPP Projects. London, 2012.

**WEBER, M., SCHÄFER, M., HAUSMANN, F. L. (Praxishandbuch PPP 2006):**

Praxishandbuch Public Private Partnership. Rechtliche Rahmenbedingungen, Wirtschaftlichkeit, Finanzierung. Verlag CH Beck, München, 2006.

## Anhang D – Gängige Risikoallokation bei PPP-Projekten

Wie sich die Risikoallokation bei PPP-Projekten in der Praxis im kontinentaleuropäischen Raum i. d. R. gestaltet und welche Einzelrisiken üblicherweise seitens des privaten PPP-Partners zu übernehmen sind, zeigt nachfolgende **Tabelle 31**.

Für die Erstellung der Tabelle wurde die bereinigte Risikosammelliste (**Tabelle 30**) herangezogen. Für die Zuordnung der Risikoallokation wurden die Studie AKINTOYE (2001), die Publikationen zur PF2-Initiative in Grossbritannien (vgl. HM TREASURY (2012)) sowie die dem Autor dieser Arbeit vorliegenden PPP-Verträge aus Kontinentaleuropa verwendet.

Die in **Tabelle 31** grün gekennzeichneten Einzelrisiken sind nach gängiger PPP-Praxis vom privaten PPP-Partner zu übernehmen. Die gelb gekennzeichneten Einzelrisiken werden entweder zwischen den Partner aufgeteilt (Kennzeichnung durch je ein „X“ in den beiden Spalten) oder waren in den angegebenen Quellen nicht eindeutig einem PPP-Partner zugeteilt. Die rot gekennzeichneten Einzelrisiken werden in der gängigen PPP-Praxis i. d. R. vom öffentlichen PPP-Partner getragen.

Trotz der gewissenhaften Erstellung der nachfolgenden **Tabelle 31** ist die tatsächliche Risikoallokation bei PPP-Projekten in der Praxis im Detail zu überprüfen. **Tabelle 31** hat keinen Anspruch auf umfassende und dauerhafte Gültigkeit und ist nur als „Richtwert“ zu interpretieren.

Tabelle 31: Gängige Risikoallokation bei PPP-Projekten in Kontinentaleuropa

Nr.	Einzelrisiken	Risikobewältigung - Risikoallokation	
		öffentlicher PPP-Partner	privater PPP-Partner
1	Abbruchrisiken bei bestehenden Bauten		X
2	Abnahme-, Übergaberisiko		X
3	Anthropogene Risiken I (Unruhen, Vandalismus, Streik, Krieg, Terror, etc.)	projektabhängig	projektabhängig
4	Anthropogene Risiken II (Sportanlässe, kulturelle Events)		X
5	Auftraggeberausfallrisiko		X
6	Ausführungsrisiko (Veränderung von Bauverfahren etc.)		X
7	Baugrundrisiko: archäologische Funde/Kampfmittel	X	
8	Baugrundrisiko: geologisch/hydrologisch		X
9	Baugrundrisiko: Kontamination (nuklear, chemisch, biologisch)	X	
10	Baukostenänderungsrisiko		X
11	bauliches Mängelrisiko		X
12	Betriebsrisiko allgemein		X
13	Betriebsrisiko in Folge erhöhter Komplexität des Betriebes	projektabhängig	projektabhängig
14	Betriebsrisiko in Folge veränderter Witterungsbedingungen	projektabhängig	projektabhängig
15	Budgetänderungen auf Seiten der öffentlichen Hand	X	
16	Einnahmeänderungsrisiko/Nachfrageänderungsrisiko	projektabhängig	projektabhängig
17	Erhaltungsrisiko		X
18	Financial-Close-Risiko		X
19	Finanzierungsrisiko	projektabhängig	projektabhängig
20	Gegenparteiisiko (bei Absicherungsgeschäften etc.)	projektabhängig	projektabhängig
21	Genehmigungsrisiko	projektabhängig	projektabhängig
22	Gesetzesänderungsrisiko	projektabhängig	projektabhängig
23	Haftungs- und Garantierisiken	projektabhängig	projektabhängig
24	Höhere Gewalt (Force Majeur)	projektabhängig	projektabhängig
25	Inbetriebnahmerisiko		X
26	Inflations- und Preisänderungsrisiko	projektabhängig	projektabhängig
27	Instandhaltungsrisiko		X
28	Kompensationsrisiken (Mauterhöhung, Änderung der Abnahmemenge etc.)	projektabhängig	projektabhängig
29	Konjunkturänderungsrisiko (BIP, länderspezifisch)	projektabhängig	projektabhängig
30	Konjunkturänderungsrisiko (global)	projektabhängig	projektabhängig
31	Korruptionsrisiko	X	X
32	Kreditausfallrisiko	projektabhängig	projektabhängig
33	Kündigungsrisiko seitens des öffentlichen PPP-Partners		X
34	Kündigungsrisiko seitens des privaten PPP-Partners	X	
35	Leistungs- und Planungsänderungsrisiko (Änderung der Anforderungen des Bauherrn)	X	X
36	Leitzinsänderungsrisiko		X
37	Lieferantenausfallrisiko		X
38	Logistisches Risiko		X
39	Managementrisiko	projektabhängig	projektabhängig
40	Mengenrisiko		X
41	Nachnutzungsrisiko	X	
42	Nachunternehmerisiko		X
43	Planungsrisiko (Planungsfehler, etc.)		X
44	Refinanzierungsrisiko	projektabhängig	projektabhängig
45	Restwertrisiko/Verwertungsrisiko	projektabhängig	projektabhängig
46	Risiko aufgrund mangelhafter Zahlungsbereitschaft der Nutzer	projektabhängig	projektabhängig
47	Risiko aufgrund unerwarteter Kosten für Projektrating		X
48	Risiko aus demographischer Entwicklung	projektabhängig	projektabhängig

Tabelle 31: marktübliche Risikoallokation bei PPP-Projekten (Fortsetzung)

Nr.	Einzelrisiken	Risikobewältigung - Risikoallokation	
		öffentlicher PPP-Partner	privater PPP-Partner
49	Risiko aus erhöhten Auflagen des Umweltschutzes	X	
50	Risiko aus erhöhten Auflagen wegen Kulturerbe	X	
51	Risiko aus mangelnder Erfahrung des Auftraggebers		X
52	Risiko aus mangelnder politischer Stabilität		X
53	Risiko aus nicht adäquaten Entschädigungsmechanismen	X	X
54	Risiko aus Veränderung der Vergabeabsicht des öffentlichen PPP-Partners		X
55	Risiko aus Veränderung des Betriebsmittelbedarfs	projektabhängig	projektabhängig
56	Risiko aus Veränderung des Personalbedarfs	projektabhängig	projektabhängig
57	Risiko aus Veränderung technischer Normen	X	
58	Risiko der Baustelleneinrichtung		X
59	Risiko der Insolvenz des Betreibers oder Baupartners		X
60	Risiko des Ausfalles von qualifizierten Mitarbeitern	projektabhängig	projektabhängig
61	Risiko des Zahlungsverzugs		X
62	Risiko einer Verstaatlichung/Enteignung		X
63	Risiko eines Gesellschafterwechsels	X	
64	Risiko erhöhter Beratungskosten		X
65	Risiko für Gesundheit und Arbeitssicherheit		X
66	Risiko in Folge mangelhafter Betriebsleistungen		X
67	Risiko in Folge mangelnder Verfügbarkeit der Finanzierung	projektabhängig	projektabhängig
68	Risiko in Folge mangelnder Verfügbarkeit der Grundstücke	projektabhängig	projektabhängig
69	Risiko in Folge mangelnder Verfügbarkeit geeigneter Materialressourcen		X
70	Risiko in Folge mangelnder Verfügbarkeit geeigneter Personalressourcen	X	X
71	Risiko in Folge opportunistischem Verhalten der Partner	X	X
72	Risiko in Folge technischer Überalterung		X
73	Risiko in Folge mangelnder Rechtssicherheit	X	X
74	Risiko mangelhafter Wasserqualität	X	
75	Risiko von Maluszahlungen wegen Schlechtleistung		X
76	Risiko von Parallelstrecken/Ausweichrouten	projektabhängig	projektabhängig
77	Risiko von Rechtsstreitigkeiten infolge unklarer Vertragsformulierung	X	X
78	Risiko von Vertragsverletzungen	X	X
79	Risiko von wirtschaftlichen Sanktionen	projektabhängig	projektabhängig
80	Schadenersatzrisiko	X	X
81	Schnittstellenrisiko	X	X
82	Servitutsrisiko (Ansprüche Dritter)	projektabhängig	projektabhängig
83	Steueränderungsrisiko	projektabhängig	projektabhängig
84	Substanzrisiko des Bestandes		X
85	Syndizierungsrisiko		X
86	Technologierisiko	X	
87	Terminrisiko		X
88	Transaktionskostenrisiko	projektabhängig	projektabhängig
89	Umgebungsrisiko (Zugänglichkeit des Gebietes, etc.)		X
90	Umweltrisiko	projektabhängig	projektabhängig
91	Verfügbarkeitsrisiko (Verfügbarkeit des Konzessionsgegenstandes)	projektabhängig	projektabhängig
92	Verfügungsrisiko (Verfügung über Grundstücke etc. möglich)	projektabhängig	projektabhängig
93	Vergaberisiko	X	
94	Versicherungsrisiko		X
95	Vertragsänderungsrisiko	X	X
96	Währungsrisiko/Wechselkursrisiko		X
97	Wettbewerbsrisiko (Erhalt des Zuschlags)		X
98	Wirtschaftlichkeitsnachweisrisiko	X	
99	Zinsänderungsrisiko	projektabhängig	projektabhängig



## Anhang E – Wahrscheinlichkeitsverteilungen

Die in nachfolgender **Tabelle 32** genannten Dichtefunktionen kommen häufig in der Simulation der Risikotrageweite (MCS-Schritt 2; vgl. Kapitel 6.1.6.3) zum Einsatz. In der Tabelle sind neben der Funktionsgleichung der Dichtefunktion auch die erforderlichen Parameter, die Gültigkeitsbereiche, die Formeln für Mittelwerte und Varianzen sowie ein beispielhafter Graph der Dichtefunktion angegeben. Darüber hinaus werden die allgemeinen Anwendungsbereiche sowie die spezifischen Anwendungsbereiche im Zusammenhang mit der Risikoanalyse bei den einzelnen Dichtefunktionen genannt.<sup>694</sup>

---

<sup>694</sup> Weitgehend übernommen aus GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Projektrisikomanagement 2014) S. 225

**Tabelle 32:** Parameter und Graphen gebräuchlicher Wahrscheinlichkeitsverteilungen für die Risikoberechnung<sup>695</sup>

Funktionsparameter Wahrscheinlichkeitsverteilung	Dichtefunktion	Parameter	Gültigkeitsbereich für x	Mittelwert $\mu$	Varianz $\sigma^2$	Graph der Dichtefunktion	Anwendungsbereich allgemein	Anwendungsbereich in der Risikoanalyse
<b>Beta-Verteilung:</b> Beta ( $\alpha_1, \alpha_2$ )	$f(x) = \frac{x^{\alpha_1-1}(1-x)^{\alpha_2-1}}{B(\alpha_1, \alpha_2)}$ wobei $B(\alpha_1, \alpha_2) = \int_0^1 t^{\alpha_1-1}(1-t)^{\alpha_2-1} dt$	$\alpha_1 > 0,$ $\alpha_2 > 0$	$0 \leq x \leq 1$	$\frac{\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2}$	$\frac{\alpha_1 \alpha_2}{(\alpha_1 + \alpha_2)^2 \cdot (\alpha_1 + \alpha_2 + 1)}$		<ul style="list-style-type: none"> <li>Modellierung der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Ereignisses, für das bereits n Versuche mit r Eintritten vorliegen (<math>\alpha_1 = r + 1,</math> <math>\alpha_2 = -r + 1</math>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grobmodellierung, falls keine IST-Daten zur Verfügung stehen</li> </ul>
<b>BetaPERT-Verteilung:</b> BetaPERT ( $x_{\min}, x_{\text{wahr}}, x_{\max}$ )	$f(x) = f_{\beta}(x', \alpha_1, \alpha_2)$ wobei $f_{\beta}$ die Dichte der Beta-Verteilung ist $x' = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$ $\mu = \frac{x_{\min} + 4 * x_{\text{wahr}} + x_{\max}}{6}$ $\alpha_1 = \frac{(\mu - x_{\min}) * 2 * x_{\text{wahr}} - x_{\min} - x_{\max}}{(x_{\text{wahr}} - \mu)(x_{\max} - x_{\min})}$ $\alpha_2 = \alpha_1 \frac{x_{\max} - \mu}{\mu - x_{\min}}$	$x_{\min} < x_{\text{wahr}} < x_{\max}$	$x_{\min} \leq x \leq x_{\max}$	$\mu$	$\frac{\alpha_1 \alpha_2 (x_{\max} - x_{\min})^2}{(\alpha_1 + \alpha_2)^2 \cdot (\alpha_1 + \alpha_2 + 1)}$		<ul style="list-style-type: none"> <li>Beschreibung der Vorgangsdauer in einem PERT-Terminplan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grobmodellierung, falls keine IST-Daten zur Verfügung stehen</li> <li>auf Grund des minimalen, wahrscheinlichen und maximalen Werts gut zur Modellierung von Expertenmeinungen geeignet</li> </ul>
<b>Normalverteilung:</b> Normal ( $\mu, \sigma$ )	$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$	$\sigma > 0$	$-\infty < x < \infty$	$\mu$	$\sigma^2$		<ul style="list-style-type: none"> <li>Verteilung von Merkmalen (Grösse, Gewicht) in einer Grundgesamtheit</li> <li>in der Finanztheorie für die Verteilung von Gewinnen und Cashflows</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verteilung einer Variablen, für die <math>\mu</math> und <math>\sigma</math> bekannt sind</li> <li>Verteilung einer Variablen, die sich aus anderen Variablen ergibt (zentraler Grenzwertsatz)</li> </ul>
<b>Dreiecksverteilung:</b> Dreieck ( $x_{\min}, x_{\text{wahr}}, x_{\max}$ )	$f(x) = \frac{2(x-a)}{(b-a)(c-a)}$ falls $a \leq x \leq b$ $f(x) = \frac{2(c-x)}{(c-a)(c-b)}$ falls $b < x \leq c$ wobei $a = x_{\min}, b = x_{\text{wahr}},$ und $c = x_{\max}$ ist	$a \leq b \leq c$	$a \leq x \leq c$	$\frac{a+b+c}{3}$	$\frac{a^2 + b^2 + c^2}{18} - \frac{ab+ac+bc}{18}$		<ul style="list-style-type: none"> <li>für die Grobmodellierung, falls keine IST-Daten zur Verfügung stehen</li> <li>Modellierung von Expertenmeinungen</li> </ul>	

<sup>695</sup> Weitgehend übernommen aus GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Projektrisikomanagement 2014) S. 226

**Tabelle 32:** Parameter und Graphen gebräuchlicher Wahrscheinlichkeitsverteilungen für die Risikoberechnung (Fortsetzung)<sup>696</sup>

Funktionsparameter Wahrscheinlichkeitsverteilung	Dichtefunktion	Parameter	Gültigkeitsbereich für x	Mittelwert $\mu$	Varianz $\sigma^2$	Graph der Dichtefunktion	Anwendungsbereich allgemein	Anwendungsbereich in der Risikoanalyse
<b>Exponentialverteilung:</b> Exponential ( $\lambda$ )	$f(x) = \lambda \exp(-\lambda x)$	$\frac{1}{\lambda} > 0$	$x > 0$	$\frac{1}{\lambda}$	$\frac{1}{\lambda^2}$		<ul style="list-style-type: none"> <li>Beschreibung der Zeiträume zwischen Ereignissen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lebensdauer von Maschinen mit konstanter Versagenswahrscheinlichkeit</li> </ul>
<b>Gleichverteilung:</b> Uniform ( $x_{min}, x_{max}$ )	$f(x) = \frac{1}{x_{max} - x_{min}}$	$x_{min} \leq x_{max}$	$x_{min} \leq x \leq x_{max}$	$\frac{x_{min} + x_{max}}{2}$	$\frac{(x_{max} - x_{min})^2}{12}$		<ul style="list-style-type: none"> <li>in den seltensten Fällen stellt sie eine gute Annäherung an die tatsächliche Unsicherheit dar</li> <li>Größen, die gleichmässig zwischen 2 Werten variieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grobmodellierung von Risiken, für die keine oder kaum Daten zur Verfügung stehen</li> </ul>
<b>Funktionsparameter Wahrscheinlichkeitsverteilung</b>	<b>Wahrscheinlichkeitsfunktion</b>	<b>Parameter</b>	<b>Gültigkeitsbereich für x</b>	<b>Mittelwert <math>\mu</math></b>	<b>Varianz <math>\sigma^2</math></b>	<b>Graph der Wahrscheinlichkeitsfunktion</b>	<b>Anwendungsbereich allgemein</b>	<b>Anwendungsbereich in der Risikoanalyse</b>
<b>Binomialverteilung:</b> Binomial ( $n, p$ )	$f(x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x}$	$n > 0, n$ ganzzahlig, $0 \leq p \leq 1$	$x \in \{0, 1, \dots, n\}$	$np$	$np(1-p)$		<ul style="list-style-type: none"> <li>Anzahl fehlerhafter Produkte aus einer Menge <math>n_i</math> in der jedes Produkt die Fehlerwahrscheinlichkeit <math>p</math> hat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modellierung der Ausfallwahrscheinlichkeit bei der Ausfallereignisse (FMEA-Analyse)</li> </ul>
<b>diskrete Verteilung:</b> Diskret ( $\{x_1, \dots, x_n\}, \{p_1, \dots, p_n\}$ )	$f(x_i) = p_i$	$p_i \geq 0, n > 0,$ $\sum_{i=0}^n p_i > 0$	$x \in \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$	Das $x_i$ , das am nächsten liegt $\sum_{i=1}^n x_i p_i$ liegt	$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 p_i$		<ul style="list-style-type: none"> <li>Beschreibung von Situationen mit wenigen, diskreten Ergebnisvarianten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modellierung der Zufallsvariablen „Risikoeintritt“</li> </ul>
<b>Poissonverteilung:</b> Poisson ( $\lambda$ )	$f(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}$	$\lambda > 0$	$x \in \{0, 1, 2, \dots\}$	$\lambda$	$\lambda$		<ul style="list-style-type: none"> <li>Anzahl unabhängiger Ereignisse, die in einem gegebenen Zeitintervall auftreten (z.B. Anzahl von Verkehrsunfällen in einem Jahr)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modellierung der Ausfallwahrscheinlichkeit bei der Ausfallereignisse (FMEA-Analyse)</li> </ul>

<sup>696</sup> Weitgehend übernommen aus GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Projektrisikomanagement 2014) S. 227

# Anhang F – Analyse des PPP-Bestandsprojektes B<sub>2</sub> (Bsp.)

Tabelle 33: Cashflow PPP-Bestandsprojekt B<sub>2</sub> (PPP-Strassenprojekt Indien)

[Mio. CHF]	Jahr der Konzession Jahr (kalendartisch)										Betrieb											
	1	2	3	4	5	6	7	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028		
<b>Cashflows</b>	<b>Bau</b>										<b>Erhaltung</b>											
	1. Einnahmen										2. Baukosten / Kosten für Akquise+Planung											
	Einnahmen (Maut)	0.00	8.35	30.61	33.56	37.75	42.68	45.66	154.34	165.14	Baukosten	-261.44	-30.76	-89.71	-102.53	-38.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ausserordentliche Einnahmen (Anschubfinanzierung, etc.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Kosten für Akquise und Planung	-25.95	-4.54	-1.52	-8.29	-11.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	<b>Summe Einnahmen</b>	<b>0.00</b>	<b>8.35</b>	<b>30.61</b>	<b>33.56</b>	<b>37.75</b>	<b>42.68</b>	<b>45.66</b>	<b>154.34</b>	<b>165.14</b>	<b>Summe Planung + Bau</b>	<b>-287.39</b>	<b>-35.30</b>	<b>-91.23</b>	<b>-110.82</b>	<b>-50.03</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
	3. Betriebskosten und Erhaltungskosten										4. Kapitaleinzahlungen in die SPV											
	SPV-Kosten (Personal etc.)	0.00	-1.03	-0.85	-0.90	-0.96	-1.01	-1.07	-3.06	-2.44	Eigenkapitaleinzahlungen	80.47	29.82	50.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Kosten Maststation	0.00	-0.35	-1.11	-1.18	-1.25	-1.32	-1.40	-4.00	-3.18	Einzahlung aus Reservekonto Erhaltung	242.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.21	0.00	0.00	0.00
	Betriebs- und Instandhaltungskosten	0.00	-1.38	-4.44	-4.71	-4.99	-5.29	-5.61	-16.02	-12.73	Einzahlung aus Reservekonto Fremdkapitaldeckung	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Kosten "Independent Engineer"	0.00	-0.07	-0.22	-0.23	-0.24	-0.26	-0.27	-0.78	-0.62	Gesellschafterdarlehen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	<b>Betriebskosten</b>	<b>0.00</b>	<b>-2.83</b>	<b>-6.62</b>	<b>-7.02</b>	<b>-7.44</b>	<b>-7.89</b>	<b>-8.36</b>	<b>-23.86</b>	<b>-18.97</b>	Bauwissenfinanzierung	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Instandsetzungskosten	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Fremdkapitaleinzahlungen	166.34	0.00	26.48	88.24	51.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Erneuerungskosten	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>Summe Kapitaleinzahlungen</b>	<b>488.85</b>	<b>29.82</b>	<b>77.13</b>	<b>88.24</b>	<b>51.61</b>	<b>0.00</b>	<b>17.21</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
	<b>Erhaltungskosten</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	5. Kosten für FK-Finanzierung (vorrangig, klassisches FK)											
	<b>Summe Betrieb + Erhaltung</b>	<b>0.00</b>	<b>-2.83</b>	<b>-6.62</b>	<b>-7.02</b>	<b>-7.44</b>	<b>-7.89</b>	<b>-8.36</b>	<b>-23.86</b>	<b>-18.97</b>	Fremdkapital											
	4. Kapitaleinzahlungen in die SPV										Kreditbetrag zu Jahresbeginn											
	Eigenkapitaleinzahlungen	80.47	29.82	50.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Ziehungen	0.00	0.00	28.01	124.54	174.00	173.82	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Einzahlung aus Reservekonto Erhaltung	242.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Zinsen geschuldet	166.34	0.00	26.48	88.24	51.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Einzahlung aus Reservekonto Fremdkapitaldeckung	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Zinsen bezahlt	211.16	0.00	0.00	1.52	8.29	17.29	20.01	19.99	0.00	0.00	
	Gesellschafterdarlehen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Zinsen fortgeschrieben	-201.34	0.00	0.00	0.00	-17.29	-20.01	-19.99	0.00	0.00	0.00	
Bauwissenfinanzierung	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Tilgung	9.82	0.00	1.52	8.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Fremdkapitaleinzahlungen	166.34	0.00	26.48	88.24	51.61	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>Kreditbetrag zu Jahresende</b>	<b>-176.16</b>	0.00	0.00	0.00	<b>-2.16</b>	<b>-0.18</b>	<b>-2.56</b>	0.00	0.00	0.00		
<b>Summe Kapitaleinzahlungen</b>	<b>488.85</b>	<b>29.82</b>	<b>77.13</b>	<b>88.24</b>	<b>51.61</b>	<b>0.00</b>	<b>17.21</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>Kosten Fremdkapital</b>	<b>-377.50</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>-19.45</b>	<b>-20.19</b>	<b>-22.55</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>		
5. Kosten für FK-Finanzierung (vorrangig, klassisches FK)										Summe												
Fremdkapital										Kreditbetrag zu Jahresbeginn												
Kreditbetrag zu Jahresbeginn										Ziehungen												
Ziehungen										Zinsen geschuldet												
Zinsen geschuldet										Zinsen bezahlt												
Zinsen bezahlt										Zinsen fortgeschrieben												
Zinsen fortgeschrieben										Tilgung												
Tilgung										Kreditbetrag zu Jahresende												
Kreditbetrag zu Jahresende										Kosten Fremdkapital												
Kosten Fremdkapital										Summe												

Tabelle 33: Cashflow PPP-Bestandsprojekt B2 (PPP-Strassenprojekt Indien) (Fortsetzung)

[Mio. CHF]	Bau										Betrieb		Erhaltung	
	1	2	3	4	5	6	7	2016	2034	2035	25	26	2034	2035
Jahr der Konzession	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2034	2035	2034	2035	2034	2035	
Jahr (kalendrisch)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2034	2035	2034	2035	2034	2035	
<b>6. Kosten für Kapital der Ind., strat. Investoren (Bauunternehmen)</b>														
<b>6a. Gesellschafterdarlehen</b>														
SUMME														
Kreditbetrag zu Jahresbeginn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ziehungen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Zinsen geschuldet	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Zinsen bezahlt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Zinsen fortgeschrieben	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Tilgung	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Kreditbetrag zu Jahresende	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Kosten Gesellschafterdarlehen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<b>6b. Bauzwischenfinanzierung</b>														
SUMME														
Kreditbetrag zu Jahresbeginn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ziehungen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Zinsen geschuldet	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Zinsen bezahlt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Zinsen fortgeschrieben	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Tilgung	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Kreditbetrag zu Jahresende	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Kosten Bauzwischenfinanzierung	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<b>6c. Eigenkapital</b>														
SUMME														
Zwischensumme (1-6b)	0.00	0.03	9.89	3.96	12.44	14.60	14.76	130.48	146.17					
Rücklagen für Reservekonto Erhaltung	0.00	0.00	-3.44	-3.44	-3.44	-3.44	-3.44	0.00	0.00					
Rücklagen für Reservekonto Fremdkapitalschuldendienst	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
Rückzahlung Eigenkapital	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
freier Cashflow (OHNE Risiko)	0.00	0.03	6.45	0.52	9.00	11.16	11.32	130.48	65.71					
Risikokosten (1. Simulation)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.46	-0.80	-22.58	-25.42					
Erwartungswert der Gesamtrisikokosten	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.81	-4.93	-37.16	-39.52					
freier Cashflow (MIT Risiko)	0.00	0.03	6.45	0.52	9.00	10.70	10.51	107.90	40.29					
Verlustausgleich	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
freier Cashflow	0.00	0.03	6.45	0.52	9.00	10.70	10.51	107.90	40.29					
Verlustvortrag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
Dividenden (OHNE Risiko)	0.00	-0.03	-6.45	-0.52	-9.00	-11.16	-11.32	-130.48	-65.71					
Dividenden (MIT Risiko)	0.00	-0.03	-6.45	-0.52	-9.00	-10.70	-10.51	-107.90	-40.29					
Summe Kosten Eigenkapital (OHNE Risiko)	0.00	-0.03	-6.45	-0.52	-9.00	-11.16	-11.32	-130.48	-65.71					
Summe Kosten Eigenkapital (MIT Risiko)	0.00	-0.03	-6.45	-0.52	-9.00	-10.70	-10.51	-107.90	-40.29					
<b>7. Risikokosten</b>														
SUMME														
Risikokosten (1. Simulation)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
Erwartungswert der Gesamtrisikokosten	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					

Tabelle 34: Kalk. Abschreibung, PPP-Bestandsprojekt B2 (PPP-Strassenprojekt Indien)

Berechnung der Abschreibung auf das Anlagevermögen												
[Mio. CHF]	Bau					Erhaltung			Betrieb			
	1 2010	2 2011	3 2012	4 2013	5 2014	6 2015	7 2016	25 2034	26 2035			
Jahr der Konzession Jahr (kalendärisch)	1 2010	2 2011	3 2012	4 2013	5 2014	6 2015	7 2016	25 2034	26 2035			
<b>1. Anfangsinvestitionen</b>	<b>SUMME</b>											
Baukosten	0.00	-30.76	-89.71	-102.53	-38.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Kosten für Akquise und Planung	0.00	-4.54	-1.52	-8.29	-11.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
<b>Summe</b>	<b>0.00</b>	<b>-35.30</b>	<b>-91.23</b>	<b>-110.82</b>	<b>-50.03</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>		
<b>2. Abschreibung der Anfangsinvestitionen</b>	<b>Degressive Abschreibung</b>											
Wert des Bauwerkes	0.00	35.30	126.54	237.36	287.39	287.39	287.39	287.39	287.39	287.39		
Abschreibung (10% ab Jahr der Fertigstellung)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%		
nicht abgeschriebener Wert des Bauwerks	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	90.0%	81.0%	72.9%	10.9%	10.9%	0.0%		
abgeschriebener Anteil	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	10.0%	9.0%	8.1%	1.2%	1.2%	10.9%		
<b>Abschreibung</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>-28.74</b>	<b>-25.86</b>	<b>-23.28</b>	<b>-3.49</b>	<b>-31.45</b>	<b>0.00</b>		

Tabelle 35: Risikobewältigung PPP-Bestandsprojekt B2 (PPP-Strassenprojekt Indien)

Nr.	Einzelrisiken	Risikokategorisierung nach PPP-Projekphasen					Risikokategorisierung nach PPP-Projekttypen					Risikobewältigung - Risikoallokation		quantitative Risikobewertung I										
		Akquisitions- und Planungsrisiken	Baurisiken	Betriebsrisiken	Erhaltungsrisiken	Rückgaberrisiken	Verkehr	Energie	Abfall	Wasserversorgung	Wasserentsorgung	soziale Infrastruktur	öffentlicher PPP-Partner	privater PPP-Partner	versicherbare Risiken	ja	nein	versicherbare Risiken	ja	nein	kalkulierbare Risiken	ja	nein	
1	Abbruchrisiken bei bestehenden Bauten	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1			X	X	X	X							
2	Abnahme-, Übergaberisiko	0	0	0	0	1	3	3	3	3	3			X	X	X	X							
3	Anthropogene Risiken I (Unruhen, Vandalismus, Streik, Krieg, Terror, etc.)	0	1	1	1	0	17	16	16	23	23	X	X	X	X	X	X							
4	Anthropogene Risiken II (Sportanlässe, kulturelle Events)	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1			X	X	X	X							X
5	Auftraggeberausfallrisiko	0	1	1	1	1	14	13	13	16	16			X	X	X	X							
6	Ausführungsrisiko (Veränderung von Bauverfahren etc.)	0	1	0	1	0	12	8	6	6	18			X	X	X	X							
7	Baugrundrisiko: archäologische Funde/Kampfmittel	0	1	0	0	0	4	3	3	3	3	X												
8	Baugrundrisiko: geologisch/hydrologisch	0	1	0	0	0	14	9	9	9	16			X	X	X	X							
9	Baugrundrisiko: Kontamination (nuklear, chemisch, biologisch)	0	1	0	0	0	4	3	3	3	3	X												
10	Baukostenänderungsrisiko	0	1	0	0	0	15	12	12	12	24			X	X	X	X							
11	bauliches Mängelrisiko	0	1	0	0	0	15	13	13	13	18			X	X	X	X							
12	Betriebsrisiko allgemein	0	0	1	0	0	13	10	10	10	22			X	X	X	X							
13	Betriebsrisiko in Folge erhöhter Komplexität des Betriebes	0	0	1	0	0	2	3	1	1	2			X	X	X	X							
14	Betriebsrisiko in Folge veränderter Witterungsbedingungen	0	0	1	0	0	4	3	3	3	3	X												
15	Budgetänderungen auf Seiten der öffentlichen Hand	0	1	1	0	0	35	30	30	30	34			X	X	X	X							
16	Einnahmeänderungsrisiko/ Nachfrageänderungsrisiko	0	0	1	0	0	13	10	10	10	22			X	X	X	X							
17	Erhaltungsrisiko	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1			X	X	X	X							
18	Financial-Close-Risiko	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0			X	X	X	X							
19	Finanzierungsrisiko (Bonitätsveränderung)	0	1	1	1	0	12	11	11	11	15			X	X	X	X							
20	Gegenparteirisiko (bei Absicherungsgeschäften)	0	1	1	1	0	4	4	4	4	4	X		X	X	X	X							

Tabelle 35: Risikobewältigung PPP-Bestandsprojekt B2 (PPP-Strassenprojekt Indien) (Forts.)

Nr.	Einzelrisiken	Risikokategorisierung nach PPP-Projekphasen					Risikokategorisierung nach PPP-Projekttypen						Risikobewältigung - Risikoallokation		quantitative Risikobewertung I			
		Akquisitions- und Planungsrisiken	Baurisiken	Betriebsrisiken	Erhaltungsrisiken	Rückgeberisiken	Verkehr	Energie	Abfall	Wasserversorgung	Wasserentsorgung	soziale Infrastruktur	öffentlicher PPP-Partner	privater PPP-Partner	versicherbare Risiken		kalkulierbare Risiken	
															ja	nein	ja	nein
21	Genehmigungsrisiko	1	0	0	0	0	8	5	5	5	14	X		---	---	---	---	
22	Gesetzesänderungsrisiko	0	1	1	1	0	19	18	17	17	27	X		---	---	---	---	
23	Haftungs- und Garantierisiken	0	1	1	1	1	4	4	4	4	4		X		X		---	
24	Höhere Gewalt (Force Majeur)	0	1	1	1	0	22	18	18	18	27	X		X		---	---	
25	Inbetriebnahmerisiko	0	0	1	0	0	8	4	4	4	10		X		X		---	
26	Inflations- und Preisänderungsrisiko	0	1	1	1	0	30	26	24	24	32	X		---	---	---	---	
27	Instandhaltungsrisiko	0	0	1	0	0	13	10	10	10	19		X		X		---	
28	Kompensationsrisiken (Mauterhöhung, Änderung der Abnahmemenge, u. a. m.)	0	0	1	0	0	2	2	2	2	2	X		X		---	---	
29	Konjunkturänderungsrisiko (BIP, länderspezifisch)	0	0	1	1	0	0	2	2	2	2	kein Risiko bei PPP-Verkehrsprojekten (über Einnahmeänderungsrisiko abgedeckt)		---	---	---	---	
30	Konjunkturänderungsrisiko (global)	0	0	1	1	0	0	2	2	2	2	kein Risiko bei PPP-Verkehrsprojekten (über Einnahmeänderungsrisiko abgedeckt)		---	---	---	---	
31	Korruptionrisiko	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	X		X		X		
32	Kreditausfallrisiko	0	1	1	1	0	6	6	6	6	6		X		X		---	
33	Kündigungsrisiko seitens des öffentlichen PPP-Partners (ursachenunabhängig)	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4		X		X		---	
34	Kündigungsrisiko seitens des privaten PPP-Partners (ursachenunabhängig)	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	X		---	---	---	---	
35	Leistungs- und Planungsänderungsrisiko (Änderung der Anforderungen des Bauherrn)	1	1	1	1	1	6	6	6	6	6	X		X		X		
36	Leitzinsänderungsrisiko	0	1	1	1	0	7	4	4	4	7		X		X		---	
37	Lieferantenausfallrisiko	0	1	1	1	0	5	5	5	5	5	X		X		---	---	
38	Logistisches Risiko	0	1	1	1	0	3	3	3	3	3		X		X		---	
39	Managementrisiko	1	1	1	1	1	13	12	11	11	13		X		X		---	
40	Mengenrisiko	0	1	1	1	0	2	2	2	2	2		X		X		---	



Tabelle 35: Risikobewältigung PPP-Bestandsprojekt B2 (PPP-Strassenprojekt Indien) (Forts.)

Nr.	Einzelrisiken	Risikokategorisierung nach PPP-Projektphasen					Risikokategorisierung nach PPP-Projekttypen					Risikobewältigung - Risikolokation		quantitative Risikobewertung I						
		Akquisitions- und Planungsrisiken	Baurisiken	Betriebsrisiken	Erhaltungsriskiken	Rückgaberrisiken	Verkehr	Energie	Abfall	Wasserversorgung	Wasserentsorgung	soziale Infrastruktur	öffentlicher PPP-Partner	privater PPP-Partner	versicherbare Risiken	ja	nein	versicherbare Risiken	ja	nein
41	Nachnutzungsrisiko	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	X			---	---	---	---	---	---
42	Nachunternehmerisiko	0	1	1	1	0	7	7	7	7	7		X		X		---	---	---	---
43	Planungsrisiko (Planungsfehler, etc.)	1	0	0	0	0	13	10	10	10	22		X		X		X		X	
44	Refinanzierungsrisiko	0	0	1	0	0	7	7	5	5	11		X		X		X		X	
45	Restwertisiko/Verwertungsrisiko	0	0	0	0	1	12	10	10	10	13		X		---	---	---	---	---	---
46	Risiko aufgrund mangelhafter Zahlungsbereitschaft der Nutzer	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0			X		X		X		
47	Risiko aufgrund unerwarteter Kosten für Projekttraining	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1		X		X		X		X	
48	Risiko aus demographischer Entwicklung	0	0	1	1	0	6	5	5	5	6			X		X		X		X
49	Risiko aus erhöhten Auflagen des Umweltschutzes	0	1	1	1	0	2	2	2	2	4		X		---	---	---	---	---	---
50	Risiko aus erhöhten Auflagen wegen Kulturerbe	0	1	1	1	0	2	1	1	1	1		X		---	---	---	---	---	---
51	Risiko aus mangelnder Erfahrung des Auftraggebers	1	0	0	0	0	3	3	3	3	3			X		X		X		X
52	Risiko aus mangelnder politischer Stabilität	1	1	1	1	1	14	11	11	11	14			X		X		X		X
53	Risiko aus nicht adäquaten Entschädigungsmechanismen	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1		X		X		X		X	
54	Risiko aus Veränderung der Vergabeabsicht des öffentlichen PPP-Partners	1	0	0	0	0	5	4	4	4	4			X		X		X		X
55	Risiko aus Veränderung des Betriebsmittelbedarfs	0	0	1	0	0	2	2	2	2	2			X		X		X		X
56	Risiko aus Veränderung des Personalbedarfs	0	1	1	1	0	2	2	2	2	3			X		X		X		X
57	Risiko aus Veränderung technischer Normen	1	1	1	1	1	5	4	4	4	4		X		---	---	---	---	---	---
58	Risiko der Baustelleneinrichtung	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1			X		X		X		X
59	Risiko der Insolvenz des Betreibers oder Baupartners	0	1	1	1	0	5	4	4	4	4			X		X		X		X
60	Risiko des Ausfalles von qualifizierten Mitarbeitern	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3			X		X		X		X

Tabelle 35: Risikobewältigung PPP-Bestandsprojekt B2 (PPP-Strassenprojekt Indien) (Forts.)

Nr.	Einzelrisiken	Risikokategorisierung nach PPP-Projekphasen					Risikokategorisierung nach PPP-Projekttypen						Risikobewältigung - Risikozuordnung		quantitative Risikobewertung I			
		Akquisitions- und Planungsrisiken	Baurisiken	Betriebsrisiken	Erhaltungsrissen	Rückgaberrisiken	Verkehr	Energie	Abfall	Wasserversorgung	Wasserentsorgung	soziale Infrastruktur	öffentlicher PPP-Partner	privater PPP-Partner	versicherbare Risiken		kalkulierbare Risiken	
															ja	nein	ja	nein
61	Risiko des Zahlungsverzugs	0	1	1	1	0	2	2	2	2	2		X		X			
62	Risiko einer Verstaatlichung/Enteignung	0	1	1	1	0	2	2	2	2	4		X		X		X	
63	Risiko eines Gesellschafterswechsels	0	0	1	1	1	2	2	1	1	3	X						
64	Risiko erhöhter Beratungskosten	1	1	0	0	0	2	2	2	2	3		X		X			
65	Risiko für Gesundheit und Arbeitssicherheit	0	1	1	1	0	5	5	5	5	5		X					
66	Risiko in Folge mangelhafter Betriebsleistungen	0	0	0	1	0	2	2	2	2	3		X		X			
67	Risiko in Folge mangelnder Verfügbarkeit der Finanzierung	1	0	0	0	0	3	3	3	3	3		X		X		X	
68	Risiko in Folge mangelnder Verfügbarkeit der Grundstücke	0	1	0	0	0	3	3	3	3	3	X						
69	Risiko in Folge mangelnder Verfügbarkeit geeigneter Materialressourcen	0	1	1	1	0	3	3	2	2	3		X		X			
70	Risiko in Folge mangelnder Verfügbarkeit geeigneter Personalressourcen	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	X			X			
71	Risiko in Folge opportunistischem Verhalten der Partner	0	1	1	1	0	7	7	7	7	7	X			X		X	
72	Risiko in Folge technischer Überalterung	0	0	1	1	1	5	2	2	2	3		X		X			
73	Risiko in Folge mangelnder Rechtssicherheit	1	1	1	1	1	7	7	7	7	9	X			X		X	
74	Risiko mangelhafter Wasserqualität	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	kein Risiko bei PPP-Verkehrsprojekten						
75	Risiko von Maluszahlungen wegen Schlechtleistung	0	0	1	0	0	6	5	4	4	5		X		X			
76	Risiko von Parallelstreifen/Ausweichrouten	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		X		X		X	
77	Risiko von Rechtsstreitigkeiten infolge unklarer Vertragsformulierung	1	1	1	1	1	4	3	3	3	3	X			X		X	
78	Risiko von Vertragsverletzungen	0	1	1	1	1	4	3	3	3	3	X			X		X	
79	Risiko von wirtschaftlichen Sanktionen	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	X			X		X	
80	Schadenersatzrisiko	0	1	1	1	0	2	2	2	2	2	X			X		X	



Tabelle 36: Risikoklassifizierung PPP-Bestandsprojekt B<sub>2</sub> (PPP-Strassenprojekt Indien)

Nr.	Einzeirisiken	Risikoklassifizierung nach PPP-Projektphasen		Risikoklassifizierung nach PPP-Projekttypen		quantitative Risikobewertung deterministisch ("Praktikermethode")						Risikoklassifizierung deterministisch ("Praktikermethode")														
		Akquisitions- und Planungsrisiken	Bausrisiken	Betriebsrisiken	Erhaltungsisiken	Rückgaberrisiken	Verkehr	Verkehr	Energie	Abfall	Wasserversorgung	Wasserentsorgung	soziale Infrastruktur	Bezugs- kosten [Mio. CHF]	Beschreibung	Anteil des privaten PPP- Partners an den Bezugs- kosten [%]	Bezugs- kosten, privater PPP- Partner [Mio. CHF]	Tragweite für den privaten PPP- Partner $T_i$ [Mio. CHF]	Ertrags- wahr- scheinlich- keit $P_i$ [%]	Risiko- kosten, privater PPP- Partner $R_i$ [Mio. CHF]	Ertrags- wahr- scheinlich- keit $P_i$ [%]	Risiko- kosten, privater PPP- Partner $R_i$ [Mio. CHF]	Tragweite für privaten PPP- Partner $T_i$ [Mio. CHF]	Ertrags- wahr- scheinlich- keit $P_i$ [%]	Risikoklassen	
1	Abbruchrisiken bei bestehenden Bauten	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	-13.07	5% der Baukosten	100.0%	-13.07	5.0%	-0.65	25.0%	-0.16	25.0%	-0.65	25.0%	-0.65	25.0%	2...erwartetes Risiko
2	Abnahme-, Übergaberisiko	0	0	0	1	0	3	3	3	3	3	3	-3.05	Kosten SPV + IE m letzten Jahr	100.0%	-3.05	20.0%	-0.61	25.0%	-0.15	25.0%	-0.15	25.0%	-0.61	25.0%	2...erwartetes Risiko
3	Auftragsberausfallsrisiko	0	1	1	1	1	14	14	13	13	16	16	-951.37	eingesetztes Eigenkapital + Dividenden	100.0%	-951.37	10.0%	-95.14	1.0%	-0.95	1.0%	-0.95	1.0%	-95.14	1.0%	4...hohe Schadenshöhe
4	Ausführungsrisiko (Veränderung von Bauverfahren etc.)	0	1	0	1	0	12	8	6	6	18	18	-261.44	Baukosten	100.0%	-261.44	3.0%	-7.84	20.0%	-1.57	20.0%	-1.57	20.0%	-7.84	20.0%	3...hohes Risikopotential
5	Baugrundrisiko; geologisch/hydrologisch	0	1	0	0	0	14	9	9	9	16	16	-78.43	30% der Baukosten	100.0%	-78.43	20.0%	-15.69	30.0%	-4.71	30.0%	-4.71	30.0%	-15.69	30.0%	3...hohes Risikopotential
6	Baukostenänderungsrisiko	0	1	0	0	0	15	12	12	12	24	24	-261.44	Baukosten	100.0%	-261.44	5.0%	-13.07	50.0%	-6.54	50.0%	-6.54	50.0%	-13.07	50.0%	3...hohes Risikopotential
7	bauliches Mängelrisiko	0	1	0	0	0	15	13	13	13	18	18	-261.44	Baukosten	100.0%	-261.44	2.0%	-5.23	10.0%	-0.52	10.0%	-0.52	10.0%	-5.23	10.0%	3...hohes Risikopotential
8	Betriebsrisiko allgemein	0	0	1	0	0	13	10	10	10	22	22	-332.94	Betriebskosten	100.0%	-332.94	5.0%	-16.65	20.0%	-3.33	20.0%	-3.33	20.0%	-16.65	20.0%	3...hohes Risikopotential
9	Betriebsrisiko in Folge erhöhter Komplexität des Betriebes	0	0	1	0	0	2	3	1	1	2	2	-532.94	Betriebskosten	20.0%	-532.94	3.0%	-2.00	3.0%	-0.06	3.0%	-0.06	3.0%	-2.00	3.0%	1...geringes Risikopotential
10	Einnahmearänderungsrisiko/ Nachfrageänderungsrisiko	0	0	1	0	0	35	33	30	30	34	34	-2024.90	Einnahmen des Projektes	100.0%	-2024.90	2.0%	-40.50	80.0%	-32.40	80.0%	-32.40	80.0%	-40.50	80.0%	3...hohes Risikopotential
11	Erhaltungsrisiko	0	0	0	1	0	13	10	10	10	22	22	-242.05	Erhaltungskosten	100.0%	-242.05	5.0%	-12.10	20.0%	-2.42	20.0%	-2.42	20.0%	-12.10	20.0%	3...hohes Risikopotential
12	Financial-Close-Risiko	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	-4.54	Akquisitionskosten	100.0%	-4.54	100.0%	-4.54	3.0%	-0.14	3.0%	-0.14	3.0%	-4.54	3.0%	1...geringes Risikopotential
13	Finanzierungsrisiko (Bonitätsveränderung, Veränderung der Finanzierungsbedingungen)	0	1	1	1	1	12	12	11	11	15	15	-377.50	Fremdfinanzierungs- kosten	100.0%	-377.50	2.0%	-7.55	5.0%	-0.38	5.0%	-0.38	5.0%	-7.55	5.0%	3...hohes Risikopotential
14	Gegenseitrisiko (bei Absicherungsgeschäften)	0	1	1	1	0	4	4	4	4	4	4	-18.87	5% der Fremd- finanzierungskosten	50.0%	-9.44	5.0%	-0.47	2.0%	-0.01	2.0%	-0.01	2.0%	-0.47	2.0%	1...geringes Risikopotential
15	Inbetriebnahmrisiko	0	0	1	0	0	8	4	4	4	10	10	-42.68	Einnahmen des ersten Jahres ab Inbetriebn.	100.0%	-42.68	50.0%	-21.34	5.0%	-1.07	5.0%	-1.07	5.0%	-21.34	5.0%	3...hohes Risikopotential
16	Instandhaltungsrisiko	0	0	1	0	0	13	10	10	10	19	19	-66.90	Instandhaltungs- kosten	100.0%	-66.90	3.0%	-2.01	10.0%	-0.20	10.0%	-0.20	10.0%	-2.01	10.0%	2...erwartetes Risiko
17	Kompensationsrisiken (Mauterhöhung, Änderung der Abnahmemenge, u. ä. m.)	0	0	1	0	0	2	2	2	2	2	2	-2024.90	Einnahmen des Projektes	20.0%	-2024.90	5.0%	-20.25	5.0%	-1.01	5.0%	-1.01	5.0%	-20.25	5.0%	3...hohes Risikopotential



Tabelle 36: Risikoklassifizierung PPP-Bestandsprojekt B<sub>2</sub> (PPP-Strassenprojekt Indien) (Forts.)

Einzelrisiken	Risikokategorisierung nach PPP-Projektplasen		Risikokategorisierung nach PPP-Projektypen		quantitative Risikobewertung deterministisch ("Praktikermethode")							Risikoklassifizierung deterministisch ("Praktikermethode")										
	Akquisitions- und Planungsrisiken	Baurisiken	Betriebsrisiken	Erhaltungsrisiken	Rückgeberisiken	Verkehr	Energie	Abfall	Wasserversorgung	Wasserversorgung	soziale Infrastruktur	Bezugs-kosten [Mio. CHF]	Beschreibung [---]	Anteil des privaten PPP-Partners an den Bezugs-kosten [%]	Bezugs-kosten, privater PPP-Partner [Mio. CHF]	Tragweite für den privaten PPP-Partner $T_i$ [Mio. CHF]	Eintritts-scheinlich-keit $P_i$ [%]	Risiko-kosten, privater PPP-Partner $R_i$ [Mio. CHF]	Tragweite für privaten PPP-Partner $T_i$ [Mio. CHF]	Eintritts-scheinlich-keit $P_i$ [%]	Risikoklassen	
Nr.																						
35	Risiko in Folge mangelnder Verfügbarkeit geeigneter Materialressourcen	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	-836.43	Bau-, Betriebs- und Erhaltungs-kosten	100.0%	-836.43	-16.73	2.0%	-0.33	-16.73	2.0%	2.0%	4...hohe Schadenshöhe
36	Risiko in Folge mangelnder Verfügbarkeit geeigneter Personalressourcen	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	-209.11	25% der Bau-, Betriebs- und Erhaltungs-k.	100.0%	-209.11	-10.46	5.0%	-0.52	-10.46	5.0%	5.0%	3...hohes Risikopotential
37	Risiko in Folge technischer Überalterung	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	-574.99	Betriebs- und Erhaltungs-kosten	100.0%	-574.99	0.00	0.0%	0.00	0.00	0.0%	0.0%	1...geringes Risikopotential
38	Risiko von Maluszahlungen wegen Schlechtleistung	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	-332.94	Betriebskosten	100.0%	-332.94	-6.66	5.0%	-0.33	-6.66	5.0%	5.0%	3...hohes Risikopotential
39	Schadensersatzrisiko	0	1	1	1	0	2	2	2	2	2	-836.43	Bau-, Betriebs- und Erhaltungs-kosten	50.0%	-418.21	-4.18	3.0%	-0.13	-4.18	3.0%	3.0%	1...geringes Risikopotential
40	Schnittstellenrisiko	1	1	1	1	0	3	3	3	3	3	-43.42	SPV-Kosten	100.0%	-43.42	-1.30	30.0%	-0.39	-1.30	30.0%	30.0%	2...erwartetes Risiko
41	Substanzrisiko des Bestandes	0	1	0	1	0	5	5	5	5	12	-503.49	Bau- und Erhaltungs-kosten	100.0%	-503.49	-25.17	10.0%	-2.52	-25.17	10.0%	10.0%	3...hohes Risikopotential
42	Syndizierungsrisiko	0	1	1	0	0	1	1	1	1	2	-377.50	Fremdfinanzierungs-kosten	100.0%	-377.50	1.0%	1.0%	-0.04	-3.77	1.0%	1.0%	1...geringes Risikopotential
43	Terminrisiko	1	1	1	1	1	13	12	12	12	17	-862.37	Planungs-, Bau-, Betriebs- + Erhaltungs-k.	100.0%	-862.37	5.0%	10.0%	-4.31	-43.12	10.0%	10.0%	3...hohes Risikopotential
44	Umgebungsrisiko (Zugänglichkeit des Gabeltes, etc.)	0	1	1	1	0	7	6	6	6	6	-836.43	Bau-, Betriebs- und Erhaltungs-kosten	100.0%	-836.43	0.5%	1.0%	-0.04	-4.18	1.0%	1.0%	1...geringes Risikopotential
45	Versicherungsrisiko	0	1	1	1	0	5	5	5	5	5	-836.43	Bau-, Betriebs- und Erhaltungs-kosten	100.0%	-836.43	0.5%	1.0%	-0.04	-4.18	1.0%	1.0%	1...geringes Risikopotential
46	Währungsrisiko/Wechselkursrisiko	0	1	1	1	1	6	6	6	6	13	-2024.90	Einnahmen des Projektes	100.0%	-2024.90	3.0%	30.0%	-18.22	-60.75	30.0%	30.0%	3...hohes Risikopotential
47	Wettbewerbsrisiko (Erhalt des Zuschlags)	1	0	0	0	0	10	10	7	7	11	-4.54	Akquisitionskosten	100.0%	-4.54	100.0%	50.0%	-2.27	-4.54	50.0%	50.0%	2...erwartetes Risiko











**Tabelle 38:** Erfolgsrechnung und Rentabilitätsrechnung (ROI) PPP-Bestandsprojekt B<sub>2</sub> (PPP-Strassenprojekt Indien)

**Erfolgsrechnung (GuV) und Rentabilität**

[Mio. CHF]	Jahr der Konzession Jahr (kalendarisch)	Bau					Betrieb			
		1 2010	2 2011	3 2012	4 2013	5 2014	6 2015	7 2016	25 2034	26 2035
<b>1A Erfolgsrechnung (OHNE Risikokosten)</b>										
	<b>SUMME</b>									
Erträge aus der Geschäftstätigkeit	2'024.90	0.00	8.35	30.61	33.56	37.75	42.68	45.66	154.34	165.14
<b>Aufwand in Folge der Geschäftstätigkeit</b>										
Aufwand für Planung und Akquise sowie Bau	-287.39	0.00	-35.30	-91.23	-110.82	-50.03	0.00	0.00	0.00	0.00
Aufwand für Betrieb	-332.94	0.00	-2.83	-6.62	-7.02	-7.44	-7.89	-8.36	-23.86	-18.97
Aufwand für Erhaltung	-242.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-17.21	0.00	0.00
<b>EBITDA</b>	<b>1'162.53</b>	<b>0.00</b>	<b>-29.78</b>	<b>-67.25</b>	<b>-84.28</b>	<b>-19.72</b>	<b>34.79</b>	<b>20.10</b>	<b>130.48</b>	<b>146.17</b>
Abschreibungen	-287.39	0.00	0.00	0.00	0.00	-28.74	-25.86	-23.28	-3.49	-31.45
<b>EBIT</b>	<b>875.14</b>	<b>0.00</b>	<b>-29.78</b>	<b>-67.25</b>	<b>-84.28</b>	<b>-48.46</b>	<b>8.93</b>	<b>-3.18</b>	<b>126.98</b>	<b>114.73</b>
Zinsen Gesellschafterdarlehen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinsen Bauzwischenfinanzierung	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinsen Fremdkapital	-201.34	0.00	0.00	0.00	0.00	-17.29	-20.01	-19.99	0.00	0.00
<b>EBT (OHNE Risikokosten)</b>	<b>673.80</b>	<b>0.00</b>	<b>-29.78</b>	<b>-67.25</b>	<b>-84.28</b>	<b>-65.75</b>	<b>-11.08</b>	<b>-23.17</b>	<b>126.98</b>	<b>114.73</b>
<b>1B Rentabilität (OHNE Risikokosten)</b>										
	<b>SUMME</b>									
Dividenden	951.37	0.00	0.03	6.45	0.52	9.00	11.16	11.32	130.48	65.71
Zinsen aus Gesellschafterd./Bauzwischenf.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Investitionsvolumen Bauunternehmen/SGE-PPP	0.00	0.00	29.82	80.47	80.47	80.47	80.47	80.47	80.47	80.47
<b>ROI (Bauunternehmenssicht - OHNE Risikokosten)</b>		<b>---</b>	<b>0.1%</b>	<b>8.0%</b>	<b>0.6%</b>	<b>11.2%</b>	<b>13.9%</b>	<b>14.1%</b>	<b>162.2%</b>	<b>81.7%</b>
<b>2A Erfolgsrechnung (MIT Risikokosten)</b>										
	<b>SUMME</b>									
Erträge aus der Geschäftstätigkeit	2'024.90	0.00	8.35	30.61	33.56	37.75	42.68	45.66	154.34	165.14
<b>Aufwand in Folge der Geschäftstätigkeit</b>										
Aufwand für Planung und Akquise sowie Bau	-287.39	0.00	-35.30	-91.23	-110.82	-50.03	0.00	0.00	0.00	0.00
Aufwand für Betrieb	-332.94	0.00	-2.83	-6.62	-7.02	-7.44	-7.89	-8.36	-23.86	-18.97
Aufwand für Erhaltung	-242.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-17.21	0.00	0.00
Risikokosten (1. Simulation)	-187.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.46	-0.80	-22.58	-25.42
<b>EBITDA</b>	<b>974.72</b>	<b>0.00</b>	<b>-29.78</b>	<b>-67.25</b>	<b>-84.28</b>	<b>-19.72</b>	<b>34.33</b>	<b>19.30</b>	<b>107.90</b>	<b>120.76</b>
Abschreibungen	-287.39	0.00	0.00	0.00	0.00	-28.74	-25.86	-23.28	-3.49	-31.45
<b>EBIT</b>	<b>687.33</b>	<b>0.00</b>	<b>-29.78</b>	<b>-67.25</b>	<b>-84.28</b>	<b>-48.46</b>	<b>8.46</b>	<b>-3.98</b>	<b>104.41</b>	<b>89.31</b>
Zinsen Gesellschafterdarlehen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinsen Bauzwischenfinanzierung	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinsen Fremdkapital	-201.34	0.00	0.00	0.00	0.00	-17.29	-20.01	-19.99	0.00	0.00
<b>EBT (MIT Risikokosten)</b>	<b>485.99</b>	<b>0.00</b>	<b>-29.78</b>	<b>-67.25</b>	<b>-84.28</b>	<b>-65.75</b>	<b>-11.55</b>	<b>-23.97</b>	<b>104.41</b>	<b>89.31</b>
<b>2B Rentabilität (MIT Risikokosten)</b>										
	<b>SUMME</b>									
Dividenden (1. Simulation)	763.56	0.00	0.03	6.45	0.52	9.00	10.70	10.51	107.90	40.29
Zinsen aus Gesellschafterd./Bauzwischenf.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Investition der ind., strat. Investoren (Bauunternehmen)	0.00	0.00	29.82	80.47	80.47	80.47	80.47	80.47	80.47	80.47
<b>ROI (Bauunternehmenssicht - MIT Risikokosten)</b>		<b>0.0%</b>	<b>0.1%</b>	<b>8.0%</b>	<b>0.6%</b>	<b>11.2%</b>	<b>13.3%</b>	<b>13.1%</b>	<b>134.1%</b>	<b>50.1%</b>
<b>Dichtefunktion des ROIs (normalverteilt)</b>										
Erwartungswert des ROI (Bauunternehmenssicht - MIT Risikokosten)		0.000%	0.111%	8.010%	0.650%	11.186%	12.030%	10.860%	118.290%	41.660%
Standardabweichung des ROI		0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	3.659%	4.209%	40.688%	33.383%

# Anhang G – Analyse des IST-PPP-Portfolios (Bsp.)

Tabelle 39: Zusammenfassung Analyseergebnisse PPP-Bestandsprojekte B<sub>i</sub>

Zusammenfassung der Projektdaten		Jahr (kalendertisch)															
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2045	2046
<b>PPP-Krankenhausprojekt, Deutschland (PPP-Bestandsprojekt 1)</b>																	
Investitionsvolumen PPP-Krankenhausprojekt, Deutschland (PPP-Bestandsprojekt 1)																	
	Investition der ind., strat. Investoren (Bauunternehmen)	10,04	32,18	46,41	56,65	54,63	50,92	46,68	42,20	37,90	34,76	32,86	30,82	28,63	26,28	0,00	0,00
	Beteiligung	100,0%															
<b>Risiko</b>	Erwartungswert der Gesamtrisikokosten	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,92	-0,53	-1,09	-2,59	-1,53	-1,30	0,00	0,00
	Beteiligung	100,0%															
<b>Rendite</b>	ROI (Bauunternehmenssicht - MT Risikokosten)	2,54%	1,93%	7,84%	14,43%	16,81%	12,53%	14,20%	15,50%	17,00%	19,61%	19,13%	22,56%	33,13%	64,81%	0,00%	0,00%
	Erwartungswert des ROI (Bauunternehmenssicht - MT Risikokosten)	2,54%	1,93%	7,84%	14,43%	16,81%	12,53%	14,20%	15,50%	15,86%	17,79%	15,83%	14,76%	27,28%	59,56%	0,00%	0,00%
	Standardabweichung des ROI	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,54%	3,08%	3,17%	5,37%	5,11%	6,70%	0,00%	0,00%
<b>PPP-Strassenprojekt, Indien (PPP-Bestandsprojekt 2)</b>																	
Investitionsvolumen PPP-Strassenprojekt, Indien (PPP-Bestandsprojekt 2)																	
	Investition der ind., strat. Investoren (Bauunternehmen)	0,00	0,00	0,00	0,00	29,82	80,47	80,47	80,47	80,47	80,47	80,47	80,47	80,47	80,47	80,47	0,00
	Beteiligung	45,0%															
<b>Risiko</b>	Erwartungswert der Gesamtrisikokosten	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-4,81	-4,93	-5,21	-6,01	-7,06	-8,11	0,00	0,00
	Beteiligung	45,0%															
<b>Rendite</b>	ROI (Bauunternehmenssicht - MT Risikokosten)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,11%	8,01%	0,65%	11,19%	13,30%	13,07%	6,48%	7,81%	7,36%	6,89%	0,00%	0,00%
	Erwartungswert des ROI (Bauunternehmenssicht - MT Risikokosten)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,11%	8,01%	0,65%	11,19%	12,03%	10,86%	4,96%	5,79%	5,18%	4,46%	0,00%	0,00%
	Standardabweichung des ROI	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,66%	4,21%	3,83%	4,68%	5,02%	5,16%	0,00%	0,00%
<b>PPP-Eisenbahnprojekt, UK (PPP-Bestandsprojekt 3)</b>																	
Investitionsvolumen PPP-Eisenbahnprojekt, UK (PPP-Bestandsprojekt 3)																	
	Investition der ind., strat. Investoren (Bauunternehmen)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,60	40,60	40,60	40,60	40,60	40,60	40,60	8,98
	Beteiligung	100,0%															
<b>Risiko</b>	Erwartungswert der Gesamtrisikokosten	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,38	-8,91	-19,69	-42,18	-5,74	-1,33	-13,03	-9,69
	Beteiligung	100,0%															
<b>Rendite</b>	ROI (Bauunternehmenssicht - MT Risikokosten)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,71%	3,27%	3,38%	2,54%	0,00%	16,75%	574,14%	1039,69%
	Erwartungswert des ROI (Bauunternehmenssicht - MT Risikokosten)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,03%	3,31%	3,39%	2,54%	0,01%	16,79%	4,22	9,30
	Standardabweichung des ROI	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,77%	0,38%	0,28%	0,23%	0,38%	0,70%	82,43%	76,16%

Tabelle 40: Auswertung der Analyseergebnisse des IST-PPP-Portfolios

Auswertung IST-PPP-Portfolio		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2045	2046
<b>Anteile der einzelnen PPP-Bestandsprojekte am IST-PPP-Portfolio</b>																	
Investitionsvolumen (anteilig)	100,0%	10,04	32,18	46,41	56,65	54,63	50,92	46,68	42,20	37,90	34,76	32,86	30,82	28,63	26,28	0,00	0,00
Anteil des PPP-Bestandsprojekt 1 (B1) am Gesamtportfolio	100,0%	100,00%	100,00%	100,00%	80,28%	58,44%	56,32%	50,18%	43,06%	40,02%	31,16%	29,96%	28,63%	27,15%	25,50%	0,00%	0,00%
Investitionsvolumen (anteilig)	45,0%	0,00	0,00	0,00	13,42	36,21	36,21	36,21	36,21	36,21	36,21	36,21	36,21	36,21	36,21	0,00	0,00
Anteil des PPP-Bestandsprojekt 2 (B2) am Gesamtportfolio	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	19,72%	41,56%	43,68%	43,06%	43,06%	38,23%	32,45%	33,02%	33,64%	34,34%	35,12%	0,00%	0,00%
Investitionsvolumen (anteilig)	100,0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,69	20,60	40,60	40,60	40,60	40,60	40,60	8,98	8,98
Anteil des PPP-Bestandsprojekt 3 (B3) am Gesamtportfolio	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	6,77%	21,75%	36,39%	37,02%	37,72%	38,51%	39,36%	100,00%	100,00%
Gesamtes Investitionsvolumen des Bauunternehmens	10,04	32,18	46,41	56,65	68,05	87,13	82,89	84,10	94,71	111,57	109,67	107,63	105,44	103,09	8,98	8,98	
<b>Rendite des IST-PPP-Portfolios</b>																	
ROI PPP-Bestandsprojekt 1 (B1) (1. Simulation)	2,54%	1,93%	7,84%	14,43%	16,81%	12,53%	14,20%	15,50%	17,00%	19,61%	19,13%	22,56%	33,13%	64,81%	0,00%	0,00%	0,00%
EW des ROI PPP-Bestandsprojekt 1 (B1)	2,54%	1,93%	7,84%	14,43%	16,81%	12,53%	14,20%	15,50%	15,86%	17,79%	15,83%	14,76%	27,28%	59,56%	0,00%	0,00%	0,00%
Anteil des ROI PPP-Bestandsprojekt 1 (B1) am Gesamtportfolio	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	80,28%	58,44%	56,32%	50,18%	43,06%	40,02%	31,16%	29,96%	28,63%	27,15%	25,50%	0,00%	0,00%
ROI PPP-Bestandsprojekt 2 (B2) (1. Simulation)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,11%	8,01%	6,65%	11,19%	13,30%	13,07%	13,07%	6,48%	7,81%	6,89%	0,00%	0,00%	0,00%
EW des ROI - PPP-Bestandsprojekt 2 (B2)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,11%	8,01%	6,65%	11,19%	12,03%	10,66%	4,96%	5,79%	5,18%	4,46%	0,00%	0,00%	0,00%
Anteil des ROI - PPP-Bestandsprojekt 2 (B2) am Gesamtportfolio	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	19,72%	41,56%	43,68%	43,06%	38,23%	32,45%	33,02%	33,64%	34,34%	35,12%	0,00%	0,00%	0,00%
ROI PPP-Bestandsprojekt 3 (B3) (1. Simulation)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	15,73%	2,71%	3,27%	3,86%	2,94%	0,00%	16,75%	574,14%	1039,69%
EW des ROI - PPP-Bestandsprojekt 3 (B3)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	15,73%	2,71%	3,27%	3,86%	2,94%	0,00%	16,75%	574,14%	1039,69%
Anteil des ROI - PPP-Bestandsprojekt 3 (B3) am Gesamtportfolio	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	6,77%	21,75%	36,39%	37,02%	37,72%	38,51%	39,36%	100,00%	100,00%
EW des ROI des IST-PPP-Portfolios	2,54%	1,93%	7,84%	14,43%	13,51%	10,65%	8,28%	13,66%	11,60%	10,27%	7,64%	7,13%	9,19%	23,36%	421,85%	930,18%	
ROI des IST-PPP-Portfolios (1. Simulation)	10,15%	1,93%	7,84%	14,43%	13,51%	10,65%	8,28%	13,66%	12,48%	11,54%	9,12%	10,04%	11,52%	25,54%	574,14%	1039,69%	
<b>Berechnung der Korrelation</b>																	
EW Risikokosten PPP-Bestandsprojekt 1 (B1) - Anteil Bauuntern.	100,0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,92	-0,53	-1,09	-2,59	-1,53	-1,30	0,00	0,00
EW Risikokosten PPP-Bestandsprojekt 2 (B2) - Anteil Bauuntern.	45,0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-2,16	-2,22	-2,34	-2,70	-3,18	-3,65	0,00	0,00
EW Risikokosten PPP-Bestandsprojekt 3 (B3) - Anteil Bauuntern.	100,0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,38	-8,91	-19,69	-42,18	-5,74	-13,03	-9,69	
EW der Gesamtrisikokosten des Bauunternehmens (SUMME)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-4,46	-11,65	-23,13	-47,47	-10,45	-6,28	-13,03	-9,69
Korrelationskoeffizienten c11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Korrelationskoeffizienten c12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,05	-0,05	-0,05	-0,04	0,00	0,01	0,00	0,00
Korrelationskoeffizienten c22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Korrelationskoeffizienten c13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	0,04	0,01	-0,66	-0,66	0,00	0,00
Korrelationskoeffizienten c23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,29	-0,32	-0,32	-0,30	-0,42	-0,43	0,00	0,00
Korrelationskoeffizienten c33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>Risiko des IST-PPP-Portfolios</b>																	
Standardabweichung des ROI PPP-Bestandsprojekt 1 (B1)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,54%	3,08%	3,17%	5,37%	5,11%	6,70%	0,00%	0,00%
Anteil des ROI PPP-Bestandsprojekt 1 (B1) am Gesamtportfolio	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	80,28%	58,44%	56,32%	50,18%	43,06%	40,02%	31,16%	29,96%	28,63%	27,15%	25,50%	0,00%	0,00%
Standardabweichung des ROI - PPP-Bestandsprojekt 2 (B2)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,66%	4,21%	3,83%	4,69%	5,02%	5,16%	0,00%	0,00%
Anteil des ROI - PPP-Bestandsprojekt 2 (B2) am Gesamtportfolio	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	19,72%	41,56%	43,68%	43,06%	38,23%	32,45%	33,02%	33,64%	34,34%	35,12%	0,00%	0,00%	0,00%
Standardabweichung des ROI - PPP-Bestandsprojekt 3 (B3)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,77%	0,36%	0,26%	0,23%	0,39%	0,70%	82,43%	76,16%	
Anteil des ROI - PPP-Bestandsprojekt 3 (B3) am Gesamtportfolio	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	6,77%	21,75%	36,39%	37,02%	37,72%	38,51%	39,36%	100,00%	100,00%
Korrelationskoeffizienten c11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Korrelationskoeffizienten c12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,05	-0,05	-0,05	-0,04	0,00	0,01	0,00	0,00
Korrelationskoeffizienten c22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Korrelationskoeffizienten c13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	0,04	0,01	-0,66	-0,66	0,00	0,00
Korrelationskoeffizienten c23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,29	-0,32	-0,32	-0,30	-0,42	-0,43	0,00	0,00
Korrelationskoeffizienten c33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Varianz des ROI des IST-PPP-Portfolios	0,0023	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0003	0,0002	0,0005	2,17%	0,0006	0,6705	0,5800
Standardabweichung des ROI des IST-PPP-Portfolios	4,81%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,70%	1,64%	1,55%	2,17%	2,16%	2,41%	82,43%	76,16%

# Anhang H – Zukünftiges PPP-Portfolio ZP<sub>1</sub> (Bsp.)

Tabelle 41: Zusammenfassung Analyseergebnisse PPP-Bestandsprojekte B<sub>i</sub> + Z<sub>1</sub>

Zusammenfassung der Projektdaten		Jahr (kalendrisch)															
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2045	2046
<b>PPP-Krankenhausprojekt, Deutschland (PPP-Bestandsprojekt 1)</b>																	
<b>Investitionsvolumen PPP-Krankenhausprojekt, Deutschland (PPP-Bestandsprojekt 1)</b>																	
Investition der ind., strat. Investoren (Baunehmen)	Beteiligung	10,04	32,18	46,41	56,65	54,63	50,92	46,68	42,20	37,90	34,76	32,86	30,82	28,63	26,28	0,00	0,00
		100,0%															
<b>Risiko</b>																	
Erwartungswert der Gesamtrisikokosten	Beteiligung	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,92	-0,53	-1,09	-2,59	-1,53	-1,30	0,00	0,00
		100,0%															
<b>Rendite</b>																	
ROI (Baunternehmenssicht - MT Risikokosten)		2,54%	1,93%	7,84%	14,43%	16,81%	12,53%	14,20%	15,50%	17,00%	19,61%	19,13%	22,56%	33,13%	64,81%	0,00%	0,00%
Erwartungswert des ROI (Baunternehmenssicht - MT Risikokosten)		2,54%	1,93%	7,84%	14,43%	16,81%	12,53%	14,20%	15,50%	15,86%	17,79%	15,83%	14,76%	27,28%	59,56%	0,00%	0,00%
Standardabweichung des ROI		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,54%	3,06%	3,17%	5,37%	5,11%	6,70%	0,00%	0,00%
<b>PPP-Strassenprojekt, Indien (PPP-Bestandsprojekt 2)</b>																	
<b>Investitionsvolumen PPP-Strassenprojekt, Indien (PPP-Bestandsprojekt 2)</b>																	
Investition der ind., strat. Investoren (Baunehmen)	Beteiligung	0,00	0,00	0,00	0,00	29,82	80,47	80,47	80,47	80,47	80,47	80,47	80,47	80,47	80,47	0,00	0,00
		45,0%															
<b>Risiko</b>																	
Erwartungswert der Gesamtrisikokosten	Beteiligung	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-4,81	-4,93	-5,21	-6,01	-7,06	-8,11	0,00	0,00
		45,0%															
<b>Rendite</b>																	
ROI (Baunternehmenssicht - MT Risikokosten)		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,11%	8,01%	0,65%	11,19%	13,30%	13,07%	6,48%	7,81%	7,96%	6,89%	0,00%	0,00%
Erwartungswert des ROI (Baunternehmenssicht - MT Risikokosten)		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,11%	8,01%	0,65%	11,19%	12,03%	10,86%	4,96%	5,79%	5,18%	4,46%	0,00%	0,00%
Standardabweichung des ROI		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,66%	4,21%	3,83%	4,68%	5,02%	5,16%	0,00%	0,00%
<b>PPP-Eisenbahnprojekt, UK (PPP-Bestandsprojekt 3)</b>																	
<b>Investitionsvolumen PPP-Eisenbahnprojekt, UK (PPP-Bestandsprojekt 3)</b>																	
Investition der ind., strat. Investoren (Baunehmen)	Beteiligung	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,69	20,60	40,60	40,60	40,60	40,60	40,60	8,98	8,98
		100,0%															
<b>Risiko</b>																	
Erwartungswert der Gesamtrisikokosten	Beteiligung	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,38	-8,91	-19,69	-42,18	-5,74	-1,33	-13,03	-9,69
		100,0%															
<b>Rendite</b>																	
ROI (Baunternehmenssicht - MT Risikokosten)		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	15,73%	2,71%	3,27%	3,38%	2,54%	0,00%	16,75%	574,14%	1038,69%
Erwartungswert des ROI (Baunternehmenssicht - MT Risikokosten)		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	15,73%	3,03%	3,31%	3,39%	2,54%	0,01%	16,79%	4,22	9,30
Standardabweichung des ROI		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,77%	0,36%	0,28%	0,23%	0,39%	0,70%	82,43%	76,16%
<b>PPP-Krankenhaus und Verwaltungsgebäude, Schweiz (pot. Zielprojekt 1)</b>																	
<b>Investitionsvolumen PPP-Krankenhaus und Verwaltungsgebäude, Schweiz (pot. Zielprojekt 1)</b>																	
Investition der ind., strat. Investoren (Baunehmen)	Beteiligung	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,05	42,33	0,00
		100,0%															
<b>Risiko</b>																	
Erwartungswert der Gesamtrisikokosten	Beteiligung	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,29	-10,72	0,00
		100,0%															
<b>Rendite</b>																	
ROI (Baunternehmenssicht - MT Risikokosten)		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,86%	0,00%	0,00%
Erwartungswert des ROI (Baunternehmenssicht - MT Risikokosten)		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,74%	1,88%	0,00%
Standardabweichung des ROI		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,15%	0,18%	0,00%







# Anhang I – Zukünftiges PPP-Portfolio ZP<sub>2</sub> (Bsp.)

Tabelle 43: Zusammenfassung Analyseergebnisse PPP-Bestandsprojekte B<sub>i</sub> + Z<sub>2</sub>

Zusammenfassung der Projektdaten		Jahr (kalendrisch)																
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2045	2046	
<b>PPP-Krankenhausproj. Deutschland (PPP-Bestandsprojekt 1)</b>																		
<b>Investitionsvolumen PPP-Krankenhausproj. Deutschland (PPP-Bestandsprojekt 1)</b>																		
Investition der ind., strat. Investoren (Bauunternehmen)	Beteiligung	10,04	32,18	46,41	56,65	54,63	50,92	46,68	42,20	37,90	34,76	32,86	30,82	28,63	26,28	0,00	0,00	
Risiko		100,0%																
<b>Erwartungswert der Gesamtrisikokosten</b>																		
Beteiligung		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,92	-0,53	-1,09	-2,59	-1,53	-1,30	0,00	0,00	
Rendite																		
ROI (Bauunternehmenssicht - MIT Risikokosten)		2,54%	1,93%	7,84%	14,43%	16,81%	12,53%	14,20%	15,50%	17,00%	19,61%	19,13%	22,56%	33,13%	64,81%	0,00%	0,00%	
Erwartungswert des ROI (Bauunternehmenssicht - MIT Risikokosten)		2,54%	1,93%	7,84%	14,43%	16,81%	12,53%	14,20%	15,50%	15,86%	17,79%	15,83%	14,76%	27,28%	59,56%	0,00%	0,00%	
Standardabweichung des ROI		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,54%	3,08%	3,17%	5,37%	5,11%	6,70%	0,00%	0,00%	
<b>PPP-Strassenproj. Indien (PPP-Bestandsprojekt 2)</b>																		
<b>Investitionsvolumen PPP-Strassenproj. Indien (PPP-Bestandsprojekt 2)</b>																		
Investition der ind., strat. Investoren (Bauunternehmen)	Beteiligung	0,00	0,00	0,00	0,00	29,82	80,47	80,47	80,47	80,47	80,47	80,47	80,47	80,47	80,47	80,47	0,00	0,00
Risiko						45,0%												
<b>Erwartungswert der Gesamtrisikokosten</b>																		
Beteiligung		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-4,81	-4,93	-5,21	-6,01	-7,06	-8,11	0,00	0,00	
Rendite																		
ROI (Bauunternehmenssicht - MIT Risikokosten)		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,11%	8,01%	8,65%	11,19%	13,30%	13,07%	6,48%	7,81%	7,36%	6,89%	0,00%	0,00%	
Erwartungswert des ROI (Bauunternehmenssicht - MIT Risikokosten)		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,11%	8,01%	8,65%	11,19%	12,03%	10,86%	4,96%	5,79%	5,18%	4,46%	0,00%	0,00%	
Standardabweichung des ROI		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,66%	4,21%	3,83%	4,68%	5,02%	5,16%	0,00%	0,00%	
<b>PPP-Eisenbahnproj. UK (PPP-Bestandsprojekt 3)</b>																		
<b>Investitionsvolumen PPP-Eisenbahnproj. UK (PPP-Bestandsprojekt 3)</b>																		
Investition der ind., strat. Investoren (Bauunternehmen)	Beteiligung	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,69	20,60	40,60	40,60	40,60	40,60	40,60	8,98	8,98
Risiko																		
<b>Erwartungswert der Gesamtrisikokosten</b>																		
Beteiligung		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,38	-8,91	-19,69	-42,18	-5,74	-1,33	-13,03	-9,69	-9,69
Rendite																		
ROI (Bauunternehmenssicht - MIT Risikokosten)		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,71%	3,27%	3,38%	2,54%	0,00%	16,75%	574,14%	1039,69%	1039,69%
Erwartungswert des ROI (Bauunternehmenssicht - MIT Risikokosten)		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,03%	3,31%	3,38%	2,54%	0,01%	16,79%	4,22	9,30	9,30
Standardabweichung des ROI		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,77%	0,38%	0,28%	0,23%	0,39%	0,70%	82,43%	76,16%	76,16%
<b>PPP-Strassenproj. USA (pot. Zielprojekt 2)</b>																		
<b>Investitionsvolumen PPP-Strassenproj. (pot. Zielprojekt 2)</b>																		
Investitionsvolumen Bauunternehmen/SGE-PPP	Beteiligung	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,87	0,00	0,00
Risiko																		
<b>Erwartungswert der Gesamtrisikokosten</b>																		
Beteiligung		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-7,96	0,00	0,00
Rendite																		
ROI (Bauunternehmenssicht - MIT Risikokosten)		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	17,15%	0,00%	0,00%
Erwartungswert des ROI (Bauunternehmenssicht - MIT Risikokosten)		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	15,66%	0,00%	0,00%
Standardabweichung des ROI		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	8,63%	0,00%	0,00%







## Literaturverzeichnis

**ABBASIANJAHROMI, H. R. UND RAJAIE, H. (CBR and MODM in Project Portfolio Selection 2013):**

Application of Fuzzy CBR and MODM Approaches in the Project Portfolio Selection in Construction Companies. Iranian Journal of Science and Technology-Transactions of Civil Engineering 37, Nr. C1, 2013, S. 143-155.

**AKINTOYE, A. (Framework for Risk Assessment 2001):**

Framework for Risk Assessment and Management of Private Finance Initiative Projects. Glasgow Caledonian University, Glasgow, 2001.

**AKINTOYE, A. (Public-Private Partnerships 2003):**

Public-Private Partnerships - Managing Risks and Opportunities. Blackwell Science, Oxford, 2003.

**ALFEN, H. W., RIEMANN, A., LEIDEL, K., FISCHER, K., DAUBE, D., FRANK-JUNGBECKER, A., GLEISSNER, W. UND WOLFRUM, M. (Lebenszyklusorientiertes Risikomanagement 2010):**

Lebenszyklusorientiertes Risikomanagement für PPP-Projekte im öffentlichen Hochbau - Abschlussbericht zum Forschungsprojekt. Bauhaus-Universität Weimar, Weimar, 2010.

**ALLEN & OVERY LLP (Global Guide to PPP 2010):**

Global Guide to Public-Private Partnerships. Allen & Overy LLP, London, 2010.

**AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS (Journal of Infrastructure Systems 2014):**

Journal of Infrastructure Systems - Aims & Scope.  
<http://ascelibrary.org/page/jitse4/editorialboard>, 21.07.2014.

**ARCHER, N. P. UND GHASEMZADEH, F. (DSS for Project Portfolio Selection 1998):**

A Decision Support System for Project Portfolio Selection. International Journal of Technology Management 16, Nr. 1-3, 1998, S. 105-114.

**ARCHER, N. P. UND GHASEMZADEH, F. (Framework for Portfolio Selection 1999):**

An Integrated Framework for Project Portfolio Selection. International Journal of Project Management 17, Nr. 4, 1999, S. 207-216.

**ASHBY, W. R. (Cybernetics 1971):**

An Introduction to Cybernetics. Chapman & Hall, London, 1971.

**AUCKENTHALER, C. (Grundlagen Portfoliomanagement 2001):**

Mathematische Grundlagen des modernen Portfolio-Managements. Haupt, Bern, 2001.

**BAHÇEÇI, S. UND WEISDORF, M. (Characteristics of Infrastructure 2014):**

The Investment Characteristics of OECD Infrastructure: A Cash-Flow Analysis. Rotman International Journal of Pension Management 7, Nr. 1-Spring 2014, 2014, S. 32–39.

**BAKHSI, P. UND TOURAN, A. (Cost Correlation among Construction Projects 2012):**

A Method for Calculating Cost Correlation among Construction Projects in a Portfolio. International Journal of Architecture, Engineering and Construction 1, Nr. 3, September 2012, 2012, S. 134-1741.

**BALDEGGER, R. J. (Management 2007):**

Management: Strategie-Struktur-Kultur. Growth Publisher Fribourg, Bern, New York, 2007.

**BAM PPP (About Us 2012):**

BAM PPP - About Us - Partnerships - BAM PGGM Joint Venture.  
<http://www.bamppp.com/about-us/partnerships>, 14.05.2014.

**BAM PPP (Burgdorf Prison 2012):**

Burgdorf Prison. <http://www.bamppp.com/projects/burgdorf-prison>, 02.04.2014.

**BANA E COSTA, C. A., DE CORTE, J.-M. UND VANSNICK, J.-C. (Mathematical Foundations of MACBETH 2005):**

On the Mathematical Foundations of MACBETH. In: Figueira, J., Greco, S. und Ehrgott, M. (Hrsg.): Multiple Criteria Decision Analysis - State of the Art Surveys. Springer, Boston MA, 2005.

**BAUKOSTENINFORMATIONSZENTRUM DEUTSCHER ARCHITEKTENKAMMERN GMBH (Statistische Kostenkennwerte 2015):**

Statistische Kostenkennwerte. <http://www.baukosten.de/neubau-2015.html>, 27.08.2015.

**BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM DES INNERN (PPP Betreibermodell A8 - ohne Jahresangabe):**

Pilotprojekt Betreibermodell - Ausbau der Autobahn A8 Augsburg-München. München, - ohne Jahresangabe.

**BENZ, T. (Projektentwicklung von Fernstrassen durch Private 2000):**

Projektentwicklung von Fernstrassen durch Private unter besonderer Berücksichtigung von Ingenieurbauwerken - Ein Modell zur Optimierung der Wirtschaftlichkeit von Investitionen in privatfinanzierte und -betriebene Fernstrassen nach dem Fernstrassenbauprivatfinanzierungsgesetz (FStrPrivFinG). Bauwerk, Berlin, 2000.

**BERALDO, G. (Betreibermodell BAB A8 2013):**

Betreibermodell BAB A8 zwischen Ulm und Augsburg - Teil 2 - Projektabwicklung in der Akquisitionsphase. PANSUEVIA GmbH & Co. KG, Zürich, 2013.

**BERNER, F., HERMES, M. UND WEIGL, A. (Risikobewertung bei PPP 2014):**  
Risikobewertung bei PPP-Verträgen. Bauingenieur 89, Nr. 10, 2014, S. 416-420.

**BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT GMBH (Modul 2015):**  
Modul. Bibliographisches Institut GmbH, 2015.

**BILFINGER BERGER AG (Geschäftsbericht '05 2006):**  
Geschäftsbericht 2005. Offenbach, 2006.

**BILFINGER BERGER SE (Geschäftsbericht '10 2011):**  
Geschäftsbericht 2010. Offenbach, 2011.

**BILFINGER SE (Strategie 2014):**  
Strategie - Strategieprogramm "BEST" - Bilfinger Escalates Strength.  
<http://www.bilfinger.com/unternehmen/strategie/>, 05.02.2014.

**BLANCHARD, B. S. UND FABRYCKY, W. J. (Conceptual System Design 2011):**  
Conceptual System Design. In: Adey, B. T. (Hrsg.): Systems Engineering. Pearson Education Limited, Essex, 2011, S. 54-97.

**BLEICHER, K. (Das Konzept 1991):**  
Das Konzept - Integriertes Management. Campus, Frankfurt, 1991.

**BOL, G. (Deskriptive Statistik 2001):**  
Deskriptive Statistik - Lehr- und Arbeitsbuch. Oldenbourg, München, 2001.

**BOLL, P. (Investitionen in Public-Private-Partnership-Projekte 2007):**  
Investitionen in Public-Private-Partnership-Projekte im öffentlichen Hochbau unter besonderer Berücksichtigung der Risikoverteilung - Eine theoretische und empirische Untersuchung der Anforderung privater Investoren. R. Müller, Köln, 2007.

**BOLZ, U. (Public Private Partnership in der Schweiz 2005):**  
Public Private Partnership in der Schweiz Grundlagenstudie - Ergebnis einer gemeinsamen Initiative von Wirtschaft und Verwaltung. Schulthess, Zürich, 2005.

**BONAVENTURA STRAßENERRICHTUNGS-GMBH (Bonaventura 2013):**  
Bonaventura Straßenerrichtungs-GmbH.  
<http://www.a5nordautobahnsued.at/Unternehmen/Bonaventura-Errichtung>,  
02.04.2014.

**BOSCH, K. (Statistik 2012):**  
Statistik für Nichtstatistiker - Zufall und Wahrscheinlichkeit. Oldenbourg, München, 2012.

**BöSCH, L. (PPP Schweiz 2012):**  
PPP für Kläranlagen - Chancen eines neuen Konzepts für die Schweiz. Verein PPP Schweiz, Zürich, 2012.

**BOUSSABAIN, A. (Cost Planning of PFI/PPP Projects 2007):**

Cost Planning of PFI and PPP Building Projects. Taylor & Francis, New York, 2007.

**BOUSSABAIN, A. UND KIRKHAM, R. J. (Whole Life-Cycle Costing 2004):**

Whole Life-Cycle Costing - Risk and Risk Responses. Blackwell Publishing, Oxford, 2004.

**BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG  
(Investitionsrahmenplan 2012):**

Investitionsrahmenplan 2011-2015 für die Verkehrsinfrastruktur des Bundes (IRP). Berlin, 2012.

**BUSCH, T. A. (Risikomanagement-Prozessmodell 2005):**

Holistisches und probabilistisches Risikomanagement-Prozessmodell für projektorientierte Unternehmen der Bauwirtschaft. ETH Zürich, Zürich, 2005.

**BUSCH, T. A. UND GIRMSCHIED, G. (Concept of an Integral Quantitative Risk Management Model for Life-Cycle-Oriented Total Service Providers 2005):**

In: Hara, T. (Hrsg.): Collaboration and Harmonization in Creative Systems: Proceedings of 3rd International Structural Engineering and Construction Conference, London, 2005, S. 779-784.

**BUSINESS DICTIONARY (Real Estate Investing 2012):**

Real Estate Investing. <http://www.businessdictionary.com/definition/real-estate-investing.html>, 17.07.2012.

**CADEZ, I. UND STREUER, U. (Stochastische Risikoanalyse bei PPP 2006):**

Stochastische Risikoanalyse bei Public Private Partnership-Infrastrukturprojekten - Monte-Carlo-Simulation als Hilfsmittel zur Durchführung der Risikoanalyse für Sponsoren, Kreditgeber, Monoliner und Finanzberater. In: Kapellmann, K. D. und Vygen, K. (Hrsg.): Jahrbuch Baurecht, 2006, S. 287-324.

**COTTIN, C. UND DÖHLER, S. (Risikoanalyse 2013):**

Risikoanalyse - Modellierung, Beurteilung und Management von Risiken mit Praxisbeispielen. Springer, Wiesbaden, 2013.

**DICHTL, H. (Ganzheitliche Gestaltung von Investmentprozessen 2001):**

Ganzheitliche Gestaltung von Investmentprozessen - Integrierte Modellierung von Entscheidungsabläufen im Asset Management. Uhlenbruch, Bad Soden/Ts., 2001.

**DIEPOLD, D. UND DZIENZIOL, J. (Illiquide Assets in der Portfoliooptimierung 2009):**

Illiquide Assets in der Portfoliooptimierung. Zeitschrift für Betriebswirtschaft 79, Nr. 10, 2009, S. 1143-1173.

**DLA PIPER UND EUROPEAN PPP EXPERTISE CENTRE (EPEC) (PPP Report '09 2009):**

European PPP Report 2009. DLA Piper, London, 2009.



**DYER, J. S. (MAUT 2005):**

MAUT - Multiattribute Utility Theory. In: Figueira, J., Greco, S. und Ehrgott, M. (Hrsg.): Multiple Criteria Decision Analysis - State of the Art Surveys. Springer, Boston MA, 2005.

**EASTHAM, R. A. UND SKITMORE, M. (Contractor's Project Selection 1993):**

Construction Contractor's Project Selection: Decision Making within a Portfolio Framework. Proceedings International Seminar on Optimum Systems for Construction Management (ISOSCM '93), 1993.

**EHRENSPERGER, M. (Erfolgsvoraussetzungen von PPP 2007):**

Erfolgsvoraussetzungen von Public Private Partnership im öffentlichen Hochbau - Eine Zwischenbilanz für die Schweiz mit besonderer Berücksichtigung der Kantone. Haupt Verlag, Bern, 2007.

**EULER HERMES DEUTSCHLAND AG (Was machen wir? 2014):**

Was machen wir? <http://www.eulerhermes.de/was-wir-tun/Pages/default.aspx>, 03.03.2014.

**EUROPEAN COMMISSION (Strategy for the Construction Sector 2012):**

Strategy for the Sustainable Competitiveness of the Construction Sector and its Enterprises. Brüssel, 2012.

**FARID, F. (FaRM Pricing Model 1981):**

Fair and Reasonable Markup (FaRM) Pricing Model: A Present Value Approach to Pricing of Construction Projects. University of Illinois, Urbana, Illinois, 1981.

**FARID, F. UND BOYER, L. T. (FaRM Pricing Model 1985):**

Fair and Reasonable Markup (FaRM) Pricing Model. Journal of Construction Engineering and Management (ASCE) 111, Nr. 4, 1985, S. 374-390.

**FIGUEIRA, J., GRECO, S. UND EHRGOTT, M. (Multiple Criteria Decision Analysis 2005):**

Multiple Criteria Decision Analysis - State of the Art Surveys. Springer, Boston MA, 2005.

**FIRMENICH, J. (Risikoallokation und Risikotragfähigkeit PPP 2014):**

Rationale Risikoallokation und Sicherstellung der Risikotragfähigkeit für PPP-Projekte im Hochbau. Eigenverlag des IBI (ETH Zürich), Zürich, 2014.

**FITCH RATINGS (Fitch Rating Scale 2013):**

Definitions of Ratings and Other Forms of Opinion.

[https://www.fitchratings.com/web\\_content/ratings/fitch\\_ratings\\_definitions\\_and\\_scales.pdf](https://www.fitchratings.com/web_content/ratings/fitch_ratings_definitions_and_scales.pdf), 17.01.2014.

**FRIEDMAN, H. C. (Real Estate Investment and Portfolio Theory 1971):**

Real Estate Investment and Portfolio Theory. Journal of Financial and Quantitative Analysis 6, Nr. 2, 1971, S. 861-874.

**FROST, P. (Attraktive stabile Renditen 2014):**

Attraktive stabile Renditen - Institutionelle Investoren entdecken Infrastrukturanlagen. Neue Züricher Zeitung, Zürich, 2014.

**GABLER WIRTSCHAFTSLEXIKON (Austauschvertrag 2014):**

Austauschvertrag.

<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/austauschvertrag.html#definition>, 25.07.2014.

**GARZ, H., GÜNTHER, S. UND MARIABADI, C. (Portfolio-Management 2000):**

Portfolio-Management - Theorie und Anwendung. Bankakademie, Frankfurt am Main, 2000.

**GATDULA, D. L. (Nuclear Power Projects 2010):**

Nuclear Power Projects Eyed for PPP Inclusion.

<http://www.philstar.com/business/637752/nuclear-power-projects-eyed-ppp-inclusion>, 30.06.2014.

**GATES, M. UND SCARPA, A. (Portfolio Theory 1977):**

Portfolio Theory - Applications in Construction. Journal of the Construction Division-Asce 103, Nr. 4, 1977, S. 657-658.

**GEYER, H. UND SCHEMPF, T. (Beteiligungscontrolling und Finanzplanung 2000):**

Beteiligungscontrolling und Finanzplanung. Haute Akademie GmbH & Co. KG, Freiburg, 2000.

**GHASEMZADEH, F. UND ARCHER, N. P. (Project Portfolio Selection through Decision Support 2000):**

Project Portfolio Selection through Decision Support. Decision Support Systems 29, Nr. 1, 2000, S. 73-88.

**GHASEMZADEH, F., ARCHER, N. P. UND IYOGUN, P. (A Zero-One Model for Project Portfolio Selection and Scheduling 1999):**

A Zero-One Model for Project Portfolio Selection and Scheduling. Journal of the Operational Research Society 50, Nr. 7, 1999, S. 745-755.

**GHAZINOORY, S., ABDI, M. UND AZADEGAN-MEHR, M. (Swot Methodology 2011):**

Swot Methodology: A State-of-the-Art Review for the Past, a Framework for the Future. Journal of Business Economics and Management 12, Nr. 1, 2011, S. 24-48.

**GIRMSCHIED, G. (Systemanbieters Bau (SysBau) 2000):**

Wettbewerbsvorteile durch kundenorientierte Lösungen – Das Konzept des Systemanbieters Bau (SysBau). Bauingenieur 75, Nr. 1, 2000, S. 1-6.

**GIRMSCHIED, G. (Ganzheitliches Risikomanagement in Bauunternehmen 2001):**

Ganzheitliches Risikomanagement in Bauunternehmen. Bauingenieur 76, Nr. 6, 2001, S. 287-293.

**GIRMSCHIED, G. (Forschungsmethodik 2007):**

Forschungsmethodik in den Baubetriebswissenschaften. Eigenverlag des IBB an der ETH, Zürich, 2007.

**GIRMSCHIED, G. (Kostensteuerungsprozessmodell - Teil 1 2007):**

Holistisch kybernetisches Kostensteuerungsprozessmodell – Projektentwicklungsphase. Bauingenieur 82, Nr. 11, 2007, S. 495-503.

**GIRMSCHIED, G. (Kostensteuerungsprozessmodell - Teil 2 2007):**

Holistisch kybernetisches Kostensteuerungsprozessmodell – Vorplanungs- bis Ausführungsphase. Bauingenieur 82, Nr. 11, 2007, S. 504-511.

**GIRMSCHIED, G. (Risikomanagement-Prozess-Modell, Teil 1 2007):**

Risikomanagement-Prozess-Modell für Bauunternehmen – Risikobelastungsdimension. Bauingenieur 82, Nr. 2, 2007, S. 53-61.

**GIRMSCHIED, G. (Risikomanagement-Prozess-Modell, Teil 2 2007):**

Risikomanagement-Prozess-Modell für Bauunternehmen – Risikotragfähigkeits- und Risikoprozesssteuerungsdimension. Bauingenieur 82, Nr. 2, 2007, S. 62-70.

**GIRMSCHIED, G. (Risikochecklisten 2008):**

Risikochecklisten.

<http://www.ppp.ethz.ch/documents/publications/essay/risikochecklisten>, 18.10.2013.

**GIRMSCHIED, G. (RIA-Modell 2009):**

Risikoidentifikations- und Risikoallokationsmodell (RIA-Modell) – Der kritische Erfolgsfaktor für Public-Private-Partnership. Bauingenieur 84, Nr. 12, 2009, S. 505-512.

**GIRMSCHIED, G. (Angebots- und Ausführungsmanagement 2010):**

Angebots- und Ausführungsmanagement - Leitfaden für Bauunternehmen  
Erfolgsorientierte Unternehmensführung vom Angebot bis zur Ausführung. Springer, Berlin, 2010.

**GIRMSCHIED, G. (Projektentwicklung 2010):**

Projektentwicklung in der Bauwirtschaft - Wege zur Win-Win-Situation für Auftraggeber und Auftragnehmer. Springer, Berlin, 2010.

**GIRMSCHIED, G. (Bauunternehmensmanagement 2010):**

Strategisches Bauunternehmensmanagement - Prozessorientiertes integriertes Management für Unternehmen in der Bauwirtschaft. Springer, Heidelberg, 2010.

**GIRMSCHIED, G. (RA-Modell: Risikominimierung 2011):**

Risikoallokationsmodell (RA-Modell): Risikominimierung - Der kritische Erfolgsfaktor für Public Private Partnerships Teil 1. Bauingenieur 86, Nr. 3, 2011, S. 142-150.

**GIRMSCHIED, G. (RA-Modell: Risikotragfähigkeit 2011):**

Risikoallokationsmodell (RA-Modell): Risikotragfähigkeit - Der kritische Erfolgsfaktor für Public Private Partnerships Teil 3. Bauingenieur 86, Nr. 4, 2011, S. 186-195.

**GIRMSCHIED, G. (RA-Modell: Zeitliche Risikobelastung 2011):**  
Risikoallokationsmodell (RA-Modell): Zeitliche Risikobelastung - Der kritische Erfolgsfaktor für Public Private Partnerships Teil 2. Bauingenieur 86, Nr. 4, 2011, S. 175-185.

**GIRMSCHIED, G. (RA Model 2013):**  
Risk Allocation Model (RA Model) - The Critical Success Factor for Public-Private Partnerships. In: de Vries, P. und Yehoue, E. B. (Hrsg.): The Routledge Companion to Public-Private Partnerships. Routledge, Oxon, 2013, S. 249-300.

**GIRMSCHIED, G. (Bauunternehmensmanagement - Band 1 2014):**  
Bauunternehmensmanagement - prozessorientiert Band 1- Strategische Managementprozesse. Springer Vieweg, Berlin, 2014.

**GIRMSCHIED, G. (Projektentwicklung 2014):**  
Projektentwicklung in der Bauwirtschaft - prozessorientiert - Wege zur Win-Win-Situation für Auftraggeber und Auftragnehmer. Springer, Berlin, 2014.

**GIRMSCHIED, G. (Angebots- und Ausführungsmanagement 2015):**  
Angebots- und Ausführungsmanagement - prozessorientiert - Erfolgsorientierte Unternehmensführung. Springer, Berlin, Heidelberg, 2015.

**GIRMSCHIED, G. (Forschung Bauprozess-/Bauunternehmensmanagement 2015):**  
Forschung im Bereich Bauprozess- und Bauunternehmensmanagement - Lebenszyklus- und Forschungsansatz (SysBau®).  
[http://www.ibi.ethz.ch/bb/research/HP\\_Forschung\\_download.pdf](http://www.ibi.ethz.ch/bb/research/HP_Forschung_download.pdf), 13.01.2015.

**GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Risikomanagement in Bauunternehmen 2003):**  
Risikomanagement in Bauunternehmen - Projektrisikomanagement in der Angebotsphase. Bauingenieur 78, Nr. 12, 2003, S. 571-580.

**GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Unternehmensrisikomanagement 2008):**  
Unternehmensrisikomanagement in der Bauwirtschaft. Bauwerk, Berlin, 2008.

**GIRMSCHIED, G. UND BUSCH, T. A. (Projektrisikomanagement 2014):**  
Projektrisikomanagement in der Bauwirtschaft. Beuth, Berlin, 2014.

**GIRMSCHIED, G. UND DREYER, J. (PPP - Begriffliche Strukturierung 2006):**  
Public Private Partnership - Begriffliche Strukturierung und Modellbildung. Bauingenieur 81, Nr. 3, 2006, S. 99-109.

**GLEISSNER, W. UND MEIER, G. (Risiko-Management 2001):**  
Wertorientiertes Risiko-Management für Industrie und Handel - Methoden, Fallbeispiele, Checklisten. Gabler, Wiesbaden, 2001.

**GRABENWARTER, U. UND WEIDIG, T. (Exposed to the J-Curve 2005):**  
Exposed to the J-Curve: Understanding and Managing Private Equity Fund Investments. 2005, S. 181.

**GRIMMER, A. (Statistik 2014):**

Statistik im Versicherungs- und Finanzwesen eine anwendungsorientierte Einführung. Springer Gabler, Wiesbaden, 2014.

**GROB, H. L. (Einführung Investitionsrechnung 2006):**

Einführung in die Investitionsrechnung - Eine Fallstudiengeschichte. Vahlen, München, 2006.

**GÜRTLER, V. (Stochastische Risikobetrachtung bei PPP 2007):**

Stochastische Risikobetrachtung bei PPP-Projekten. Expert-Verlag, Renningen, 2007.

**HAN, S. H. UND DIEKMANN, J. E. (Risk-Based Go/No-Go Decision 2001):**

Approaches for Making Risk-Based Go/No-Go Decision for International Projects. Journal of Construction Engineering and Management (ASCE) 127, Nr. 4, 2001, S. 300-308.

**HAN, S. H., DIEKMANN, J. E., LEE, Y. UND OCK, J. H. (Multicriteria Financial Portfolio Risk Management 2004):**

Multicriteria Financial Portfolio Risk Management for International Projects. Journal of Construction Engineering and Management (ASCE) 130, Nr. 3, 2004, S. 346-356.

**HANDA, V. K. UND GEORGIADIS, I. F. (Construction Project Selection 1980):**

Construction Project Selection and Bernoulli Utility. Journal of the Construction Division (ASCE) 106, Nr. 3, 1980, S. 355-370.

**HANDELSBLATT (Ratingagenturen 2011):**

Die mächtigen Ratingagenturen im Überblick. Handelsblatt, 2011.

**HASELOFF, O. W. (Kybernetik 1967):**

Grundfragen der Kybernetik. Colloquium Verlag, Berlin, 1967.

**HEITKER, A. (Finanzinvestoren entdecken den ÖPP-Markt 2014):**

Finanzinvestoren entdecken den ÖPP-Markt. Herausbergemeinschaft Wertpapier-Mitteilungen, Keppler, Lehmann GmbH & Co. KG, Frankfurt/M., 2014.

**HINES, E. (Application of Portfolio Theory to Commercial Real Estate 2009):**

Application of Portfolio Theory to Commercial Real Estate. Baltimore, 2009.

**HM TREASURY (Standardisation of PF2 Contracts 2012):**

Standardisation of PF2 Contracts. London, 2012.

**HOCHTIEF AKTIENGESELLSCHAFT (Strategie - Der Zukunft entgegen 2014):**

Strategie - Der Zukunft entgegen. Mit Lösungen von HOCHTIEF.

<http://www.hochtief.de/hochtief/680.jhtml>, 05.02.2014.

**HOCHTIEF AKTIENGESELLSCHAFT (Strategy - Toward the future 2014):**

Strategy - Toward the future. With solutions from HOCHTIEF.

[http://www.hochtief.com/hochtief\\_en/680.jhtml](http://www.hochtief.com/hochtief_en/680.jhtml), 06.03.2014.

**HOESLI, M., LEKANDER, J. UND WITKIEWICZ, W. (Real Estate as Diversifier 2004):**

International Evidence on Real Estate as a Portfolio Diversifier. Journal of Real Estate Research 26, Nr. 2, 2004, S. 161-206.

**HOFMANN, A. (PPP-Verfahren aus Bietersicht 2008):**

PPP-Verfahren aus Bietersicht. In: Meyer-Hofmann, B., Riemenscheider, F. und Weihrauch, O. (Hrsg.): Public Private Partnership - Gestaltung von Leistungsbeschreibungen, Finanzierung, Ausschreibung und Verträgen in der Praxis. Carl Heymanns Verlag, Köln, 2008.

**HWANG, C.-L. UND YOON, K. (Multiple Attribute Decision Making 1981):**

Multiple Attribute Decision Making - Methods and Applications - A State-of-the-Art Survey. Springer, Berlin, 1981.

**INDERST, G. (Private Infrastructure Finance 2013):**

Private Infrastructure Finance and Investment in Europe. Luxembourg, 2013.

**INITIATIVGRUPPE PARTNERSCHAFTEN DEUTSCHLAND (PD) DER INITIATIVE FINANZSTANDORT DEUTSCHLAND (IFD) UND WEITERER PARTNER (PPP-Analyse 2008):**  
PPP-Projektanalyse - Gründe und Motive für das Nichtzustandekommen und das Scheitern von PPP-Vorhaben der öffentlichen Hand Düsseldorf, 2008.

**IRWIN, T. C. (Allocating and Valuing Risk 2007):**

Government Guarantees Allocating and Valuing Risk in Privately Financed Infrastructure Projects. In: (Hrsg.): Directions in Development. World Bank Institution, Washington DC, 2007, S. 177-185.

**J.P. MORGAN CHASE & Co. (Alternatives 2014):**

Alternatives: Global Real Assets - Infrastructure.

<https://am.jpmorgan.com/us/institutional/investment-strategies/global-real-assets/infrastructure>, 20.05.2014.

**JACOB, D. UND KOCHENDÖRFER, B. (Effizienzgewinne bei PPP 2002):**

Effizienzgewinne bei privatwirtschaftlicher Realisierung von Infrastrukturvorhaben - Wie effizient ist die Einbeziehung Privater bei öffentlichen Hoch- und Straßenbaumaßnahmen? Bundesanzeiger Verlag, Köln, 2002.

**JASPER, U. UND ARNOLD, H. (Kommunale Strassen in NRW 2008):**

Kommunale Strassen in NRW - Modelle und Verfahren. In: Knop, D. (Hrsg.): Public Private Partnership, Jahrbuch 2008. ConVent GmbH, Frankfurt am Main, 2008, S. 127-131.

**JIN, X. H. (Efficient Risk Allocation 2010):**

Determinants of Efficient Risk Allocation in Privately Financed Public Infrastructure Projects in Australia. Journal of Construction Engineering and Management (ASCE) 136, Nr. 2, 2010, S. 138-150.

**JÜNGER, H. C. (Analyse von PPP-Angeboten 2011):**

Analyse von Öffentlich Privaten Partnerschaftsangeboten - Ein transparentes Verfahren für die Vergabe. Bauwerk, Berlin, 2011.

**KANGARI, R. UND BOYER, L. T. (Project Selection under Risk 1981):**

Project Selection under Risk. Journal of the Construction Division (ASCE) 107, Nr. 4, 1981, S. 597-608.

**KANGARI, R. UND RIGGS, L. S. (Portfolio Management in Construction 1988):**

Portfolio Management in Construction. Construction Management and Economics 6, 1988, S. 161-169.

**KNUPP, M. (Bauwirtschaft Frankreich 2013):**

Branche kompakt - Bauwirtschaft (Tiefbau/Infrastrukturbau) - Frankreich.  
<https://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=886262.html>,  
04.02.2014.

**KÖRBER, A. UND KAUFMANN, P. (Die Schweizer Bauwirtschaft 2007):**

Die Schweizer Bauwirtschaft - zyklische Branche mit strukturellen Problemen. Die Volkswirtschaft Das Magazin für Wirtschaftspolitik 11-2007, 2007, S. 36-40.

**LAOPODIS, N. (Understanding Investments Theories and Strategies 2013):**

Understanding Investments Theories and Strategies. Routledge, New York, 2013.

**LEISER, W. (Angewandte Wirtschaftsmathematik 2000):**

Angewandte Wirtschaftsmathematik Modellierung und Bearbeitung von Fallstudien mit Excel. Scheffer-Poeschel Verlag, 2000.

**LOHMANN, T. (Effizienz bei PPP-Projekten 2009):**

Effizienz bei Öffentlich Privaten Partnerschaftsprojekten - Entwicklung eines Verfahrensmodells in der Wettbewerbsphase von Hochbauprojekten. Bauwerk, Berlin, 2009.

**LUHMANN, N. (Wirtschaft der Gesellschaft 1994):**

Die Wirtschaft der Gesellschaft. Suhrkamp, Frankfurt a.M., 1994.

**LUHMANN, N. (Organisation und Entscheidung 2006):**

Organisation und Entscheidung. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2006.

**LUTTERER, W. (Systemtheorie 2005):**

Eine kybernetische Systemtheorie. In: Baecker, D. (Hrsg.): Schlüsselwerke der Systemtheorie. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2005, S. 205-215.

**MAIER, H.-D., STEFFEN, M., FITZE, R., GLASER, M. UND KAUFMANN, A. (Bauwirtschaft 2006):**

UBS outlook - Bauwirtschaft - Thesen zur Stärkung der Wettbewerbs- und Kooperationsfähigkeit. Zürich, 2006.

**MANDELBROT, B. (The Variation of Certain Speculative Prices 1963):**  
The Variation of Certain Speculative Prices. Journal of Business 36, Nr. 4, 1963, S. 394-419.

**MANDELBROT, B. UND HUDSON, R. (The (Mis)Behaviour of Markets 2010):**  
The (Mis)Behaviour of Markets - A Fractal View of Risk, Ruin, and Reward. Profile Books, London, 2010.

**MARKOWITZ, H. M. (Portfolio Selection 1952):**  
Portfolio Selection. The Journal of Finance 7, Nr. 3, 1952, S. 77-91.

**MARKOWITZ, H. M. (Portfolio Selection - Diversification 1959):**  
Portfolio Selection - Efficient Diversification of Investments. Wiley, New York, 1959.

**MARKOWITZ, H. M. (Foundations of Portfolio Theory 1991):**  
Foundations of Portfolio Theory. Journal of Finance 46, Nr. 2, 1991, S. 469-477.

**MARKOWITZ, H. M. (Portfolio Selection 2008):**  
Portfolio Selection - Die Grundlagen der optimalen Portfolio-Auswahl. FinanzBuch Verlag, München, 2008.

**MEAG MUNICH ERGO ASSETMANAGEMENT GMBH (Infrastructure 2014):**  
MEAG - Infrastructure & RENT (Renewable Energy and New Technologies). München, 2014.

**MEAG MUNICH ERGO KAPITALANLAGEGESELLSCHAFT MBH (Unternehmensporträt 2013):**  
Unternehmensporträt.  
[http://www.meag.com/reddot/downloads/de/Unternehmensportraet\\_per\\_311213inet.pdf](http://www.meag.com/reddot/downloads/de/Unternehmensportraet_per_311213inet.pdf), 05.05.2014.

**MEDGENBERG, J. UND NEMUTH, T. (MCS im Projektmanagement 2011):**  
Potential der Monte-Carlo-Simulation für Risikoanalyse im Projektmanagement. In: Schach, R. (Hrsg.): Zukunftspotential Bauwirtschaft: Baubetrieb, Bauwirtschaft, Baumanagement - Tagungsband. Institut für Baubetriebswesen, Dresden, 2011, S. 153-171.

**MERNA, A., CHU, Y. UND AL-THANI, F. F. (Project Finance 2010):**  
Project Finance in Construction - A Structured Guide to Assessment. Wiley-Blackwell, Chichester, 2010.

**MERNA, T. UND NJIRU, C. (Financing Infrastructure Projects 2002):**  
Financing Infrastructure Projects. Thomas Telford, London, 2002.

**MINISTRY OF FINANCE - GOVERNMENT OF INDIA (RA - Highways India 2011):**  
State Highway - Risk Allocations under Different PPP Models.  
<http://toolkit.pppinindia.com/highways/module1-oopmv-raudpm.php?links=oopmv1c>, 19.01.2015.



**MOLES, P., PARRINO, R. UND KIDWELL, D. S. (Corporate Finance 2011):**  
Corporate Finance. Wiley, Chichester, 2011.

**MOODY'S (Moody's Rating Scale 2013):**

Rating, Symbols and Definitions.

[https://www.moody.com/researchdocumentcontentpage.aspx?docid=PBC\\_79004](https://www.moody.com/researchdocumentcontentpage.aspx?docid=PBC_79004),  
17.01.2014.

**MUELLER, A. G. UND MUELLER, G. R. (Real Estate in a Portfolio 2003):**

Public and Private Real Estate in a Mixed-Asset Portfolio. Journal of Real Estate Portfolio Management 9, Nr. 3, 2003, S. 193-203.

**NASA OFFICE OF STRATEGY FORMULATION (PPP for Space 2013):**

Public-Private Partnerships for Space Capability Development - Driving Economic Growth and NASA's Mission - Interim Report.

[http://www.nasa.gov/sites/default/files/files/CSC\\_PotentialMarkets\\_July2013\\_TAGGED.pdf](http://www.nasa.gov/sites/default/files/files/CSC_PotentialMarkets_July2013_TAGGED.pdf), 30.06.2014.

**NEMUTH, T. (Risikomanagement 2006):**

Risikomanagement bei internationalen Bauprojekten. expert verlag, Renningen, 2006.

**NEVITT, P. K. UND FABOZZI, F. J. (Project Financing 2000):**

Project Financing. Euromoney Books, London, 2000.

**OBERMAIER, R. UND SALIGER, E. (Entscheidungstheorie 2013):**

Betriebswirtschaftliche Entscheidungstheorie - Einführung in die Logik individueller und kollektiver Entscheidungen. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München, 2013.

**OECD (Infrastructure Investment 2014):**

Infrastructure Investment (Indicator). <http://data.oecd.org/transport/infrastructure-investment.htm>, 04.07.2014.

**PALISADE CORPORATION (@RISK - Risk Analysis and Simulation 2013):**

Users Guide - @RISK - Risk Analysis and Simulation - Add-In for Microsoft® Excel. Ithaca, NY, 2013.

**PENG, H. W. UND NEWELL, G. (The Significance of Infrastructure in Investment Portfolios 2007):**

The Significance of Infrastructure in Investment Portfolios. Fremantle, 2007.

**PETERS, M. L. UND ZELEWSKI, S. (Möglichkeiten und Grenzen des AHP 2004):**

Möglichkeiten und Grenzen des "Analytic Hierarchy Process" (AHP) als Verfahren zur Wirtschaftlichkeitsanalyse. Zeitschrift für Planung und Unternehmenssteuerung, 2004, S. 295-324.

**POPPER, K. R. (Auf der Suche nach einer besseren Welt 2006):**

Auf der Suche nach einer besseren Welt - Vorträge und Aufsätze aus dreissig Jahren. Piper Verlag GmbH, München, 2006.

**POPPER, K. R. UND ECCLES, J. C. (Das Ich und sein Gehirn 1987):**

Das Ich und sein Gehirn. Piper, München, Zürich, 1987.

**PORTER, M. E. (Competitive Advantage 1985):**

Competitive Advantage Creating and Sustaining Superior Performance. The Free Press, New York, 1985.

**PORTER, M. E. (What is Strategy? 1996):**

What is Strategy? Harvard Business Review 74, Nr. 6, 1996, S. 61-78.

**PRIESS, H.-J. (Getting the Deal Through - Public Procurement 2013 2013):**

Getting the Deal Through - Public Procurement 2013. Law Business Research Ltd., London, 2013.

**PRIORA AG (Leitbild 2014):**

Priora Leitbild. <http://www.priora.ch/index.php?id=30&L=0>, 30.07.2014.

**RAJAGOPAL, S. (Portfolio Management 2013):**

Portfolio Management How to Innovate and Invest in Successful Projects. Palgrave Macmillan, Basingstoke, 2013.

**RAVANSHADNIA, M., ABBASIANJAHROMI, H. UND RAJAIE, H. (Establishing a Project Priority System 2010):**

Establishing a Project Priority System by Strategic Value Planning. Proceedings of 2010 International Conference on Construction and Real Estate Management 1-3, 2010, S. 172-177.

**RAVANSHADNIA, M., RAJAIE, H. UND ABBASIAN, H. R. (Hybrid Fuzzy MADM Project-Selection Model 2010):**

Hybrid Fuzzy MADM Project-Selection Model for Diversified Construction Companies. Canadian Journal of Civil Engineering 37, Nr. 8, 2010, S. 1082-1093.

**REICHARDT, B. (Corporate Venture Capital 2005):**

Corporate Venture Capital Rollen, Struktur, Management. St.Gallen, 2005.

**RIEBELING, K.-H. (Eigenkapitalbeteiligungen PPP 2009):**

Eigenkapitalbeteiligungen an projektfinanzierten PPP-Projekten im deutschen Hochbau. Gabler - GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2009.

**RIEBELING, K.-H. UND WALTHER, U. (Finanzinvestoren und PPP 2010):**

Finanzinvestoren als Eigenkapitalgeber bei projektfinanzierten PPP-Vorhaben im deutschen Hochbau. Corporate Finance biz 1/2010, 2010, S. 3-11.

**RINAS, T. (Kooperationen und Vertriebskonzepte im Fertigteilibau 2012):**

Kooperationen und innovative Vertriebskonzepte im individuellen Fertigteilibau - Entwicklung eines Geschäftsmodells. Eigenverlag des IBI ETH Zürich - Institut für Bau- und Infrastrukturmanagement, Zürich, 2012.

**ROGGENCAMP, S. (Public Private Partnership 1999):**

Public Private Partnership - Entstehung und Funktionsweise kooperativer Arrangements zwischen öffentlichem Sektor und Privatwirtschaft. Lang, Frankfurt am Main, 1999.

**ROLFES, B. (Moderne Investitionsrechnung 1998):**

Moderne Investitionsrechnung - Einführung in die klassische Investitionstheorie und Grundlagen marktorientierter Investitionsentscheidungen. Oldenbourg, München, 1998.

**ROPOHL, G. (Systemtheorie der Technik 1999):**

Allgemeine Technologie - Eine Systemtheorie der Technik. Carl Hanser Verlag, München, 1999.

**ROSS, S. A., WESTERFIELD, R. W. UND JAFFE, J. (Corporate Finance 2008):**

Corporate Finance. McGraw-Hill Irwin, Boston, 2008.

**ROTHER, P. UND HELBIG, R. (Ausschreibung und Vergabe der A1 2009):**

Ausschreibung und Vergabe der A1 - aus Sicht der Auftraggeber. In: Knop, D. (Hrsg.): Public Private Partnership - Jahrbuch 2009. ConVent GmbH, Frankfurt, 2009, S. 135-138.

**RUBINSTEIN, R. Y. UND KROESE, D. P. (Simulation and the MCS Method 2008):**

Simulation and the Monte Carlo Method. Wiley, Hoboken, N.J., 2008.

**SAATY, T. L. (Analytic Hierarchy Process 1980):**

The Analytic Hierarchy Process - Planning, Priority Setting, Resource Allocation. McGraw-Hill, New York, 1980.

**SAATY, T. L. (AHP und ANP 2005):**

The Analytic Hierarchy and Analytic Network Processes for the Measurement of Intangible Criteria and for Decision-Making. In: Figueira, J., Greco, S. und Ehrgott, M. (Hrsg.): Multiple Criteria Decision Analysis - State of the Art Surveys. Springer, Boston MA, 2005.

**SCHEID, R. (Bauwirtschaft Italien 2013):**

Branche kompakt - Bauwirtschaft (Tiefbau/Infrastrukturbau) - Italien.  
<https://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte.did=884676.html>,  
04.02.2014.

**SCHETTER, C. (Finanzierung von Infrastrukturmassnahmen durch PPP 2010):**

Finanzierung öffentlicher Infrastrukturmassnahmen im Rahmen von Public Private Partnerships. Immobilien Manager Verlag, Köln, 2010.

**SCHMIDT-VON RHEIN, A. (Moderne Portfoliotheorie 1996):**

Die Moderne Portfoliotheorie im praktischen Wertpapiermanagement. Uhlenbruch, Bad Soden, 1996.

- SCHOBER, K.-S., SIEVERS, G., SCHMITT, P. UND WALTER, G. (Strategien der deutschen Bauwirtschaft 2011):**  
Strategien der deutschen Bauwirtschaft - Chancen nutzen, Risiken meistern. München, 2011.
- SCHULTE-STRATHAUS, M., SCHÜMANN, A. UND MEER, M. (PPP bei Bau- und Infrastrukturprojekten 2011):**  
Public Private Partnership bei Bau- und Infrastrukturprojekten - 10 Fragen und Antworten aus Sicht des Gemeinwesens. Der Schweizer Treuhänder 10/2011, 2011, S. 851-859.
- SCHULTE, K.-W. (Handbuch Corporate Real Estate Management 2004):**  
Handbuch Corporate Real Estate Management. Müller, Köln, 2004.
- SCHWEIZERISCHE ZENTRALSTELLE FÜR BAURATIONALISIERUNG (ZÜRICH) (OAK 2012):**  
Objektarten-Katalog OAK Kennwerte im Wohnungsbau. CRB, Zürich, 2012.
- SCHWENZER, T. (Verfügbarkeitsmodell für mehr Effizienz 2008):**  
Verfügbarkeitsmodell für mehr Effizienz. In: Knop, D. (Hrsg.): Public Private Partnership, Jahrbuch 2008. ConVent GmbH, Frankfurt am Main, 2008, S. 101-104.
- SEIFFERT, H. UND RADNITZKY, G. H. (Handlexikon zur Wissenschaftstheorie 1989):**  
Handlexikon zur Wissenschaftstheorie. Ehrenwirth Verlag GmbH, München, 1989.
- SHARPE, W. F. (A Simplified Model for Portfolio Analysis 1963):**  
A Simplified Model for Portfolio Analysis. Management Science 9, Nr. 2, 1963, S. 277-293.
- SIMON, F. B. (Systemtheorie und Konstruktivismus 2007):**  
Einführung in Systemtheorie und Konstruktivismus. Carl-Auer Verlag, Heidelberg, 2007.
- SMITH, N. J., MERNA, T. UND JOBLING, P. (Managing Risk 2006):**  
Managing Risk in Construction Projects. Blackwell Publishing, Oxford, 2006.
- SOUZA, L. A. (Modern Real Estate Portfolio Management 2014):**  
Modern Real Estate Portfolio Management (MREPM): Applications in Modern and Post-Modern Real Estate Portfolio Theory (MREPT/PMREPT). Golden Gate University, San Francisco, CA, 2014.
- STAEHLE, W. H. (Management 1994):**  
Management - Eine verhaltenswissenschaftliche Perspektive. Vahlen, München, 1994.
- STANDARD & POOR'S (S&P Rating Scale 2014):**  
FAQS - What do the letter ratings mean?  
<https://ratings.standardandpoors.com/about/about-credit-ratings>, 17.01.2014.

**STEPHENS, M. A. (EDF Statistics 1974):**

EDF Statistics for Goodness of Fit and Some Comparisons. Journal of the American Statistical Association 69, Nr. 347, 1974, S. 730-737.

**STILLER, G. (Ordinalskala 2014):**

Wirtschaftslexikon24 - Ordinalskala.

<http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/ordinalskala/ordinalskala.htm>, 13.01.2014.

**STOLZE, S.-F. (Honorierung der Angebotserstellung bei PPP-Projekten 2008):**

Honorierung der Angebotserstellung bei PPP-Projekten - Ermittlungssystematik mit Anwendungsbeispiel. Institut für Bauwirtschaft und Baubetrieb, Braunschweig, 2008.

**STRABAG SE (Strategie 2013):**

STRATEGIE - Building Visions. Building Values. Building Europe. .

[http://www.strabag.com/databases/internet/public/content.nsf/web/DE-STRABAG.COM-strategie\\_strabag.html#?men1=1&sid=120&h=2](http://www.strabag.com/databases/internet/public/content.nsf/web/DE-STRABAG.COM-strategie_strabag.html#?men1=1&sid=120&h=2), 05.02.2014.

**STRICK, S. (A- und F-Modelle 2008):**

Der Bund wird aktiv: A- und F-Modelle. In: Knop, D. (Hrsg.): Public Private Partnership, Jahrbuch 2008. ConVent GmbH, Frankfurt am Main, 2008, S. 97-99.

**SUDRET, B. (Uncertainty Propagation and Sensitivity Analysis 2007):**

Uncertainty Propagation and Sensitivity Analysis in Mechanical Models - Contributions to Structural Reliability and Stochastic Spectral Methods. Universite BLAISE PASCAL - Clermont II, Clermont-Ferrand, 2007.

**TZENG, G.-H. UND HUANG, J.-J. (Multiple Attribute Decision Making 2011):**

Multiple Attribute Decision Making - Methods and Applications. CRC Press, Boca Raton, 2011.

**UNITED NATIONS (Guidebook PPP 2008):**

Guidebook on Promoting Good Governance in Public-Private Partnerships. Genf, 2008.

**VEREIN PPP SCHWEIZ (PPP Praxisleitfaden 2011):**

Public Private Partnership (PPP) - Praxisleitfaden Hochbau mit Erfahrungsbericht Pilotprojekt Neumatt / BE. Schulthess, Zürich, 2011.

**VERGARA, A. J. (Portfolio Theory in Construction 1977):**

Probabilistic Estimating and Applications of Portfolio Theory in Construction. University of Illinois, Urbana, Illinois, 1977.

**VERGARA, A. J. UND BOYER, L. T. (Portfolio Theory 1977):**

Portfolio Theory - Applications in Construction. Journal of the Construction Division (ASCE) 103, Nr. 1, 1977, S. 23-38.

**VERGARA, A. J. UND BOYER, L. T. (Portfolio Theory - Discussion 1978):**

Portfolio Theory - Applications in Construction - Discussion. Journal of the Construction Division (ASCE) 104, Nr. 3, 1978, S. 363-363.

**VESHOSKY, D. (Portfolio Approach to Strategic Management of A/E Firms 1994):**  
Portfolio Approach to Strategic Management of A/E Firms. Journal of Management and Engineering (ASCE) 1994, Nr. 10, 1994, S. 41-47.

**VIEZER, T. W. (Modern Portfolio Theory and Real Estate 2010):**  
The Application of Modern Portfolio Theory to Real Estate: A Brief Survey. In: Guerard, J. B. (Hrsg.): Handbook of Portfolio Construction: Contemporary Applications of Markowitz Technique. Springer, New York, 2010, S. 733-760.

**VOLKART, R. (Corporate Finance 2011):**  
Corporate Finance - Grundlagen von Finanzierung und Investition. Versus, Zürich, 2011.

**VON BERTALANFFY, L. (General System Theory 1968):**  
General System Theory: Foundations - Development - Applications. Braziller, New York, 1968.

**VON BERTALANFFY, L. (General System Theory 1973):**  
General System Theory. Penguin Books, Harmondsworth, 1973.

**VON GLASERSFELD, E. (Radikaler Konstruktivismus 1996):**  
Radikaler Konstruktivismus - Ideen, Ergebnisse, Probleme. Suhrkamp Verlag Frankfurt am Main, Frankfurt am Main, 1996.

**VON GLASERSFELD, E., LAROCHELLE, M., ACKERMANN, E. UND TOBIN, K. (Radical Constructivism 2007):**  
Key Works in Radical Constructivism. Sense Publishers, Rotterdam, 2007.

**VORNHOLZ, G. (Volkswirtschaftslehre für die Immobilienwirtschaft 2013):**  
Volkswirtschaftslehre für die Immobilienwirtschaft. Oldenbourg, München, 2013.

**VOSE, D. (Quantitative Risk Analysis 1996):**  
Quantitative Risk Analysis - A Guide to Monte Carlo Simulation Modelling. Wiley, Chichester, 1996.

**WEBER, B. (Infrastrukturprojekte 2011):**  
Lukrative Investitionen in Infrastrukturprojekte. Neue Zürcher Zeitung, Zürich, 2011.

**WEBER, B. UND ALFEN, H. W. (Infrastrukturinvestitionen 2009):**  
Infrastrukturinvestitionen - Projektfinanzierung und PPP. Bank-Verlag Medien GmbH, Köln, 2009.

**WEBER, B. UND ALFEN, H. W. (Infrastructure as an Asset Class 2010):**  
Infrastructure as an Asset Class - Investment Strategies, Project Finance and PPP. John Wiley & Sons Ltd., Chippenham, UK, 2010.

**WEISDORF, M. A. (Infrastructure: A Growing Real Return Asset Class 2007):**  
Infrastructure: A Growing Real Return Asset Class. CFA Institute - CFA Institute Conference Proceedings Quarterly, Chicago, 2007.

**WEISSENBÖCK, S. UND GIRMSCHIED, G. (PPP Project Selection Model 2013):**  
Concept of a Quantitative Project Selection Model for PPP Projects. Brisbane, Australia, 2013.

**WEISSENBÖCK, S. UND GIRMSCHIED, G. (PPP Project Selection 2014):**  
Project Selection Regarding Life-Cycle Oriented and Equity-Intensive Projects: A Critical Assessment of the PPP Project Selection Process in the Construction Industry. Long Beach, USA, 2014.

**WELLNER, K. (Immobilien-Portfolio-Management 2003):**  
Entwicklung eines Immobilien-Portfolio-Management-Systems zur Optimierung von Rendite-Risiko-Profilen diversifizierter Immobilien-Portfolios. Books on Demand GmbH, Norderstedt, 2003.

**WELLNER, K. (Transforming Markowitz Portfolio Theory 2011):**  
Transforming Markowitz Portfolio Theory into a Realistic Real Estate Portfolio Allocation Process. Eindhoven 2011.

**WENGER, W. (Multikriterielle Tourenplanung 2010):**  
Multikriterielle Tourenplanung. Gabler Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2010.

**WHITFIELD, D. (PPP Wealth Machine 2012):**  
PPP Wealth Machine - UK and Global Trends in Trading Project Ownership 2012.

**WIENER, N. (Kybernetik 1969):**  
Kybernetik - Regelung und Nachrichtenübertragung im Lebewesen und Maschine. Rowohlt, Reinbek, 1969.

**WIENER, N. (Cybernetics 1991):**  
Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine. M.I.T. Press, Cambridge, MA, 1991.

**WIENER, N. (Kybernetik 1992):**  
Kybernetik - Regelung und Nachrichtenübertragung im Lebewesen und in der Maschine. ECON Verlag, Düsseldorf, 1992.

**WILEY, R. J. (Real Estate Investment Analysis 1976):**  
Real Estate Investment Analysis: An Empirical Study. Appraisal Journal 44, Nr. 4, 1976, S. 586.

**WORLD BANK GROUP (Types of Public-Private Partnership 2014):**  
PPP Arrangements / Types of Public-Private Partnership Agreements  
<http://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/agreements>, 24.07.2014.

**WORLD ECONOMIC FORUM (Infrastructure Investment Policy Blueprint 2014):**  
Infrastructure Investment Policy Blueprint. Cologny/Geneva, 2014.

**WORZALA, E. M. UND BAJTELSMIT, V. L. (Real Estate Asset Allocation 1997):**  
Real Estate Asset Allocation and the Decisionmaking Framework Used by Pension Fund Managers. Journal of Real Estate Portfolio Management 3, Nr. 1, 1997, S. 47-56-56.

**YESCOMBE, E. R. (Project Finance 2002):**  
Principles of Project Finance. Academic Press, 2002.

**YESCOMBE, E. R. (PPP - Principles of Policy and Finance 2007):**  
Public-Private Partnerships - Principles of Policy and Finance. Butterworth-Heinemann, 2007.

**ZACHER, D. UND KOCHENDÖRFER, B. (Risikoanalyse PPP 2010):**  
Risikoanalyse hochbaulicher PPP-Projekte in Deutschland aus der Sicht der Privatwirtschaft. Technische Universität Berlin, Berlin, 2010.

**ZIMMERMANN, H.-J. UND GUTSCHE, L. (Multi-Criteria Analyse 1991):**  
Multi-Criteria Analyse - Einführung in die Theorie der Entscheidungen bei Mehrfachzielsetzungen. Springer, Berlin, 1991.



## Bildverzeichnis

<b>Bild 1:</b>	Methoden zur Einbeziehung Privater in die Bereitstellung staatlicher Infrastruktur .....	2
<b>Bild 2:</b>	Sektoren und Subsektoren von PPP-Projekten .....	4
<b>Bild 3:</b>	Spektrum von PPP-Modellen und Einteilung nach Aufgabenumfang, Kooperationsgrad, Gegenstand der PPP sowie ihrer vertraglichen, formalen Institutionalisation .....	6
<b>Bild 4:</b>	Funktionen und Aufgabenverteilung bei PPP-Projekten.....	9
<b>Bild 5:</b>	Organigramm mit Darstellung der üblichen Projektbeteiligten, der Vertragsbeziehungen und der finanziellen Ströme bei der Umsetzung eines PPP-Kontraktmodells .....	10
<b>Bild 6:</b>	Haupt- und Teilprozesse eines PPP-Projektes aus Sicht eines Bauunternehmens im Zeitablauf.....	10
<b>Bild 7:</b>	Zusammensetzung des Umsatzes von „Bilfinger“ in den Jahren 2005 (links) und 2010 (rechts) .....	14
<b>Bild 8:</b>	Prozesslandkarte der Vertragspartner bei PPP-Projekten .....	15
<b>Bild 9:</b>	Aufbau und methodische Konzeptionierung der vorliegenden Arbeit.....	24
<b>Bild 10:</b>	Arten von Eigenkapitalinvestoren bei PPP-Projekten.....	25
<b>Bild 11:</b>	Überblick über den Stand der Praxis der PPP-Projektselektion in Bauunternehmen .....	27
<b>Bild 12:</b>	Darstellung der Ergebnisse der Selektion von Ländern/Märkten .....	41
<b>Bild 13:</b>	Eingliederung der PPP-Projektselektion von Bauunternehmen in die PPP-Projektphasen.....	50
<b>Bild 14:</b>	Projektselektionsprozess für klassische Bauprojekte .....	53
<b>Bild 15:</b>	Arten von Finanzinvestoren bei Infrastrukturprojekten .....	54
<b>Bild 16:</b>	Allgemeiner Beteiligungsprozess von Finanzinvestoren bei Infrastrukturprojekten .....	58
<b>Bild 17:</b>	Anlagepolitik Versicherungsgesellschaft (Bsp. MEAG) .....	61
<b>Bild 18:</b>	Fund Raising Prozess und seine Teilprozesse – offener Infrastrukturfond (Bsp. OECD Infrastructure Investment) .....	64
<b>Bild 19:</b>	Anlagepolitik offener Infrastrukturfond (Bsp. OECD Infrastructure Investment) .....	64
<b>Bild 20:</b>	Anlagepolitik geschlossene Infrastrukturfonds (Bsp. N.N.).....	67
<b>Bild 21:</b>	Überblick über den Projektselektionsprozess bei Finanzinvestoren .....	78
<b>Bild 22:</b>	Eingliederung der Investitionsentscheidungsprozesse von Finanzinvestoren in den allgemeinen Beteiligungsprozess sowie die Haupt- und Teilprozesse eines PPP-Projektes .....	81
<b>Bild 23:</b>	Portfoliozusammensetzungen und Efficient Frontier .....	89
<b>Bild 24:</b>	Überblick über die wichtigsten Publikationen zur Projektselektion in Bauunternehmen basierend auf portfoliotheoretischen Ansätzen.....	93
<b>Bild 25:</b>	Portfoliobasierter Projektselektionsprozess nach ARCHER und GHASEMZADEH .....	106
<b>Bild 26:</b>	Vergleich des Leistungsspektrums bei PPP-Projekten von Finanzinvestoren und industriellen, strategischen Investoren (Bauunternehmen) .....	124

<b>Bild 27:</b>	Grundkonzeption des PPP-PSM auf Basis des Gegenstromprinzips.....	129
<b>Bild 28:</b>	Modellansatz des PPP-PSM .....	131
<b>Bild 29:</b>	Einordnung der gegenständlichen Arbeit in das Weltbild der Wissenschaftstheorie.....	138
<b>Bild 30:</b>	Phasen des Forschungsprozesses und Beschreibung des Vorgehens .....	140
<b>Bild 31:</b>	Konzepte der Systemdeutung (= Systemdefinition und -abgrenzung) .....	146
<b>Bild 32:</b>	Schema eines typischen, kybernetisch-systemtheoretischen Modells .....	148
<b>Bild 33:</b>	Systemtheoretische Einbettung des PPP-PSM .....	149
<b>Bild 34:</b>	PPP-PSM unter Berücksichtigung der kybernetischen Systemtheorie .....	152
<b>Bild 35:</b>	Allgemeiner Risikomanagementprozess.....	161
<b>Bild 36:</b>	Latin Hypercube Sampling und Monte Carlo Sampling am Bsp. Dreiecksverteilung....	171
<b>Bild 37:</b>	Einflussgrößen des NPV – Cashflow-Profil eines PPP-Projektes .....	176
<b>Bild 38:</b>	Geldflussrechnung („Cashflow Cascade“) eines PPP-Projektes für ein Geschäftsjahr $t_i$ .....	181
<b>Bild 39:</b>	Typischer Verlauf des <i>EBITDA</i> über die PPP-Projektlaufzeit.....	182
<b>Bild 40:</b>	Typischer Verlauf des <i>ROI</i> über die PPP-Projektlaufzeit .....	184
<b>Bild 41:</b>	Markt- und ressourcenorientierter Ansatz in der Strategieumsetzung.....	187
<b>Bild 42:</b>	Überblick und Einteilung der MCDM-Methoden.....	189
<b>Bild 43:</b>	Überblick Modul 1 – Analyse des IST-PPP-Portfolios .....	195
<b>Bild 44:</b>	Angepasster Risikomanagementprozess für das PPP-PSM .....	198
<b>Bild 45:</b>	Sequentieller Ablauf der Risikobewältigung im PPP-PSM .....	205
<b>Bild 46:</b>	Risikoallokationsebenen bei PPP-Projekten.....	206
<b>Bild 47:</b>	Ablauf der quantitativen Risikobewertung im PPP-PSM .....	211
<b>Bild 48:</b>	Risikoklassifizierung – Einteilung der Risiken nach Gefährdungspotential .....	212
<b>Bild 49:</b>	Wahrscheinlichkeitsdichte, Verteilungs- und Umkehrfunktion einer diskreten BERNOULLI-Verteilung für MCS-Schritt 1 – Simulation des Risikoeintritts .....	216
<b>Bild 50:</b>	Dichte-, Verteilungs- und Umkehrfunktion am Beispiel einer BetaPERT-Verteilung für MCS-Schritt 2 – Simulation der Risikotragweite .....	219
<b>Bild 51:</b>	Zeitabhängige Risikoentwicklung bei einmaligen Risikokosten.....	221
<b>Bild 52:</b>	Wahrscheinlichkeitsdichte, Verteilungs- und Umkehrfunktion der diskreten Verteilung, die der Simulation des Risikoeintritts bei aperiodischen Risikokosten zugrunde liegt ..	223
<b>Bild 53:</b>	Zeitabhängige Risikoentwicklung bei aperiodischen Risikokosten.....	224
<b>Bild 54:</b>	Zeitabhängige Risikoentwicklung bei periodischen Risikokosten.....	225
<b>Bild 55:</b>	Risikoaggregation im Rahmen des PPP-PSM – Zeitpunkt $t_5$ .....	229
<b>Bild 56:</b>	Cashflow-Profil eines PPP-Projektes mit Berücksichtigung der Gesamtrisikokosten ...	232
<b>Bild 57:</b>	Erwirtschaftete und prognostizierte, zukünftige Renditen der PPP-Bestandsprojekte eines Bauunternehmens/einer SGE-PPP (exemplarisches Beispiel).....	235
<b>Bild 58:</b>	Streuung der Rendite ( <i>ROI</i> ) in Folge der Risikokosten gem. Ergebnis der MCS .....	236
<b>Bild 59:</b>	Vergleich des diskreten Ergebnisses der MCS mit der approximierenden Normalverteilung .....	241

<b>Bild 60:</b>	Zusammenführen der einzelnen PPP-Bestandsprojekte zu einem IST-PPP-Portfolio..	243
<b>Bild 61:</b>	Korrelation zweier Zahlenmengen .....	248
<b>Bild 62:</b>	Berechnung der Korrelation im PPP-PSM auf Basis der Risikoverläufe .....	255
<b>Bild 63:</b>	Überblick Modul 2 – Ermittlung potentiell zukünftiger Zielprojekte .....	263
<b>Bild 64:</b>	St. Galler Management-Modell .....	265
<b>Bild 65:</b>	Risikoaggregation im Rahmen des PPP-PSM bei potentiell zukünftigen Zielprojekten (ab Zeitpunkt $t_0$ ) .....	272
<b>Bild 66:</b>	Cashflow-Profil eines potentiell zukünftigen Zielprojektes mit Berücksichtigung der Gesamtrisikokosten.....	274
<b>Bild 67:</b>	Überblick Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung .....	277
<b>Bild 68:</b>	Zusammenführung der PPP-Bestandsprojekte des IST-PPP-Portfolios und der ermittelten potentiell zukünftigen Zielprojekte.....	278
<b>Bild 69:</b>	Bildung eines zukünftigen PPP-Portfolios $ZP_1$ aus den PPP-Bestandsprojekten und dem ermittelten potentiell zukünftigen Zielprojekt $Z_1$ .....	280
<b>Bild 70:</b>	Bildung des zukünftigen PPP-Portfolios $ZP_2$ aus den PPP-Bestandsprojekten und dem ermittelten potentiell zukünftigen Zielprojekt $Z_2$ .....	281
<b>Bild 71:</b>	Definition und hierarchische Struktur der PPP-Projektselektionsentscheidung .....	288
<b>Bild 72:</b>	Ableitung der Gesamtbewertung eines zukünftigen PPP-Portfolios $ZP_j$ durch Aggregation der Bewertungsergebnisse über die verschiedenen Hierarchiestufen.....	295
<b>Bild 73:</b>	Cashflow-Profil ohne Berücksichtigung der Risikokosten (deterministisch), PPP-Krankenhausprojekt Deutschland – PPP-Bestandsprojekt $B_1$ .....	306
<b>Bild 74:</b>	Cashflow-Profil ohne Berücksichtigung der Risikokosten (deterministisch), PPP-Strassenprojekt Indien – PPP-Bestandsprojekt $B_2$ .....	307
<b>Bild 75:</b>	Cashflow-Profil ohne Berücksichtigung der Risikokosten (deterministisch), PPP-Eisenbahnprojekt UK – PPP-Bestandsprojekt $B_3$ .....	309
<b>Bild 76:</b>	Risikoklassifizierung (deterministisch) – PPP-Strassenprojekt Indien – PPP-Bestandsprojekt $B_2$ .....	313
<b>Bild 77:</b>	Erwartungswert der Gesamtrisikokosten (probabilistisch) – PPP-Strassenprojekt Indien – PPP-Bestandsprojekt $B_2$ .....	315
<b>Bild 78:</b>	Streuung der Gesamtrisikokosten („Box Plot“) (probabilistisch) – PPP-Strassenprojekt Indien – PPP-Bestandsprojekt $B_2$ .....	316
<b>Bild 79:</b>	Cashflow-Profil mit Berücksichtigung der Risikokosten (probabilistisch) – PPP-Strassenprojekt Indien – PPP-Bestandsprojekt $B_2$ .....	317
<b>Bild 80:</b>	Vergleich des $ROI$ aus Bauunternehmenssicht mit und ohne Risikokosten (deterministisch/probabilistisch) – PPP-Strassenprojekt Indien – PPP-Bestandsprojekt $B_2$ .....	318
<b>Bild 81:</b>	Erwartungswert, Standardabweichung und Stressbelastung der Renditen ( $ROI$ ) (probabilistisch) – PPP-Strassenprojekt Indien – PPP-Bestandsprojekt $B_2$ .....	319
<b>Bild 82:</b>	Investitionsvolumina des Bauunternehmens/der SGE-PPP in PPP-Bestandsprojekte .....	321
<b>Bild 83:</b>	Gegenüberstellung der Erwartungswerte der Risikokosten der PPP-Bestandsprojekte .....	322
<b>Bild 84:</b>	Erwartungswert der Rendite ( $ROI$ ) des IST-PPP-Portfolios mit zugehöriger Streuung .	323

<b>Bild 85:</b>	Gegenüberstellung des derzeitigen IST-PPP-Portfolios mit den Ergebnissen der Optimierung.....	327
<b>Bild 86:</b>	Cashflow-Profil ohne Berücksichtigung der Risikokosten (deterministisch) – PPP-Krankenhaus und Verwaltungsgebäude Schweiz – potentiell zukünftiges Zielprojekt Z <sub>1</sub> .....	329
<b>Bild 87:</b>	Cashflow-Profil ohne Berücksichtigung der Risikokosten (deterministisch) – PPP-Strassenprojekt USA – potentiell zukünftiges Zielprojekt Z <sub>2</sub> .....	330
<b>Bild 88:</b>	Erwartungswert der Gesamtrisikokosten (probabilistisch) – PPP-Krankenhaus und Verwaltungsgebäude Schweiz – potentiell zukünftiges Zielprojekt Z <sub>1</sub> .....	331
<b>Bild 89:</b>	Cashflow-Profil mit Berücksichtigung der Risikokosten (probabilistisch) – PPP-Krankenhaus und Verwaltungsgebäude Schweiz – potentiell zukünftiges Zielprojekt Z <sub>1</sub> .....	332
<b>Bild 90:</b>	Vergleich des <i>ROI</i> aus Bauunternehmenssicht mit und ohne Risiken (deterministisch/probabilistisch) – PPP-Krankenhaus und Verwaltungsgebäude Schweiz – potentiell zukünftiges Zielprojekt Z <sub>1</sub> .....	333
<b>Bild 91:</b>	Investitionsvolumina des Bauunternehmens/der SGE-PPP in PPP-Bestandsprojekte sowie das potentiell zukünftige Zielprojekt Z <sub>1</sub> (zukünftiges PPP-Portfolio ZP <sub>1</sub> ) .....	334
<b>Bild 92:</b>	Gegenüberstellung der Erwartungswerte der Risikokosten der PPP-Bestandsprojekte inkl. des potentiell zukünftigen Zielprojektes Z <sub>1</sub> (zukünftiges PPP-Portfolio ZP <sub>1</sub> ).....	335
<b>Bild 93:</b>	Erwartungswert der Rendite ( <i>ROI</i> ) des zukünftigen PPP-Portfolios ZP <sub>1</sub> mit zugehöriger Streuung.....	336

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1:</b> „Weiche“ Kriterien der Kriteriengruppe Rahmenbedingungen.....	31
<b>Tabelle 2:</b> Überblick und Bewertung der Kriteriengruppe Rahmenbedingungen (Beispiel) .....	33
<b>Tabelle 3:</b> „Weiche“ Kriterien der Kriteriengruppe Marktpotential.....	34
<b>Tabelle 4:</b> Überblick und Bewertung der Kriteriengruppe Marktpotential (Beispiel) .....	38
<b>Tabelle 5:</b> Bewertung der unternehmensinternen Synergien .....	39
<b>Tabelle 6:</b> Beispiel für die Errechnung des Korrelationskoeffizienten zwischen zwei Projekten .....	97
<b>Tabelle 7:</b> Beispiel einer Korrelationsmatrix für ein Bestandsprojektportfolio von vier Projekten.....	97
<b>Tabelle 8:</b> Beispiel einer Korrelationsmatrix für ein um zwei potentiell zukünftige Zielprojekte erweitertes Bestandsprojektportfolio von vier Projekten .....	100
<b>Tabelle 9:</b> Identifizierte Vorteile der MPT im Projektselektionsprozess von Bauunternehmen .....	110
<b>Tabelle 10:</b> Identifizierte Nachteile der MPT im Projektselektionsprozess von Bauunternehmen ...	112
<b>Tabelle 11:</b> Identifizierte Nachteile und Lösungsansätze zu deren Ausgleich im PPP-PSM .....	126
<b>Tabelle 12:</b> Umsetzung des hierarchischen, strukturellen und funktionalen Systemkonzeptes im PPP-PSM .....	151
<b>Tabelle 13:</b> Theorien und Instrumente zur Sicherstellung der Validität der Module des PPP-PSM.	155
<b>Tabelle 14:</b> Auszug aus der Risikosammelliste (bereinigt/kategorisiert) .....	203
<b>Tabelle 15:</b> Versicherbare Einzelrisiken und zugehörige Versicherung bzw. sonstige Absicherung .....	208
<b>Tabelle 16:</b> Nicht kalkulierbare Einzelrisiken .....	209
<b>Tabelle 17:</b> Ausgangsdaten für MCS-Schritt 1 – Simulation des Risikoeintritts (Auszug).....	215
<b>Tabelle 18:</b> Ausgangsdaten für MCS-Schritt 2 – Simulation der Risikotragweite (Auszug) .....	217
<b>Tabelle 19:</b> Hierarchischer Kriterienkatalog der Kriteriengewichtungsfaktoren für Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung .....	292
<b>Tabelle 20:</b> Eckdaten PPP-Krankenhausprojekt Deutschland – PPP-Bestandsprojekt B <sub>1</sub> .....	305
<b>Tabelle 21:</b> Eckdaten PPP-Strassenprojekt Indien – PPP-Bestandsprojekt B <sub>2</sub> .....	307
<b>Tabelle 22:</b> Eckdaten PPP-Eisenbahnprojekt UK – PPP-Bestandsprojekt B <sub>3</sub> .....	308
<b>Tabelle 23:</b> Minimierung des Risikos im IST-PPP-Portfolio durch Anpassung der Beteiligungen ...	325
<b>Tabelle 24:</b> Maximierung der Rendite im IST-PPP-Portfolio durch Anpassung der Beteiligungen ..	326
<b>Tabelle 25:</b> Hierarchischer Kriterienkatalog der Kriteriengewichtungsfaktoren für Modul 3 – PPP-Projektselektionsentscheidung .....	340
<b>Tabelle 26:</b> Kriterienkatalog der Kriteriengewichtungsfaktoren und zugehörige Daten zu den Lösungsmöglichkeiten der PPP-Projektselektionsentscheidung .....	341
<b>Tabelle 27:</b> Untervergleichsfaktoren für alle Unterkriterien und Lösungsmöglichkeiten der PPP-Projektselektionsentscheidung .....	342
<b>Tabelle 28:</b> Hauptvergleichsfaktoren für Hauptkriterien und Lösungsmöglichkeiten der PPP-Projektselektionsentscheidung .....	343

<b>Tabelle 29:</b> Berechnung der Bewertungsfaktoren für alle zukünftigen PPP-Portfolien $ZP_j$ .....	344
<b>Tabelle 30:</b> Risikosammelliste für PPP-Projekte (bereinigt) inkl. Risikokategorisierung .....	374
<b>Tabelle 31:</b> Gängige Risikoallokation bei PPP-Projekten in Kontinentaleuropa.....	385
<b>Tabelle 32:</b> Parameter und Graphen gebräuchlicher Wahrscheinlichkeitsverteilungen für die Risikoberechnung .....	388
<b>Tabelle 33:</b> Cashflow PPP-Bestandsprojekt $B_2$ (PPP-Strassenprojekt Indien) .....	390
<b>Tabelle 34:</b> Kalk. Abschreibung, PPP-Bestandsprojekt $B_2$ (PPP-Strassenprojekt Indien) .....	392
<b>Tabelle 35:</b> Risikobewältigung PPP-Bestandsprojekt $B_2$ (PPP-Strassenprojekt Indien) .....	393
<b>Tabelle 36:</b> Risikoklassifizierung PPP-Bestandsprojekt $B_2$ (PPP-Strassenprojekt Indien).....	398
<b>Tabelle 37:</b> Risikokosten (MCS) PPP-Bestandsprojekt $B_2$ (PPP-Strassenprojekt Indien) .....	401
<b>Tabelle 38:</b> Erfolgsrechnung und Rentabilitätsrechnung (ROI) PPP-Bestandsprojekt $B_2$ (PPP-Strassenprojekt Indien).....	405
<b>Tabelle 39:</b> Zusammenfassung Analyseergebnisse PPP-Bestandsprojekte $B_i$ .....	406
<b>Tabelle 40:</b> Auswertung der Analyseergebnisse des IST-PPP-Portfolios .....	407
<b>Tabelle 41:</b> Zusammenfassung Analyseergebnisse PPP-Bestandsprojekte $B_i + Z_1$ .....	408
<b>Tabelle 42:</b> Auswertung der Analyseergebnisse des zukünftigen PPP-Portfolios $ZP_1$ .....	409
<b>Tabelle 43:</b> Zusammenfassung Analyseergebnisse PPP-Bestandsprojekte $B_i + Z_2$ .....	411
<b>Tabelle 44:</b> Auswertung der Analyseergebnisse des zukünftigen PPP-Portfolios $ZP_2$ .....	412

## Lebenslauf

### Dipl.-Ing. Stefan Weissenböck

#### Persönliche Daten

\*03.07.1982 in Grieskirchen, Österreich

#### Ausbildung

06/2011 – 11/2015 Doktoratsstudium  
Lehrstuhl für Bauprozess- und Bauunternehmens-  
management, Institut für Bau- und Infrastrukturmanagement,  
ETH Zürich, Schweiz

10/2002 – 10/2009 Diplomstudium „Bauingenieurwesen“  
Technische Universität Wien, Österreich  
Diplomarbeit: „Eignung, Bestbieterermittlung und Zuschlag  
bei der Vergabe von Bauaufträgen analysiert anhand der  
Staaten Österreich und Italien“  
Abschluss mit Auszeichnung

10/2006 – 06/2007 Auslandsstudium «Ingegneria Civile» (Bauingenieurwesen)  
Università „La Sapienza“, Rom, Italien

09/1996 – 06/2001 Höhere Technische Bundeslehranstalt 1, Linz, Österreich  
Matura mit Auszeichnung

#### Berufserfahrung

10/2010 – 09/2015 Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Dozent  
Lehrstuhl für Bauprozess- und Bauunternehmens-  
management, Institut für Bau- und Infrastrukturmanagement,  
ETH Zürich, Schweiz

01/2009 – 09/2010 Junior Projektentwickler  
HOCHTIEF PPP Solutions GmbH, Essen, Deutschland

11/2007 – 02/2009 Technischer Angestellter (Teilzeit)  
Bonaventura Strassenerrichtungs GmbH, Wien, Österreich

06/2002 – 09/2006 Techniker (Teilzeit)  
Ingenieurbüro Sandberger, St. Agatha, Österreich

07/1998 – 09/2007 diverse Praktika im Umfang von insgesamt 12 Monaten