



**CUREM**

Center for Urban & Real Estate Management – Zürich

**Masterthesis**  
zur Erlangung des  
Master of Science in Real Estate (CUREM)

***Beurteilung von Objektstrategien  
unter Berücksichtigung von Risiken***

Name: Bernhard Rosner

Adresse: Meinrad-Lienert-Strasse 25, 8003 Zürich

Eingereicht bei:

- *Dr. Sven-Eric Ropeter-Ahlers,  
Ropeter Ahlers – real estate consulting & analysis, Bremen,  
Inhaber*
- *Dominik Weber, MRICS,  
Verit Verwaltungs- und Immobilien-Gesellschaft, Zürich,  
Vorsitzender der Geschäftsleitung*

Abgabedatum: 14. August 2009

**Vorwort:**

Den ersten Ansporn zu dieser Arbeit habe ich vor einigen Jahren im Gespräch mit einem Investor gefunden, als die Instandsetzung und der Neubau eines Mehrfamilienhauses mit annähernd gleichem Bewertungsergebnissen gegenüber standen. Die zahlreichen Argumente, die mal für die eine und mal für die andere Variante sprachen, konnten nicht quantifiziert beurteilt werden, sondern mussten teils subjektiv gegeneinander abgewogen werden. Ein Verfahren zur Bewertung von Risiken wäre damals hilfreich gewesen. Nachdem sich die Diskussion bei weiteren Objekten wiederholte, schien es mir angemessen, mich in meiner Masterthesis dieser Problematik zu widmen.

Mir war bewusst, dass ich ohne fundierte Kenntnisse zu den Simulationsverfahren und zur Stochastik, zunächst die theoretischen Grundlagen erarbeiten muss, um ein geeignetes Verfahren zur Beurteilung von Objektstrategien unter Berücksichtigung von Risiken entwickeln zu können. Die Erhebung der relevanten Daten konnte trotz des Umfangs des theoretischen Unterbaus der Arbeit, durch eine Experten-Umfrage erfolgen, wobei eine umfangreichere und repräsentativere Datengrundlage für die Zukunft wünschenswert wäre.

Mein besonderer Dank geht an meinen Betreuer Dr. Sven-Eric Ropeter-Ahlers, der in den vergangenen Monaten viel Zeit und Geduld aufbrachte und mir in zahlreichen Telefonkonferenzen mit seiner sympathischen und zugleich unerbittlichen Kritik half dieses komplexe Thema zu bewältigen. Insbesondere möchte ich mich auch bei meinem Koreferenten Dominik Weber bedanken, der als Pragmatiker immer wieder den Bezug zur Praxis herstellte. Ich hatte damit ein heterogenes Betreuersteam, dass zum Thema passte und sich gut ergänzte.

Des Weiteren danke ich meiner Lebensgefährtin Valérie Hepp, die mich während des gesamten Studiums tatkräftig unterstützte und mich in schwierigen Zeiten auffing. Zudem danke ich meinen Freunden und meiner Familie, die immer verständnisvoll zu mir standen. Zu guter Letzt danke ich allen, die wissentlich oder unwissentlich zum erfolgreichen Abschluss dieses Studiums beigetragen haben.

**Inhaltsverzeichnis:**

<b>INHALTSVERZEICHNIS</b>	<b>I</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>III</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS</b>	<b>IV</b>
<b>FORMELVERZEICHNIS</b>	<b>V</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>VI</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung	1
1.3 Vorgehen	2
<b>2 Projektentwicklung, Objektstrategie, Eigentümerstrategie</b>	<b>4</b>
2.1 Der Begriff der Projektentwicklung	4
2.2 Der Begriff der Objektstrategie	4
2.3 Der Begriff der Eigentümerstrategie	5
<b>3 Verfahren und Modelle zur Risikobetrachtung</b>	<b>6</b>
3.1 Der Begriff des Risikos	6
3.1.1 Sicherheit und Unsicherheit, Ungewissheit und Risiko	6
3.1.2 Risiko und Informationsdefizite	7
3.1.3 Risiken und Chancen	7
3.2 Risikobetrachtung in einem Risiko-Management-System	8
3.3 Modelle zur Risikoanalyse und -bewertung	10
3.3.1 Einführung	10
3.3.2 Modelle ohne Berücksichtigung von Wahrscheinlichkeiten	11
3.3.2.1 Korrekturverfahren	11
3.3.2.2 Sensitivitätsanalyse oder Zielgrößenänderungsrechnung	12
3.3.2.3 Szenario-Analyse	14
3.3.3 Modelle mit Berücksichtigung von Wahrscheinlichkeiten	15
3.3.3.1 Grundlagen zur Wahrscheinlichkeitsrechnung	15
3.3.3.2 Vollenumeration	17
3.3.3.3 Simulationsverfahren	17
3.3.4 Zusammenfassung der Modelle zur Risikoanalyse und -bewertung	19
<b>4 Methoden zur Bewertung von Objektstrategien</b>	<b>21</b>
4.1 Überblick über die Methoden der Investitionsrechnung	21

---

4.2	Discounted-Cash-Flow-Methode	22
4.2.1	Konzept	22
4.2.2	Zahlungsüberschüsse $Z_t$	24
4.2.3	Diskontierungszinssatz $i$	25
4.2.4	Restnutzungsdauer $r$ und Renovationsfond $k$	26
4.2.5	Wiederanlageprämisse	26
4.2.6	Renditeberechnung	26
4.3	Vollständiger Finanzplan	27
4.3.1	Konzept	27
4.3.2	Anwendung des VOFI zur Bewertung	28
4.3.3	Renditeberechnung	29
4.4	Zusammenfassung zur Eignung der Methoden	29
<b>5</b>	<b>Modellentwicklung</b>	<b>31</b>
5.1	Modellentwicklung ohne Berücksichtigung von Wahrscheinlichkeiten	31
5.2	Sensitivitätsanalyse des Modells	33
5.3	Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Variablen	35
5.3.1	Methoden zur Erhebung der Datengrundlagen	35
5.3.1.1	Identifikation und Klassifizierung der Einzelrisiken	35
5.3.1.2	Statistische Methode	36
5.3.1.3	Delphi-Methode	37
5.3.1.4	Experten-Befragung	38
5.3.1.5	Zusammenfassung der Methoden	38
5.3.2	Erstellen der Wahrscheinlichkeitsverteilungen aus den Datengrundlagen	39
5.4	Modellberechnung	39
<b>6</b>	<b>Ergebnisse und deren Interpretation</b>	<b>41</b>
6.1	Risikoneigung bei verschiedenen Anlagestrategien	41
6.2	Interpretation der Ergebnisse	42
6.2.1	Graphische Interpretation der Ergebnisse	42
6.2.2	Stochastische Dominanz	44
6.2.2.1	Stochastische Dominanz ersten Grades	44
6.2.2.2	Stochastische Dominanz zweiten Grades	45
6.3	Zusammenfassung	47
<b>7</b>	<b>Fazit und Ausblick</b>	<b>48</b>
	<b>ANHANG</b>	<b>49</b>
	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>70</b>
	<b>EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG</b>	<b>72</b>

**Abbildungsverzeichnis:**

Abbildung 1: Lebenszyklus einer Immobilie.....	5
Abbildung 2: Sicherheit und Unsicherheit, Ungewissheit und Risiko.....	6
Abbildung 3: Positive und negative Zielabweichung.....	7
Abbildung 4: Regelkreislauf des Risikomanagements.....	8
Abbildung 5: Massnahmen der Risikosteuerung.....	10
Abbildung 6: Am häufigsten verwendete Risiko-Modelle.....	11
Abbildung 7: Sensitivitätsanalyse in einem Tornado-Diagramm dargestellt.....	12
Abbildung 8: Nicht-lineares Spider-Chart.....	13
Abbildung 9: Diskrete Wahrscheinlichkeitsverteilung.....	15
Abbildung 10: Stetige Wahrscheinlichkeitsverteilung.....	16
Abbildung 11: Diskrete und stetige Wahrscheinlichkeitsfunktionen.....	16
Abbildung 12: Generierung einer Zufallsstichprobe nach der Monte-Carlo-Methode..	19
Abbildung 13: Generierung einer Zufallsstichprobe mit der Latin-Hypercube-Methode.....	19
Abbildung 14: Typologie der Methoden zur Investitionsrechnung.....	21
Abbildung 15: Modell nach der DCF-Methode ohne Berücksichtigung von Wahrscheinlichkeiten.....	32
Abbildung 16: Tornado-Diagramm des DCF-Modells für eine beispielhafte Objektstrategie.....	34
Abbildung 17: Risikoklassifizierung nach Risikoträgern.....	35
Abbildung 18: Dichtefunktion der Baukosten eines Instandsetzungs-Projektes.....	39
Abbildung 19: Risikoneigung im Risiko-Rendite-Diagramm.....	41
Abbildung 20: Dichtedarstellung exemplarischer Barwerte.....	42
Abbildung 21: Kumulierte Wahrscheinlichkeiten des Barwertes.....	43
Abbildung 22: Stochastische Dominanz ersten Grades zweier kumulierter Häufigkeiten.....	44
Abbildung 23: Zwei kumulierte Verteilungen mit einem Schnittpunkt.....	45
Abbildung 24: Stochastische Dominanz zweiten Grades von A gegenüber B mit $D(z) \geq 0$ .....	45
Abbildung 25: Zwei kumulierte Verteilungen mit einem Schnittpunkt.....	46
Abbildung 26: Keine stochastische Dominanz, da $D(z)$ negative Werte enthält.....	46

**Tabellenverzeichnis:**

Tabelle 1: Beispiel einer Sensitivitätsanalyse .....	12
Tabelle 2: Szenarioanalyse mittels Tabelle .....	14
Tabelle 3: Erfüllung von Anforderung an die Risikomodelle.....	20
Tabelle 4: Berechnung des Zahlungsüberschusses.....	24
Tabelle 5: Vollständiger Finanzplan (VoFi) .....	28
Tabelle 6: Sensitivitätsanalyse des Beispiels .....	33
Tabelle 7: In den Risikoklassen enthaltene Risiken .....	36
Tabelle 8: Tabellarisches Ergebnis der Experten-Befragung für Baukosten einer Instandsetzung.....	38

**Formelverzeichnis:**

Formel 1: Funktion der Normalverteilung.....	15
Formel 2: Barwert der ersten Phase der DCF-Methode .....	23
Formel 3: Zahlungsstrom der zweiten Phase der DCF-Methode.....	23
Formel 4: Rentenbarwert der zweiten Phase der DCF-Methode .....	23
Formel 5: Barwert des Zweiphasen-Modells der DCF-Methode.....	23
Formel 6: Berechnung des Weightes Average Cost of Capital (WACC) .....	25
Formel 7: Anfangsrendite bei der DCF-Methode .....	27
Formel 8: Stochastische Dominanz ersten Grades, A dominiert B.....	44
Formel 9: Stochastische Dominanz zweiten Grades, A dominiert B.....	45

**Abkürzungsverzeichnis:**

bzw.	beziehungsweise
Cdf	Cumulative distribution function (Kumulierte Verteilungsfunktion)
DCF	Discounted-Cash-Flow-Methode
d.h.	das heisst
MCS	Monte-Carlo-Simulation
RMS Error	Root Mean Square Error
vgl.	vergleiche
VOFI	Vollständiger Finanzplan
z.B.	zum Beispiel

# 1 Einleitung

## 1.1 Problemstellung

Objektstrategien für bestehende Renditeligenschaften müssen laufend überprüft und neu ausgerichtet werden. In der Praxis werden dafür verschiedene Szenarien verglichen, indem die Cashflows abgebildet und bewertet werden. Die mit den Szenarien verbundenen Risiken werden in der heutigen Praxis überwiegend durch argumentatives Abwägen, durch Zu- und Abschläge oder durch Sensitivitätsanalysen erfasst. Bei einer eingehenden Auseinandersetzung mit den Risiken und den Verfahren zur Risikoanalyse ist festzustellen, dass die voran genannten Vorgehen zu subjektiv geprägten Aussagen führen, da Wahrscheinlichkeiten unberücksichtigt bleiben.<sup>1</sup> Die Risiken alternativer Objektstrategien lassen sich daher mit diesen Verfahren nicht objektiv vergleichen, weil die Risiken nicht quantifizierbar werden. Mit der Analyse quantitativ erfasster Risiken kann der Investitionsentscheid hingegen objektiv unterstützt und die Gefahr von Fehleinschätzungen reduziert werden.

## 1.2 Zielsetzung

Diese Arbeit widmet sich der Problematik, die inhärenten Risiken einer Objektstrategie quantitativ zu erfassen, um alternative Szenarien objektiv zu vergleichen. Es wird ein Verfahren entwickelt, in dem die wesentlichen Aspekte jedes Szenarios unter Berücksichtigung von Wahrscheinlichkeiten beurteilt werden können, um das Gesamtrisiko jeder Objektstrategie abzubilden. Es wird eine modelltechnische Umsetzung aufgezeigt, die zu einer objektiven Entscheidungsgrundlage für den Investitionsentscheid führt.

Mit der Betrachtung kann zudem die Objektstrategie (bottom-up) auf die Eigentümerstrategie (top-down) abgestimmt werden, da nicht nur die Wert- und Renditeerwartungen, sondern auch die Risiken einzelner Szenarien quantifiziert gegenüber gestellt werden. Die Erkenntnisse der Risikoanalyse können zudem in das Risiko-Management-System eines Portfolios einfließen.

Das entwickelte Verfahren ermöglicht eine Beurteilung der Objektstrategien nach dem Best-Owner-Prinzip. Die Einflüsse der Kapitalmarkt-Situation werden bewusst ausser Acht gelassen, da die Finanzierungsstrukturen und -kosten ein Bestandteil der Eignerstrategie - und nicht der Objektstrategie - sind. Die Risiken durch Zinsentwicklungen bleiben in dieser Arbeit daher unberücksichtigt.

Bei der Verfahrensentwicklung wurde darauf Wert gelegt, ein möglichst einfaches Modell herzustellen, mit dem signifikante Aussagen über die Vorteilhaftigkeit einzelner alternativer Szenarien gemacht werden können.

Zur Quantifizierung der Risiken wird ein Simulationsverfahren verwendet, dass in der Immobilienbranche noch wenig Anwendung findet. In anderen Wirtschaftszweigen, wie

---

<sup>1</sup> Vgl. Ropeter (2002) S. 244.

zum Beispiel der Pharma-, Chemie- oder Elektronikindustrie werden solche Verfahren bereits seit längerem als hilfreiches Werkzeug eingesetzt.<sup>2</sup> Diese Arbeit setzt sich mit der immobilienpezifischen Anwendung der Simulationsverfahren auseinander und will damit einen Beitrag leisten, um das Verfahren in der Immobilienwirtschaft weiter zu etablieren.

### 1.3 Vorgehen

In der Immobilienbranche sind einige Begrifflichkeiten, die für diese Arbeit wichtig sind, noch unscharf. Es werden daher anfangs allgemeine Definitionen der Projektentwicklung und der Objekt- und Eigentümerstrategie im Lebenszyklus einer Immobilie vorgenommen. Im folgenden Kapitel werden ausgewählte Verfahren zur Risikobetrachtung als theoretische Grundlage für die spätere Anwendung diskutiert. Im Zusammenhang damit wird definiert, was unter Risiken und Chancen im Allgemeinen zu verstehen ist und wie mit Risiken in einem Risiko-Management-System umgegangen wird. Darauf aufbauend werden einige Verfahren zur Risikobetrachtung ohne Berücksichtigung von Wahrscheinlichkeiten diskutiert und darzulegen, weshalb eine objektive Risikobetrachtung von Investitionsalternativen mit diesen Verfahren nicht möglich ist. Um ein geeignetes Verfahren der Risikobetrachtung zu finden, werden die Modelle mit Berücksichtigung von Wahrscheinlichkeiten vorgestellt, wofür zunächst eine Auseinandersetzung mit den, für diese Arbeit relevanten, mathematischen Grundlagen notwendig ist. Zusammenfassend werden alle untersuchten Modelle kritisch hinterfragt und anhand von Kriterien beurteilt und ein Verfahren für das weitere Vorgehen selektiert.

Das ausgewählte Verfahren zur Risikobetrachtung muss mit einem geeigneten Verfahren der Investitionsrechnung kombiniert werden, um die Wirtschaftlichkeit der Szenarien zu beurteilen. Die Discounted-Cash-Flow-Methode und der Vollständige Finanzplan werden dafür näher untersucht. In einer zusammenfassenden kritischen Auseinandersetzung wird eine Bewertungsmethode für die weitere Untersuchung ausgewählt.

Zu der Bewertungsmethode wird, im nächsten Kapitel der Arbeit, ein tabellarisches Modell entwickelt, in das später die Wahrscheinlichkeiten zur Risikobetrachtung integriert werden. Mit einer Sensitivitätsanalyse der Objektstrategien werden diejenigen Parameter identifiziert, die das Ergebnis besonders stark beeinflussen. Diese Parameter werden später mit einer Wahrscheinlichkeitsverteilung in das Modell integriert. Um die Wahrscheinlichkeitsverteilungen der identifizierten Parameter zu erstellen, wird ein Risikokatalog vorgestellt und Methoden zur Abbildung der Risiken in den Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Parameter diskutiert. Da die Anwendung der favorisierten Delphi-Methode den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde, wird eine einfache Experten-Umfrage durchgeführt. Aus den Rohdaten der Umfrage werden mittels einer Simu-

---

<sup>2</sup> Vgl. Mun (2006) S. 187.

lations-Software die Wahrscheinlichkeitsverteilungen der vorher identifizierten Parameter erzeugt.

In das tabellarische Bewertungsmodell werden nun mittels der Simulations-Software die Verteilungen der Parameter integriert und so viele Iterationen berechnet, bis eine vorher definierte Stabilisierung des Ergebnisses erreicht wird. Als Ergebnis resultiert die Wahrscheinlichkeitsverteilung des Barwertes (value-at-risk). Auf die gleiche Weise werden die verschiedenen Szenarien berechnet und die Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Barwerte mit der stochastischen Dominanz ersten bzw. zweiten Grades mathematisch interpretiert. Mit der Ergebnisinterpretation kann, in Abhängigkeit von der Risikoneigung des Investors, die Vorteilhaftigkeit eines Szenarios gegenüber einem anderen bestimmt werden.

## **2 Projektentwicklung, Objektstrategie, Eigentümerstrategie**

### **2.1 Der Begriff der Projektentwicklung**

Für den Begriff der Projektentwicklung gibt es bis heute keine eindeutige Definition, jedoch hat die Beschreibung von Claus Diederichs einige Verbreitung gefunden:

*„Durch Projektentwicklungen [...] sind die Faktoren Standort, Projektidee und Kapital so miteinander zu kombinieren, dass einzelwirtschaftlich wettbewerbsfähige, Arbeitsplatz schaffende und sichernde, sowie gesamtwirtschaftlich sozial- und umweltverträgliche Immobilienobjekte geschaffen und dauerhaft rentabel genutzt werden können.“<sup>3</sup>*

Diederichs Beschreibung verfolgt damit einen statischen Ansatz, der die Projektentwicklung nicht als Prozess im Lebenszyklus einer Immobilie berücksichtigt. In der Definition von Stephan Bone-Winkel hingegen werden die zeitlichen Dimensionen mit eingeschlossen:

*„Projektentwicklung lässt sich definieren als das interdisziplinäre Management von planungs- und baubezogenen Wertschöpfungsprozessen im Lebenszyklus der Immobilie. Dazu gehören die Bausteine Akquisition, Nutzungskonzeption, Machbarkeitsanalyse, Baurechtschaffung, Marketing und Vermietung, Projektmanagement sowie die Verwertung der Immobilie.“<sup>4</sup>*

Die Projektentwicklung findet, wie in Abbildung 1 dargestellt, zunächst am Beginn eines Lebenszyklus statt und geht mit der Realisierung und Vermarktung in die erste Nutzungsphase über. Daran knüpfen neue Projektentwicklungen an und führen zu neuen Nutzungsphasen, bis der Lebenszyklus der Immobilie durch die endgültige Verwertung (Verkauf / Rückbau) abgeschlossen ist.

### **2.2 Der Begriff der Objektstrategie**

Die Projektentwicklung ist das Ergebnis der Objektstrategie innerhalb des Lebenszyklus der Immobilie. Sie ist dabei eine Art Businessplan für ein einzelnes Objekt. In der mehrjährigen Nutzungsphase ändern sich durch den gesellschaftlichen Wandel und die zunehmenden technischen Anforderungen die Ansprüche an die Immobilie. Zugleich ändert sich durch die Abnutzung die Immobilie selbst und wird gegebenenfalls sanierungsbedürftig. Der Eigentümer ist daher gehalten, frühzeitig Strategien zu entwickeln, mit denen die Immobilie bei gerechtfertigtem Aufwand attraktiv und marktkonform neu positioniert werden kann.

Dazu wird während der Nutzungsphase das Marktumfeld, der Gebäudezustand und die sich ändernde Mieterschaft beobachtet und analysiert, um frühzeitig den idealen Zeitpunkt für notwendige Investitionen oder Desinvestition zu erkennen.

---

<sup>3</sup> Diederichs (1994) S. 43.

<sup>4</sup> Bone-Winkel (2006) S.29.

In der Entwicklung einer Objektstrategie werden dazu verschiedene Handlungsalternativen, die sich aus der Lage und Art der Liegenschaft selbst ergeben, untersucht. Diese führen in der Regel zu unterschiedlichen Investitionsvolumen, Renditen und Risiken. Die Objektstrategie darf daher nicht nur aus der Sicht der Immobilie (bottom-up) entwickelt werden, sondern muss der jeweiligen Eigentümerstrategie (top-down) entsprechen.

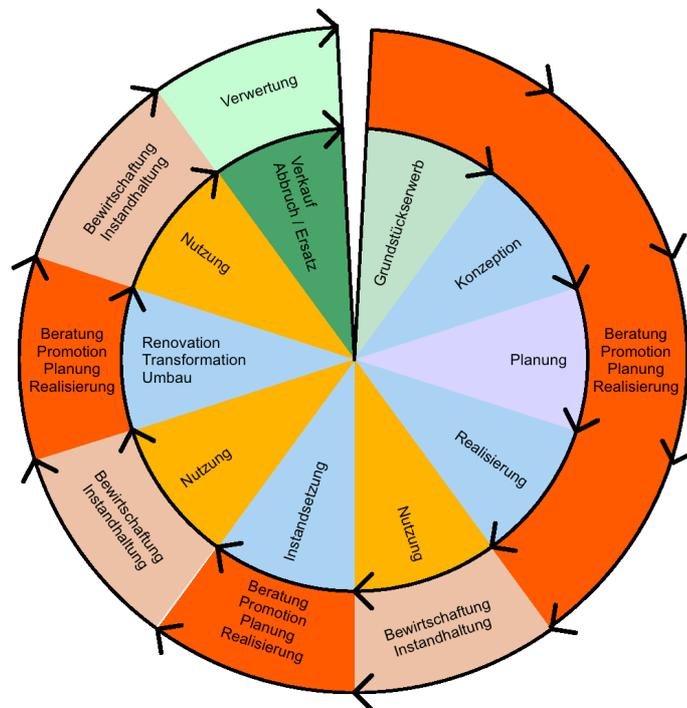


Abbildung 1: Lebenszyklus einer Immobilie<sup>5</sup>

### 2.3 Der Begriff der Eigentümerstrategie

Die Eigentümerstrategie für eine Liegenschaft basiert auf den Kapitalanlage-Bedürfnissen des Eigentümers. Er versucht innerhalb seines gesamten Anlageportfolios eine möglichst effiziente Rendite-Risiko-Struktur zu erreichen und muss dabei allenfalls gewisse gesetzliche Regulationen (z.B. bei Versicherungen, Pensionskassen) beachten.

Die unterschiedlichen Investitionsvolumen, Renditen und Risiken der Handlungsalternativen müssen daher mit den strategischen Zielen des Gesamt-Portfolios des Eigners abgestimmt werden. Dabei müssen Liquiditätsengpässe oder Anlagedruck, sowie Diversifikationseffekte und die grundsätzliche Risikoaversion im Portfolio berücksichtigt werden.

Um die beiden Betrachtungsrichtungen bottom-up und top-down zusammenzuführen, ist nebst den quantifizierten Aussagen der Investitionsrechnung und der Renditeberechnung eine entsprechende Risikobetrachtung der Handlungsalternativen hilfreich, um die Risikostruktur der einzelnen Immobilie mit den Risiken des Gesamtportfolios abzustimmen.

<sup>5</sup> in Anlehnung an Schäfers (1996) S. 26.

### 3 Verfahren und Modelle zur Risikobetrachtung

#### 3.1 Der Begriff des Risikos

##### 3.1.1 Sicherheit und Unsicherheit, Ungewissheit und Risiko

Allgemein könnte man das Risiko als die Möglichkeit des Abweichens von einer geplanten Zielgrösse definieren.<sup>6</sup> Auf die Immobilienwirtschaft angewendet bedeutet dies, dass das Risiko darin besteht, dass die erwartete Rendite von ihrem Sollwert abweicht.<sup>7</sup>

Hildenbrand fasst den Begriff des Risikos durch Abgrenzungen, wie es in Abbildung 2 illustriert wird, zusammen. Er unterscheidet dabei zunächst, ob ein Ereignis mit Sicherheit oder mit Unsicherheit eintritt. Wenn davon ausgegangen werden kann, dass ein Ereignis sicher eintritt, gibt es dazu weder eine Ungewissheit noch ein Risiko. Ist das Eintreten eines Ereignisses jedoch unsicher, müssen Ungewissheit und Risiko weiter unterschieden werden. Im Falle der Ungewissheit ist keinerlei Aussage über die Wahrscheinlichkeit des Eintretens möglich. Es wird ein eigentliches Wagnis eingegangen.<sup>8</sup> Allenfalls können durch zusätzliche Informationsbeschaffungen Ungewissheiten zu benennbaren Risiken transformiert werden.<sup>9</sup>

Ist es durch den Informationsstand möglich, eine Aussage über die Eintrittswahrscheinlichkeit zu machen, wird für das Risiko weiter zwischen einer messbaren und einer nicht-messbaren Wahrscheinlichkeit unterschieden. Bei der messbaren Wahrscheinlichkeit liegen objektive Informationen vor, die das Risiko quantifizierbar machen, wohingegen bei den nicht messbaren Wahrscheinlichkeiten eine empirische oder subjektive Bewertung des Risikos durch den Entscheidungsträger erfolgen kann und damit die nicht messbaren Risiken faktisch messbar werden.<sup>10</sup>

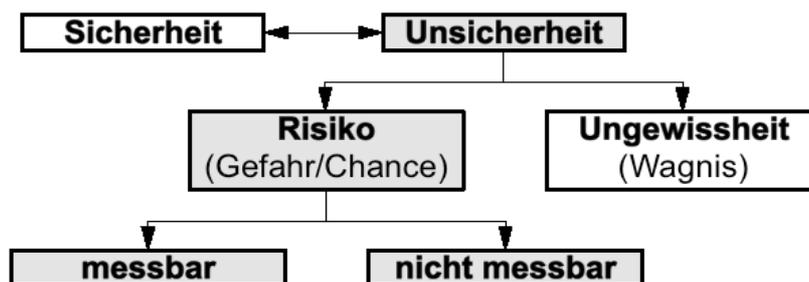


Abbildung 2: Sicherheit und Unsicherheit, Ungewissheit und Risiko<sup>11</sup>

In einer Risikobetrachtung kann somit das aus einer Unsicherheit entstehende Risiko untersucht werden, während die Ungewissheit oder das Wagnis nicht messbar bleibt.

<sup>6</sup> Vgl. Hellerfoth (2001) S. 11.

<sup>7</sup> Vgl. Wellner (2002) S. 6.

<sup>8</sup> Vgl. Hildenbrand (1998) S. 9.

<sup>9</sup> Vgl. Ropeter (2002) S. 62.

<sup>10</sup> Vgl. Hildenbrand (1998) S. 9-10.

<sup>11</sup> Vgl. Maier (1999) S. 6.

### 3.1.2 Risiko und Informationsdefizite

Die Risikobetrachtung hängt, wie im vorangegangenen Abschnitt erläutert, wesentlich vom Informationsstand des Entscheidungsträgers ab. Theoretisch könnten alle nicht messbaren Risiken durch vollständige Informationen in sichere, messbare Risiken verwandelt werden. Man könnte daher das Risiko auch als Informationsdefizit interpretieren, wie es Roth näher beschreibt:

*„Information ist ebenso eine subjektive (d.h. personen- und situationsbezogene) Zustandsgröße wie das individuelle Ziel, dessen Verfehlung das Risiko ausmachen soll. So führen gleiche Umweltsituationen bei unterschiedlich definierten Zielwerten („Nullpunkten“) zu unterschiedlichen Risikomeßwerten.“<sup>12</sup>*

### 3.1.3 Risiken und Chancen

Der Begriff des Risikos ist im allgemeinen Sprachgebrauch negativ belegt, da er emotional und subjektiv als Möglichkeit eines Schadens verstanden wird. Dem englischen Begriff *risk* ist jedoch nicht nur das deutschsprachige Risiko, sondern auch die Chance auf einen höheren Gewinn zuzuordnen.<sup>13</sup> Wie in Abbildung 3 dargestellt, wird daher zwischen dem reinen und dem spekulativen Risiko unterscheiden.<sup>14</sup>

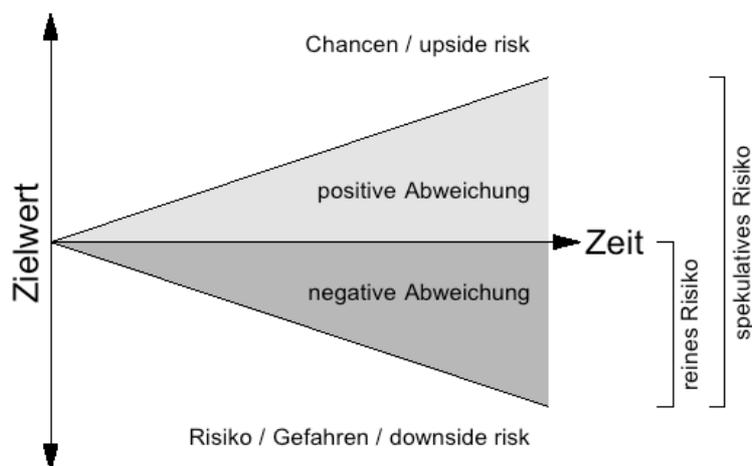


Abbildung 3: Positive und negative Zielabweichung<sup>15</sup>

In dieser Arbeit wird grundsätzlich der Begriff Risiko für die positive und negative Abweichung vom Zielwert verwendet und entspricht damit mit dem spekulativen Risiko.

<sup>12</sup> Roth (2002) S. 15.

<sup>13</sup> Vgl. Rosenkranz (2005) S. 7.

<sup>14</sup> Vgl. Wiedenmann (2005) S.19.

<sup>15</sup> Vgl. Wiedenmann (2005) S.19.

### 3.2 Risikobetrachtung in einem Risiko-Management-System

Eine Risikobetrachtung verfolgt das Ziel, dem Entscheidungsträger eine Hilfestellung für eine Investitionsentscheid zu geben.<sup>16</sup> Der Investitionsentscheid über eine einzelne Immobilienkapitalanlage muss im Kontext des Portfolios mit einer gesamthaften Risikobetrachtung erfolgen. Es wird daher, obwohl in dieser Arbeit nur die Risiken einer einzelnen Immobilie betrachtet werden, das Risiko-Management-System eines Portfolios aufgezeigt und dargelegt, wie die Einzelrisiken einer Immobilie in das Gesamtrisiko eines Portfolios implementiert werden können.

Um ein Risiko-Management-System aufzubauen und es längerfristig fortführen zu können, ist eine nachvollziehbare und strukturierte Vorgehensweise zu wählen. Alle organisatorischen Massnahmen, die zur Risikoerkennung und –steuerung erforderlich sind, sollen dabei aus der Perspektive eines Eigentümers abgeleitet werden.

Die gif (Gesellschaft für Immobilienwirtschaftliche Forschung e.V.) hat ein Arbeits- und Diskussionspapier publiziert, in dem dieses Vorgehen in einem Regelkreislauf (Abbildung 4) zusammenfasst wird. Die einzelnen Schritte dieses Regelkreislaufes werden im folgenden erläutert, um das Vorgehen aufzuzeigen. In dieser Arbeit wird das Vorgehen sinngemäss auf die Risiken einer einzelnen Immobilie angewandt.

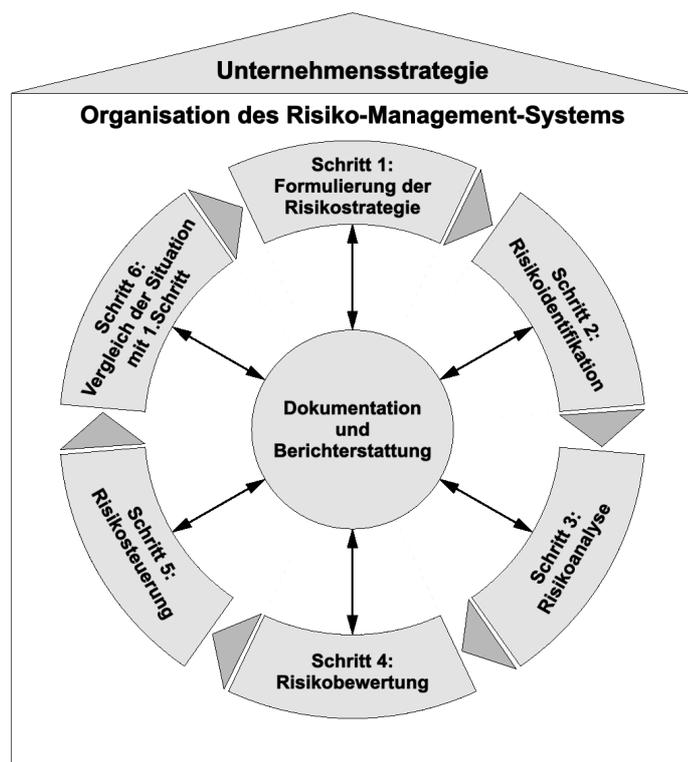


Abbildung 4: Regelkreislauf des Risikomanagements<sup>17</sup>

<sup>16</sup> Die Risikobetrachtung hat durch die neue Basler Eigenkapitalvereinbarung (auch Basel II genannt) an Bedeutung gewonnen. Den nationalen Gesetzgeber wird empfohlen, die Vereinbarung durch nationales Recht umzusetzen. Mit der Vereinbarung wird die Risikobetrachtung bei Bonitätsprüfungen und Kreditbepreisungen durch die Kreditinstitute reglementiert. Die Risikobetrachtung gewinnt daher gerade bei Immobilien an Bedeutung.

<sup>17</sup> Vgl. gif (2009) S. 8.

- **Risikostrategie:** Eine übergeordnete Risikostrategie definiert die generelle Risikobereitschaft des Eigentümers. Sie steht im direkten Zusammenhang mit der Tätigkeit des Eigentümers in seinem Marktumfeld mit seinen konkreten Kapitalanlagen und den damit verbundenen erwarteten Erträgen. Es werden Zielgrößen ausgewählt und deren Sollzustände definiert, um diese später mit Ist-Werten zu vergleichen. Durch die Abweichungen von Soll- und Istzuständen können entsprechende Massnahmen induziert werden.<sup>18</sup>
- **Risikoidentifikation und Klassifizierung:** Um das Gesamtrisiko zu erfassen, werden die einzelnen Risiken identifiziert und zu einem Risikokatalog zusammengetragen. Die einzelnen Risiken werden dabei klassifiziert, um sie mit den vorher definierten Zielen vergleichen zu können. Dabei ist durch klare Definitionen und Abgrenzungen darauf zu achten, dass einzelne Risiken nicht übersehen oder mehrfach genannt werden, um das Ergebnis nicht zu verfälschen.<sup>19</sup>
- **Risikoanalyse:** Die einzelnen Risiken werden bezüglich Ihrer Ursache, Entstehung und Auswirkung untersucht. Die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Risiken werden erforscht. Es wird untersucht, ob es sich um messbare oder nicht-messbare Risiken handelt. Zumindest theoretisch können alle nicht-messbaren Risiken durch zusätzliche Informationsbeschaffung messbar gemacht werden.<sup>20</sup>
- **Risikobewertung:** Die Risiken werden qualitativ oder quantitativ bewertet. Die Eintrittswahrscheinlichkeiten der Einzelrisiken werden abgeschätzt, und das Gesamtrisiko wird in einer Zusammenführung der Einzelrisiken ermittelt.<sup>21</sup> Dafür stehen verschiedene Modelle zur Verfügung. Eine Auswahl der häufig verwendeten Modelle wird in Kapitel 3.4 näher vorgestellt.
- **Risikosteuerung:** Die gewonnen Ergebnisse aus der Risikobewertung werden gesteuert und damit an die Vorgaben der Risikostrategie angepasst. Durch die Steuerung können sie mittels Überwälzung, Minderung, Begrenzung, Teilung, Diversifikation oder durch zusätzliche Untersuchungen begrenzt oder vermieden werden. Dadurch kann ein Abgleich mit der Risikostrategie erfolgen.<sup>22</sup> Der Prozess wird in Abbildung 5 dargestellt.

---

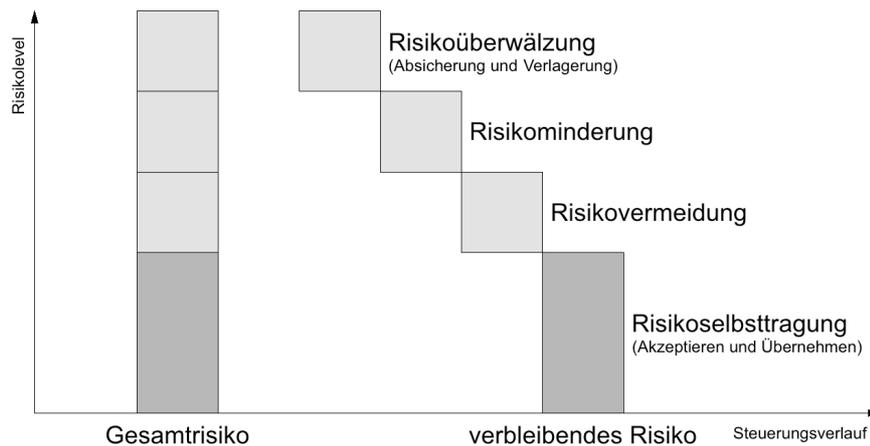
<sup>18</sup> Vgl. gif (2009) S. 13ff.

<sup>19</sup> Vgl. gif (2009) S. 17ff.

<sup>20</sup> Vgl. gif (2009) S. 23ff.

<sup>21</sup> Vgl. gif (2009) S. 28ff.

<sup>22</sup> Vgl. gif (2009) S. 36ff.

Abbildung 5: Massnahmen der Risikosteuerung<sup>23</sup>

- **Rückkopplung:** Die erhaltenen Ist-Werte werden mit den in der Risikostrategie festgelegten Soll-Werten verglichen. Bei Abweichungen werden die Ursachen analysiert und Massnahmen zur Korrektur erarbeitet. Mit den neuen Massnahmen und Erkenntnissen ändern sich die Annahmen die in das Risiko-Management-System einfließen und der Regelkreislauf beginnt wieder von vorne.<sup>24</sup>

### 3.3 Modelle zur Risikoanalyse und -bewertung

#### 3.3.1 Einführung

Zur Analyse und Bewertung von Risiken wurde in der Vergangenheit eine Vielzahl verschiedener Modelle entwickelt. Marc Louargand<sup>25</sup> hat im Jahr 1992 in den USA eine Umfrage durchgeführt, welche Modelle bei Immobilienexperten am häufigsten angewendet werden. Weitere Experten-Umfragen, die sich speziell auf die Projektentwicklung fokussieren, wurden in Deutschland im Jahre 2002 durch Markus Wiedenmann<sup>26</sup> und 2005 in der Schweiz durch Valentin Müller<sup>27</sup> durchgeführt.

Wie in Abbildung 6 dargestellt, bedienen sich die meisten Experten in den drei betrachteten Ländern am häufigsten der Sensitivitätsanalyse, der Szenarioanalyse und des Korrekturverfahrens. Die Verwendungshäufigkeit ist dabei in den drei Umfragen unterschiedlich stark ausgeprägt. Dies dürfte zum einen an kulturellen Unterschieden liegen, aber auch daran, dass die Umfragen mit einigen Jahren Abstand zueinander durchgeführt wurden. Zudem ist die Zahl der Befragten bei den drei Umfragen sehr unterschiedlich.<sup>28</sup> Scoring- und Ratingmodelle werden länderübergreifend weniger häufig verwendet, wobei Simulationen mit expliziter Berücksichtigung von Wahrscheinlichkeiten weniger Anwendung finden.

<sup>23</sup> Vgl. Wiedenmann (2005) S. 24.

<sup>24</sup> Vgl. gif (2009) S. 42ff.

<sup>25</sup> Vgl. Louargand (1992) S. 367.

<sup>26</sup> Vgl. Wiedenmann (2005) S. 121.

<sup>27</sup> Vgl. Müller (2007).

<sup>28</sup> Anzahl der Befragten: USA: 426, Deutschland: 81; Schweiz: 17.

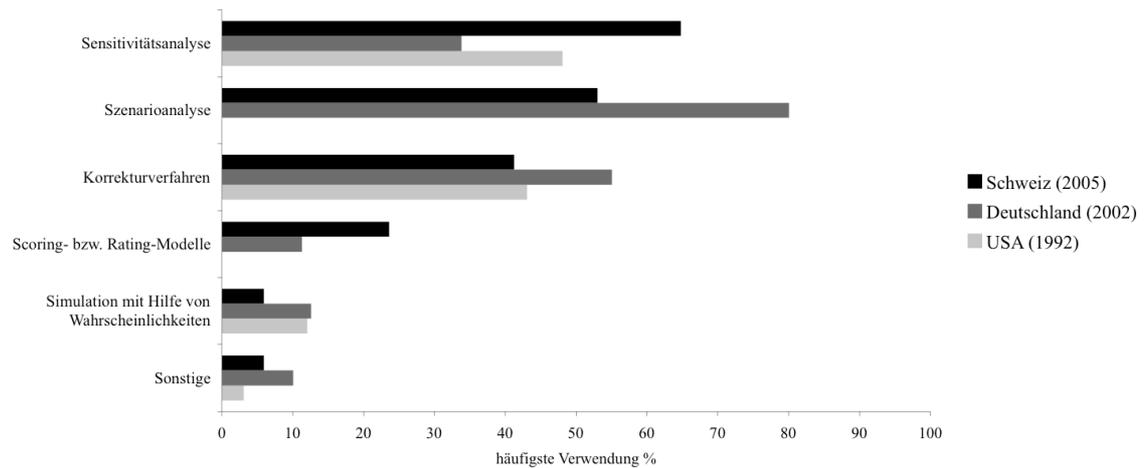


Abbildung 6: Am häufigsten verwendete Risiko-Modelle<sup>29</sup>

Das Korrekturverfahren, die Sensitivitätsanalyse, das Verfahren kritischer Werte und die Szenarioanalyse, die keine Wahrscheinlichkeiten berücksichtigen, werden im folgenden Abschnitt erläutert. Anschliessend werden die Simulationsverfahren vorgestellt und die jeweiligen Vor- und Nachteile aller vorgestellten Modelle und Verfahren zusammengefasst.

### 3.3.2 Modelle ohne Berücksichtigung von Wahrscheinlichkeiten

#### 3.3.2.1 Korrekturverfahren

Das Korrekturverfahren ist in der Praxis weit verbreitet. Die Eingangsgrössen zum Beispiel für eine Investitionsrechnung werden durch Risiko- und -abschläge vom eigentlichen, ursprünglich angenommenen Erwartungswert variiert, um ein mit „Sicherheit“ erreichbares Ergebnis zu erhalten.<sup>30</sup>

Zum Beispiel wird der Diskontierungszinssatz erhöht, um ein Risiko in einer Investition pauschal zu berücksichtigen. Zudem können Mieteinnahmen unter dem eigentlichen Erwartungswert angenommen werden, um mögliche Risiken von Mindereinnahmen abzubilden, oder aber die Baukosten mit einem erhöhten Wert erfasst werden.

Die Eingangsgrössen, also der Diskontierungszinssatz, die Mieteinnahme oder die Baukosten, haben in der Realität eine Wahrscheinlichkeit, die allerdings bei der Anwendung dieses Verfahrens nicht berücksichtigt werden kann. Statt dies zu berücksichtigen, werden subjektiv ermittelte Werte festgelegt und zu Risiken addiert, ohne deren gegenseitige Abhängigkeiten zueinander zu analysieren.

Das Korrekturverfahren ist daher nicht transparent und nachvollziehbar, weshalb Investitionsalternativen nicht verglichen werden können. Die Gefahr der Fehleinschätzung durch den Anwender ist gross und die eigentliche Aussage der Investitionsrechnung

<sup>29</sup> Für die USA liegen nicht zu allen Risiko-Modellen Daten vor, was durch den jeweils fehlenden Balken kenntlich gemacht wurde. In den Umfragen wurden weitere Risiko-Modelle abgefragt, die jedoch gar nicht, oder nur sehr wenig Verwendung fanden und deshalb hier nicht aufgeführt werden.

<sup>30</sup> Vgl. Kruschwitz (2000) S. 278ff.

wird durch das Verfahren verfälscht.<sup>31</sup> Wesentliche Anforderungen an eine Risikobetrachtung bleiben damit unerfüllt, weshalb das Verfahren trotz seiner Popularität höchstens zur groben Indikation benutzt werden sollte.

### 3.3.2.2 Sensitivitätsanalyse oder Zielgrößenänderungsrechnung

Mittels der Verfahren der Sensitivitätsanalyse<sup>32</sup> wird untersucht, wie stark sich der Wert der Zielgrösse ändert, wenn sich die einzelnen Eingangsvariablen ändern. Es wird erforscht, welche Eingangsvariablen einen relativ grossen Einfluss auf den Wert des Ergebnisses haben und welche Variablen das Ergebnis nur schwach beeinflussen. Die besonders sensitiven Variablen werden auch bedeutsame oder kritische Werte genannt.<sup>33</sup>

Die Sensitivität der Variablen kann bestimmt werden, indem sie beispielsweise um jeweils  $\pm 10\%$  verändert werden und die Auswirkung auf die Zielgrösse berechnet wird. In Tabelle 1 wird das Ergebnis einer beispielhaften Analyse tabellarisch für eine Renditeberechnung dargestellt.

Bezeichnung	Basiswert	Veränderungen vom Basiswert				Rendite zu Basiswerten	Veränderung Rendite			
		+10%		-10%			absolut		relativ	
Leerstand	2'000	+10%	2200	-10%	1800	3.60%	3.59%	3.60%	-0.08%	0.08%
Vermarktungskosten	62'500	+10%	68750	-10%	56250	3.60%	3.59%	3.60%	-0.09%	0.09%
Aussenanlagen	200'000	+10%	220000	-10%	180000	3.60%	3.59%	3.61%	-0.29%	0.29%
Baunebenkosten	560'000	+10%	616000	-10%	504000	3.60%	3.57%	3.62%	-0.81%	0.82%
Grundstückskosten	1'000'000	+10%	1'100'000	-10%	900'000	3.60%	3.54%	3.65%	-1.43%	1.47%
Finanzierungskosten	1'575'000	+10%	1732500	-10%	1417500	3.60%	3.52%	3.68%	-2.23%	2.34%
Baukosten	3'500'000	+10%	3850000	-10%	3150000	3.60%	3.42%	3.79%	-4.83%	5.35%
Marktmiete	250'000	+10%	275000	-10%	225000	3.60%	3.96%	3.23%	10.08%	-10.08%

Tabelle 1: Beispiel einer Sensitivitätsanalyse

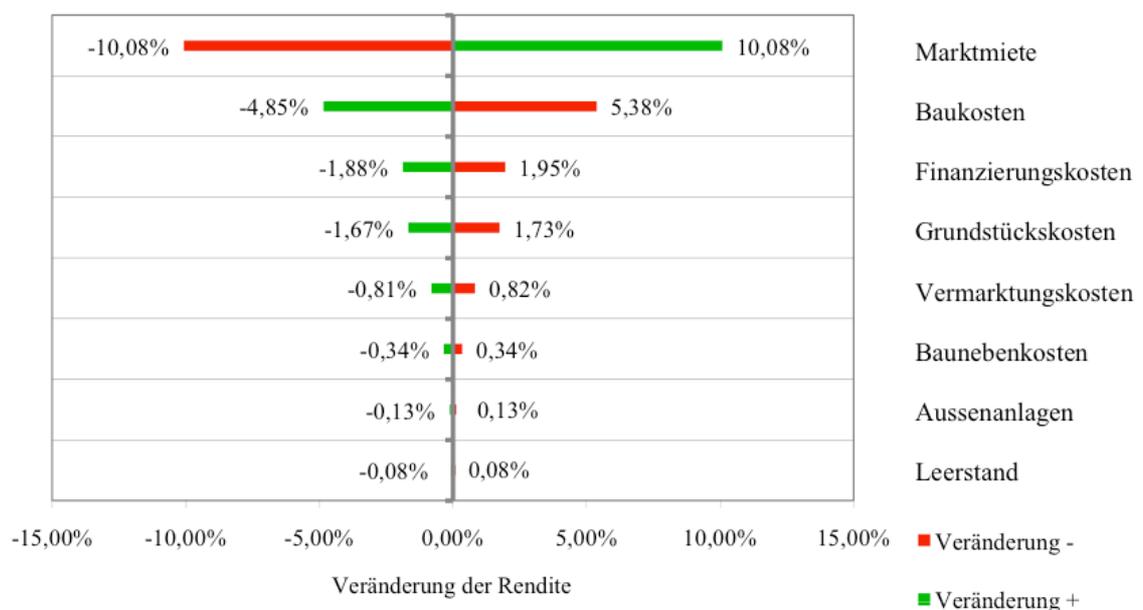


Abbildung 7: Sensitivitätsanalyse in einem Tornado-Diagramm dargestellt

<sup>31</sup> Vgl. Perridon (1995) S. 98-100.

<sup>32</sup> Die Sensitivitätsanalyse wird auch „Sensibilitätsanalyse“ oder „Empfindlichkeitsanalyse“ genannt. Vgl. Ropeter (2002) S. 211, Fussnote 480.

Mit einem Tornado-Diagramm (Abbildung 7) werden die Ergebnisse graphisch aufbereitet. Die näher zu betrachtenden kritischen Parameter können darin schnell abgelesen werden, weshalb diese Art der Darstellung gerne für Ergebnispräsentationen gewählt wird.

In den voran gegangenen Analysen wurden jeweils die Veränderungen der Ergebnisse betrachtet, wenn sich die Eingangsvariablen um einen bestimmten prozentualen Anteil ändern. Mit einem Spider-Chart<sup>34</sup> kann dargestellt werden, ob die Zielgröße direkt proportional (linear) oder indirekt proportional (nicht-linear) von der Variablen abhängt. Im Spider-Chart in Abbildung 8 wird das beispielhafte Ergebnis einer solchen Analyse dargestellt. Die gekrümmten Graphen zeigen indirekte Proportionalitäten auf, die geraden direkte. Die Steigungen der Funktionskurven geben Auskunft über das Mass der Sensitivität des Untersuchungsergebnisses auf die Veränderung der Variablen.<sup>35</sup>

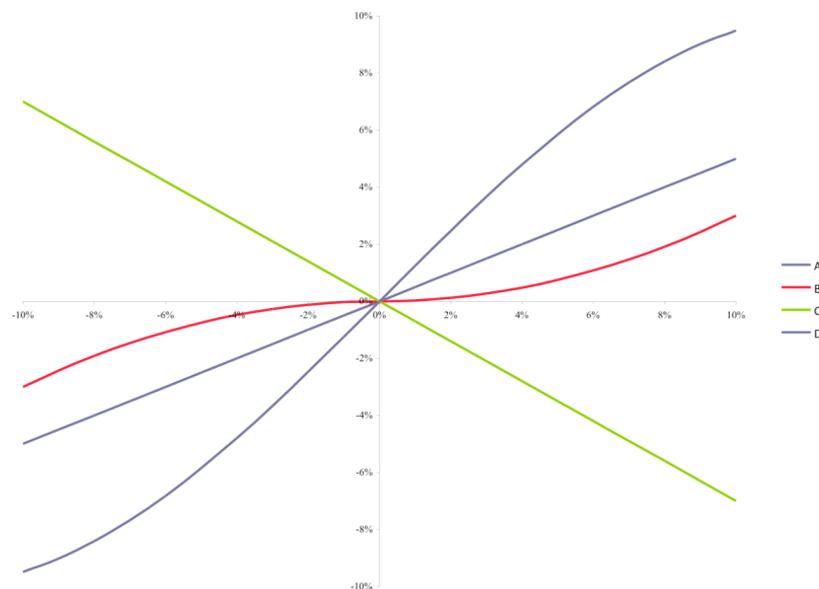


Abbildung 8: Nicht-lineares Spider-Chart

Das **Verfahren kritischer Werte** stammt aus der Familie der Sensitivitätsanalyse und wird daher im gleichen Kapitel behandelt. Dieses Verfahren unterscheidet sich von den vorher beschriebenen Verfahren darin, dass der Anwender zuerst den Grenzwert der Zielgröße festlegt. Davon ausgehend wird berechnet, welchen Grenzwert eine einzelne Variable erreichen kann, damit der Grenzwert der Zielgröße noch erreicht wird.<sup>36</sup>

Die Sensitivitätsanalyse ist ein geeignetes Hilfsmittel, um diejenigen Eingangsvariablen zu bestimmen, auf die das Untersuchungsergebnis besonders „sensitiv“ reagiert. Damit

<sup>33</sup> Vgl. Mun (2006) S. 142-143 und Ropeter (2002) S. 211.

<sup>34</sup> Die direkte Übersetzung aus dem Englischen wäre: Spinnen-Diagramm. Dieser Begriff ist allerdings im Deutschen bereits vom Spinnen(netz)-Diagramm besetzt (engl.: Radar).

<sup>35</sup> Vgl. Mun (2006) S.147-150.

<sup>36</sup> Vgl. Perridon (1995) S. 100ff.

wird bereits deutlich, welche Einzelrisiken, die durch die Variablen repräsentiert sind, besonderes beachtet werden müssen.

In dem vorgestellten Verfahren der Sensitivitätsanalyse wurde allerdings immer nur die Veränderung einer einzelnen Variablen untersucht, während die anderen Variablen konstant bleiben. Diese Annahme stellt ein realitätsfremdes Abbild der Risiken dar, da in der Realität alle Variablen gleichzeitig von der ursprünglichen Annahme abweichen.

Mit den Verfahren ist es zwar möglich, mehr über die Risiken zu erfahren, eine quantitative Aussage über das Gesamtrisiko und eine Vergleichbarkeit verschiedener Investitionsalternativen ist jedoch nicht gegeben.<sup>37</sup>

### 3.3.2.3 Szenario-Analyse

Die Szenario-Analyse ist eine Weiterentwicklung der Sensitivitätsanalyse, wobei anstelle einer isoliert betrachteten Variable mehrere Variablen zu verschiedenen Szenarien zusammengesetzt werden.<sup>38</sup>

Es wird in der Regel ein Standardszenario mit realistischen Basiswerten der Variablen festgelegt. Zusätzlich werden ein zweites, pessimistisches Szenario (Worst-Case), und ein drittes optimistisches Szenario (Best-Case) erstellt. Man erhält so, wie in Tabelle 2 dargestellt, eine Schwankungsbreite für das Untersuchungsergebnis zwischen einem angenommenen schlechtesten bis zu einem besten Wert des Untersuchungsergebnisses.

		Worst-Case	Standard	Best-Case
Marktmiete:	Fr/m <sup>2</sup> a	2'200'000.00	2'800'000.00	3'100'000.00
Erstellungskosten:	Fr/m <sup>2</sup>	36'000'000.00	33'000'000.00	30'000'000.00
Fixkosten	Fr	9'500'000.00	9'000'000.00	8'000'000.00
Rendite	%	4.84	6.67	8.16

Tabelle 2: Szenarioanalyse mittels Tabelle

Die Szenario-Analyse ist zwar ein praktikables und viel verwendetes Analyse-Verfahren, jedoch können die Zusammenhänge zwischen den Szenarien nicht ausreichend analysiert werden. Da für das tatsächliche Eintreten der Szenarien keinerlei Aussage über die Wahrscheinlichkeiten gemacht werden kann, bleibt dem Anwender nichts anderes übrig, als allen Szenarien die gleiche Wahrscheinlichkeit zu geben, womit er das Risiko nicht bewerten kann. Das Verfahren ist daher nicht geeignet, um Handlungsalternativen zu vergleichen.<sup>39</sup>

<sup>37</sup> Vgl. Ropeter (2002) S. 213.

<sup>38</sup> Vgl. Hellerforth (2008) S. 34.

<sup>39</sup> Vgl. Ropeter (2002) S. 224.

### 3.3.3 Modelle mit Berücksichtigung von Wahrscheinlichkeiten

#### 3.3.3.1 Grundlagen zur Wahrscheinlichkeitsrechnung

Bevor auf die verschiedenen Verfahren eingegangen wird, werden im Folgenden einige grundlegende Begriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung erklärt. Da den Variablen kein sicherer Wert zugeordnet werden kann, wird ihnen eine Wahrscheinlichkeitsverteilung zugrunde gelegt. In diesem Zusammenhang wird zunächst zwischen diskreten und stetigen<sup>40</sup> Wahrscheinlichkeitsverteilungen unterschieden.

Eine **diskrete Verteilung** liegt dann vor, wenn die Werte für eine Zufallsgrösse nur konkrete Werte annehmen können, also keine Zwischenwerte. Für die Werte  $x_1, x_2, \dots$  werden die Wahrscheinlichkeiten  $p_1, p_2, \dots$  angenommen, wobei die Summe aller Wahrscheinlichkeiten  $p_i$  folgende Regel erfüllen müssen:  $\sum_i p_i = 1$

Als Beispiel wird eine Entscheidung gewählt, die nur mit „Ja“ oder „Nein“ beantwortet werden kann. In Abbildung 9 wäre die Wahrscheinlichkeit für „Ja“ 55% und für „Nein“ 45%.

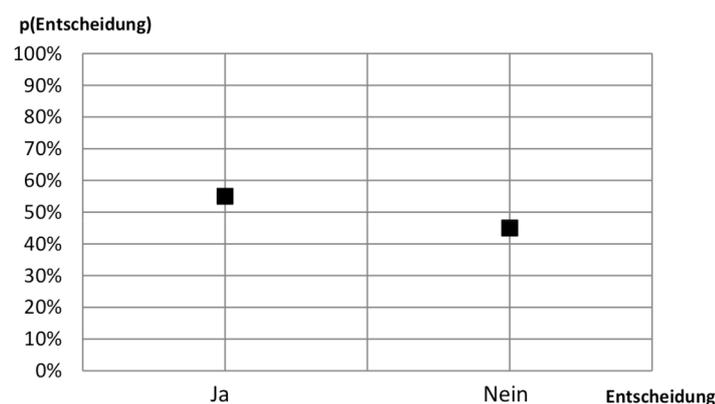


Abbildung 9: Diskrete Wahrscheinlichkeitsverteilung

Bei einer **stetigen Verteilung** kann die Variable hingegen unendlich viele Werte annehmen. Diese Verteilungen werden daher über Funktionen beschrieben. An dieser Stelle wird die gebräuchlichste stetige Verteilung, die Normalverteilung oder auch Gaußverteilung vorgestellt, die durch folgende Funktion allgemein definiert ist:

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \cdot e^{-\left(\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)}$$

Formel 1: Funktion der Normalverteilung

Ein Anwender geht davon aus, dass eine Eingangsvariable  $x$  mit grösster Wahrscheinlichkeit den Wert Null hat, dass sie aber gleichzeitig auch Werte zwischen -12 und 12 annehmen könnte. Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass die Variable  $x$  normal-

<sup>40</sup> Die stetigen Verteilungen werden auch kontinuierliche Verteilungen genannt.

verteilt ist.<sup>41</sup> Damit ergibt sich für die Verteilungsfunktion die in Abbildung 10 dargestellte stetige Wahrscheinlichkeitsverteilung.

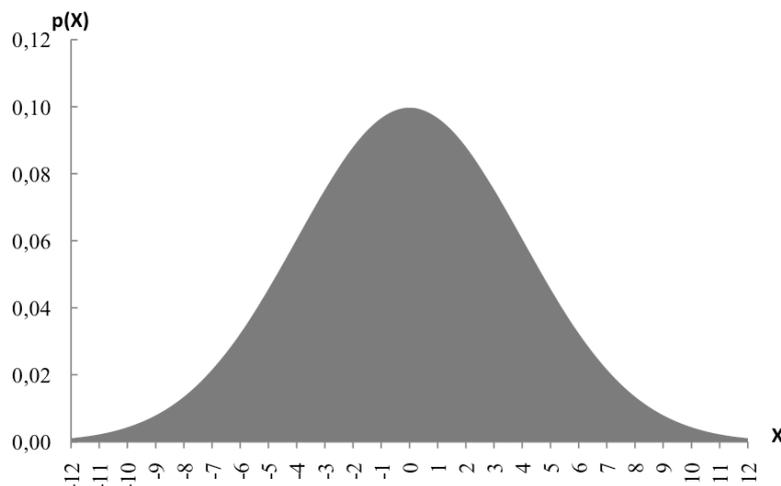


Abbildung 10: Stetige Wahrscheinlichkeitsverteilung

Für die diskreten und stetigen Wahrscheinlichkeitsverteilungen gibt es eine Vielzahl verschiedener mathematisch definierter Verteilungsfunktionen, die in Abbildung 11 zum Überblick dargestellt werden.

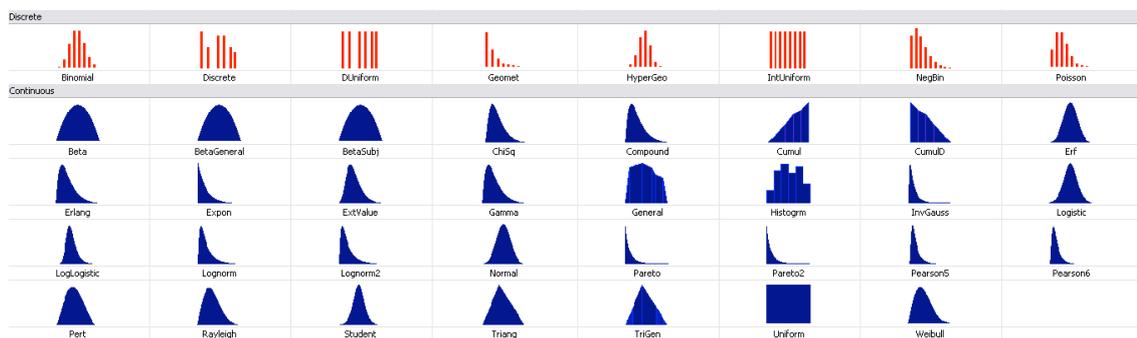


Abbildung 11: Diskrete und stetige Wahrscheinlichkeitsfunktionen<sup>42</sup>

Bei einer Wahrscheinlichkeitsbetrachtung wird grundsätzlich immer von einer Normalverteilung ausgegangen. Da jedoch zur Abbildung realitätsnaher Risiken die Verwendung anderer Verteilungen unabdinglich ist, können diese unter Beachtung gewisser mathematischer Umstände und Komplikationen angewendet werden. Da eine intensive Auseinandersetzung mit dieser Problematik den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde, wird auf die zahlreich vorhandene Literatur verwiesen.<sup>43</sup>

<sup>41</sup> Die Normalverteilung wird häufig als zutreffende Wahrscheinlichkeitsverteilung angenommen. Andere Verteilungen sind möglich. Wahrscheinlichkeitsverteilungen können durch statistische Auswertungen erfasst werden, wenn ausreichendes Datenmaterial vorhanden ist. Wie eine Wahrscheinlichkeitsverteilung statistisch hergeleitet wird, kann zahlreicher Fachliteratur entnommen werden. Untersuchungen mit dem Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest haben ergeben, das Immobilien weitestgehend der Normalverteilung folgen.

<sup>42</sup> Bildschirmfoto aus der Risikoanalyse-Software @RISK

<sup>43</sup> Zum Beispiel in Mun (2006) S. 107-128.

Um eine Risikobetrachtung mit Berücksichtigung von Wahrscheinlichkeiten durchzuführen, werden als erstes mittels der Sensitivitätsanalyse diejenigen Variablen identifiziert, die das Ergebnis signifikant beeinflussen. Den Variablen wird anschliessend je eine Wahrscheinlichkeitsverteilung zugeordnet, mit der das Gesamtrisiko durch die im Folgenden vorgestellten Verfahren ermittelt wird.

Diese Verfahren funktionieren dabei grundsätzlich ähnlich, indem sie den Eingangsvariablen entsprechend ihrer Wahrscheinlichkeitsverteilung jeweils Werte zuordnen und damit die Häufung der erhaltenen Ergebniswerte abbilden.<sup>44</sup> Die Verfahren unterscheiden sich im Wesentlichen darin, wie die Werte der Eingangsvariablen ausgewählt werden.

### 3.3.3.2 Vollenumeration

Beim Verfahren der Vollenumeration werden alle Werte, die innerhalb der Verteilungen aller Variablen liegen, berücksichtigt, um das Ergebnis abzubilden. Das Ergebnis wäre damit mathematisch vollständig richtig. Mit der Kombinatorik lässt sich einfach erklären, dass zum Beispiel für drei Variablen, die jeweils fünf diskrete Werte annehmen können, bereits  $2 \cdot 3^5$ , also 486 Berechnungen notwendig würden.<sup>45</sup> Bei einer stetigen Verteilung, die aus unendlich vielen Werten besteht, ergibt sich automatisch eine unendlich grosse Anzahl notwendiger Berechnungen. Selbst wenn man die stetigen Verteilungen durch eine Intervallbildung in diskrete Verteilungen umbildet, wären immer noch immens viele Berechnungen notwendig. Die Durchführung wäre selbst beim heutigen Stand der Computertechnologie noch problematisch - oder zumindest nicht komfortabel. Die Vollenumeration ist daher ein theoretisches Verfahren, das in der Praxis keine Anwendung findet.<sup>46</sup>

### 3.3.3.3 Simulationsverfahren

Beim Simulationsverfahren<sup>47</sup> werden die Werte der Variablen durch einen Zufallszahlengenerator<sup>48</sup>, wie es im Folgenden beschrieben wird, gewählt. Dabei werden solange unterschiedliche Werte ausgewählt, bis sich das Berechnungsergebnis um eine vorher durch den Anwender definierte Standardabweichung stabilisiert. Der Berechnungsaufwand wird so im Vergleich zur Vollenumeration erheblich reduziert. Das Ergebnis ist zwar theoretisch nicht vollkommen richtig, genügt aber den praktischen Anforderungen

---

<sup>44</sup> Vgl. Mun (2006) S. 74.

<sup>45</sup> Für die drei Variablen mit fünf diskreten Werten ergeben sich  $3^5=243$  Möglichkeiten. Zu jeder Möglichkeit muss nun der Wert und schliesslich das Ergebnis berechnet werden. Damit ergibt sich eine Verdoppelung auf 486 Berechnungen.

<sup>46</sup> Vgl. Ropeter (2005) S. 228ff.

<sup>47</sup> Auch Stichprobenanalyse genannt.

<sup>48</sup> An dieser Stelle ist anzumerken, dass die EDV-gestützten Zufallszahlengeneratoren keineswegs zufällige Zahlen produzieren, da die Software-Prozedur, die dem Zufallsgenerator zugrunde liegt, selbst deterministischen Algorithmen folgen muss.

vollumfänglich. Beim Simulationsverfahren tritt ein mathematisches Problem mit diskreten Verteilungen auf, weshalb sie in stetige Verteilungen gewandelt werden müssen, was unter Umständen nicht unproblematisch ist.<sup>49</sup>

Innerhalb der Simulationsverfahren wird weiter nach der Art und Weise, wie die Werte der Eingangsvariablen erzeugt werden, unterschieden.

Bei der **Monte-Carlo-Methode**<sup>50</sup> werden die Werte der Eingangsvariablen zufällig innerhalb der Verteilung erzeugt. Durch die rein zufällige Auswahl kommt es allerdings vor, dass sich Häufungen an Werten ergeben oder dass gerade im Randbereich der zu untersuchenden Verteilungen relativ wenige Werte ausgewählt werden (siehe hierzu auch Fussnote 47). Dadurch sind verhältnismässig viele Stichprobenberechnungen notwendig, um von einer angemessenen Verteilung der gewählten Werte ausgehen zu können, um schliesslich ein signifikantes Ergebnis zu erhalten.<sup>51</sup>

Bei der **Latin-Hypercube-Methode** werden hingegen die Werte nicht rein zufällig gewählt, sondern die zu untersuchende Verteilung wird in Intervalle mit gleich grosser Wahrscheinlichkeit unterteilt. Innerhalb jedes einzelnen Intervalls werde Zufallswerte generiert. Dadurch wird eine sinnvolle Verteilung der erzeugten Werte gewährleistet, weshalb bei geringerem Rechenaufwand bereits bessere Ergebnisse erzielt werden. Die Latin-Hypercube-Methode ist damit effizienter als die Monte-Carlo-Methode und kommt daher in dieser Arbeit zur Anwendung.<sup>52</sup>

Der Unterschied zwischen der Monte-Carlo- und der Latin-Hypercube-Methode wird in den Abbildungen 12 und 13 dargestellt. Über die kumulierte Verteilungsfunktion werden bei der Monte-Carlo-Methode rein zufällig Stichproben berechnet, während bei der Latin-Hypercube-Methode innerhalb gleich grosser Intervalle Zufallszahlen gewählt werden.

---

<sup>49</sup> Vgl. Hildenbrand (1998) S. 75.

<sup>50</sup> Unter dem Begriff der Monte-Carlo-Simulation werden im heutigen Sprachgebrauch fälschlicherweise diverse Simulationsverfahren zusammengefasst, die auf einer Stichprobenanalyse basieren. Die eigentliche Monte-Carlo-Simulation bezieht sich ausschliesslich auf die Monte-Carlo-Methode mit zufälliger Auswahl der Werte der Eingangsgrössen. Es wird in dieser Arbeit daher der Begriff des Simulationsverfahrens verwendet.

<sup>51</sup> Vgl. Ropeter (2002) S. 237-239

<sup>52</sup> Vgl. Ropeter (2002) S. 242-243

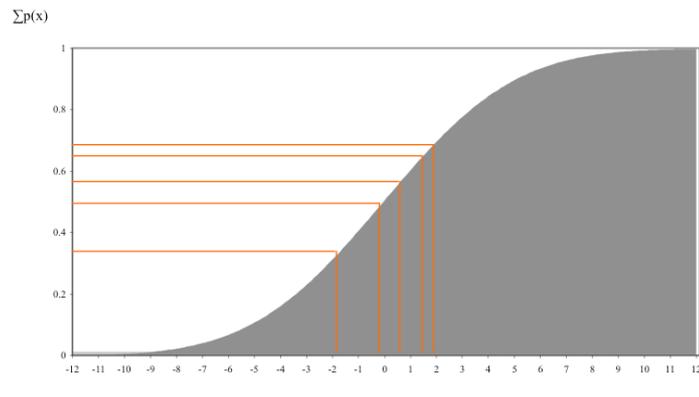


Abbildung 12: Generierung einer Zufallsstichprobe nach der Monte-Carlo-Methode

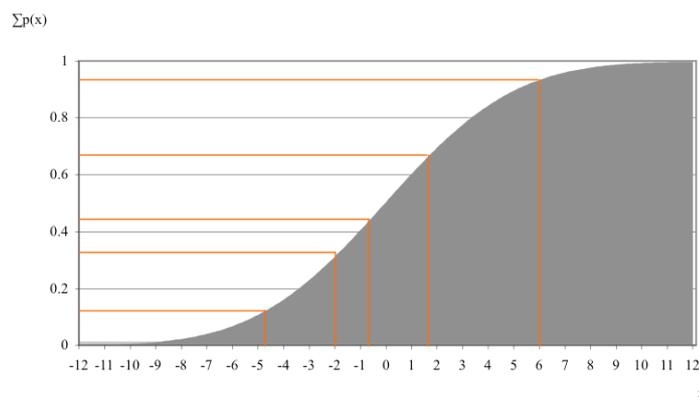


Abbildung 13: Generierung einer Zufallsstichprobe mit der Latin-Hypercube-Methode

Für Stichprobenanalysen sind verschiedene Computer-Programme wie zum Beispiel @risk oder Crystal Ball erhältlich. Die meisten Programme arbeiten als Plug-In (Zusatzprogramm) auf Excel. Die Berechnungen in dieser Arbeit wurden mit der Studenten-Version von @risk 5.0 Industrial erstellt. Im Anhang befindet sich zur Veranschaulichung ein Beispiel einer Wahrscheinlichkeitsberechnung mit dem Simulationsverfahren.

### 3.3.4 Zusammenfassung der Modelle zur Risikoanalyse und -bewertung

Im bisherigen Verlauf der Untersuchung wurden einige Verfahren und Modelle zur Risikoanalyse und -bewertung vorgestellt. Es wird nun deutlich, dass sich die Verfahren ohne Berücksichtigung von Wahrscheinlichkeiten nicht eignen, um Risiken transparent zu beurteilen, wodurch Investitionsentscheidungen mit diesen Verfahren nicht objektiv verglichen werden können.

Wiedenmann hat in diesem Zusammenhang einen Anforderungskatalog formuliert und die Verfahren anhand von vier Kriterien untersucht. Seine Untersuchungsergebnisse werden in Tabelle 3 zusammengefasst:

	Korrekturverfahren	Sensitivitätsanalyse	Szenarioanalyse	Stichprobenanalyse
Transparenz	---	+	++	+++
Vergleichbarkeit von Investitionsalternativen	---	---	--	++
Eintrittswahrscheinlichkeit der Risiken	---	---	---	+++
Praktikables, verständliches und interpretierbares Ergebnis	+	+	++	+

Tabelle 3: Erfüllung von Anforderung an die Risikomodelle<sup>53</sup>

Die Untersuchung verdeutlicht, dass sich die Verfahren ohne Berücksichtigung von Wahrscheinlichkeiten wegen mangelnder Transparenz und Vergleichbarkeit der Ergebnisse nicht eignen, um zwischen Investitionsalternativen abzuwägen. Es erstaunt daher, dass gemäss der Expertenbefragungen aus Kapitel 3.4.1 diese Verfahren trotzdem rege Anwendung finden.

Folglich wird festgestellt, dass lediglich die Simulationsverfahren angemessen sind, um Risiken transparent und vergleichbar zu analysieren und zu bewerten. Deshalb wird sich diese Arbeit mit diesen Verfahren weiter auseinandersetzen.

<sup>53</sup> In Anlehnung an Wiedenmann (2005) S. 123, 125, 127 und 136.

## 4 Methoden zur Bewertung von Objektstrategien

### 4.1 Überblick über die Methoden der Investitionsrechnung

Mit einer Investitionsrechnung kann ein Eigentümer überprüfen, welche Investitionsalternative vorteilhaft ist. Um die Handlungsalternativen bei einer Objektstrategie weiter zu untersuchen, werden daher im nächsten Schritt einige Verfahren der Investitionsrechnung erläutert und ihre Eignung kritisch analysiert, um anschliessend die zuvor behandelten Risikomodelle in die Investitionsrechnung zu integrieren.

Direkte Immobilieninvestitionen zeichnen sich durch einen hohen Kapitalbedarf mit langen Kapitalbindungen und langfristigen Zahlungsströmen aus. Durch die Langlebigkeit der Immobilie und der damit verbundenen langen Amortisationsdauer haben Immobilieninvestitionen einen langfristigen Einfluss auf die Liquidität des Investors. Die Investitionsrechnung ist dabei ein objektives Instrument, um Fehlentscheidungen zu verhindern. Der Realitätsbezug der Aussage ist stets mit den jeweiligen Modellkriterien kritisch zu hinterfragen. Die Zielgrössen „Rentabilität“, „Risiko“ und „Liquidität“ haben dabei eine zentrale Bedeutung. Insbesondere bei den Renditekennziffern ist zu überprüfen, ob die Auswahl der Methode massgeblich mit den Zielen des Investors übereinstimmt.<sup>54</sup>

Die Verfahren der Investitionsrechnung lassen sich wie in Abbildung 14 dargestellt typologisieren.<sup>55</sup>

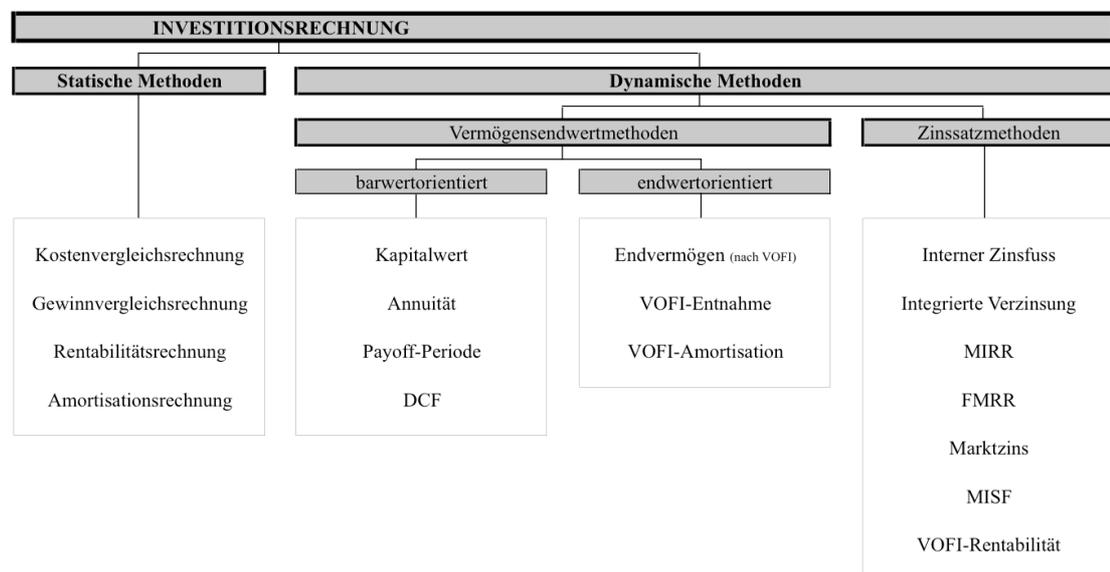


Abbildung 14: Typologie der Methoden zur Investitionsrechnung

Dabei werden die statischen und die dynamischen Methoden unterschieden, wobei bei den dynamischen Methoden weiter zwischen den Vermögensendwert- und den Zinssatzmethoden unterschieden wird. Innerhalb der Vermögensendwertmethoden werden die barwert- und die endwertorientierten Methoden weiter differenziert.

<sup>54</sup> Vgl. Hellerforth (2008) S. 10.

<sup>55</sup> Vgl. Ropeter (2002) S. 89.

Bei den **statischen Methoden** werden die Zahlungsströme mit Durchschnittswerten abgebildet, wobei die zeitliche Struktur der Zahlungen unberücksichtigt bleibt. Zins- und Zinseszinsseffekte werden nicht beachtet. In den statischen Methoden bleiben damit wesentliche Komponenten einer Investition unbeachtet. Ihre Anwendung ist daher ausgesprochen problematisch<sup>56</sup>, weshalb in dieser Arbeit nicht näher darauf eingegangen wird.

Bei den **dynamischen Methoden** wird hingegen die zeitliche Dimension beachtet. Zahlungen werden explizit und zu ihrem Zahlungszeitpunkt erfasst und über einen Diskontierungszinssatz auf einen Bezugszeitpunkt abgezinst. Innerhalb der dynamischen Modelle ist vor allem die Discounted-Cash-Flow-Methode (DCF) zu nennen, die eine grössere Isomorphie zwischen der Realität und dem Modell herstellen kann<sup>57</sup> und in der schweizerischen Immobilienwirtschaft weit verbreitet ist. Das Vorgehen entspricht dabei der Kapitalwertmethode. Im folgenden Kapitel wird auf die DCF-Methode näher eingegangen.

Die Methode des internen Zinsfusses ist in der Anwendung für diese Arbeit problematisch. Wegen mathematischer Restriktionen darf in den Zahlungsreihen nur ein Vorzeichenwechsel auftreten, da andernfalls keine eindeutige Lösung berechnet werden kann. Auf die Methode des internen Zinsfusses wird daher nicht näher eingegangen.

Der vollständige Finanzplan (VOFI) ist eine **moderne Methode**, die neben dem Zeitpunkt der Zahlungen auch die Kapitalmarktsituation berücksichtigt. Finanzierungen und Reinvestitionsmöglichkeiten können durch separat erfasste Soll- und Habenzinsen differenziert betrachtet werden, wodurch eine weitere Annäherung an die Realität möglich ist. Im Gegensatz zur DCF-Methode werden die Zahlungen nicht auf einen Barwert abgezinst, sondern auf einen Vermögensendwert aufgezinst. Die Methode des vollständigen Finanzplans wird im Anschluss an die DCF-Methode vorgestellt.

Die Methoden der Investitionsrechnung wurden anhand ihrer Typologie überblickend vorgestellt. Es wurden dabei die Discounted-Cash-Flow-Methode und der vollständige Finanzplan als relevant erachtet um die Untersuchungen weiter zu führen. Diese beiden Methoden werden nun ausführlicher betrachtet.

## 4.2 Discounted-Cash-Flow-Methode

### 4.2.1 Konzept

Die Discounted-Cash-Flow-Methode<sup>58</sup> (DCF) wurde ursprünglich zur Unternehmensbewertung entwickelt und gewinnt seit etwas mehr als zehn Jahren in der schweizerischen Immobilienwirtschaft eine immer grössere Bedeutung.<sup>59</sup>

---

<sup>56</sup> Vgl. Hellerforth (2008) S. 18.

<sup>57</sup> Vgl. Hellerforth (2008) S. 20.

<sup>58</sup> Discounted Cash Flow ist der englische Begriff für den Barwert einer Reihe von Zahlungsströmen.

Mit der DCF-Methode wird eine Investition anhand der zu erwartenden Zahlungen<sup>60</sup> mittels eines festgelegten Diskontierungszinssatzes ermittelt. Es ist ein Zweiphasen-Modell, das sich grundsätzlich an der Kapitalwertmethode orientiert. Im Unterschied zur Kapitalwertmethode wird allerdings keine Anschaffungszahlung berücksichtigt.

In der ersten Phase, dem so genannten Planungshorizont, wird der Barwert der Überschüsse einer Zahlungsreihe periodengerecht berechnet. Der Gegenwartswert oder Barwert  $G_0$  einer zukünftigen Zahlungsfolge, die aus den Zahlungen  $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_n$  besteht wird dem Zinssatz  $i$ , wie folgt berechnet<sup>61</sup>:

$$G_0(n) = \sum_{t=1}^n Z_t \cdot \frac{1}{(1+i)^t}$$

Formel 2: Barwert der ersten Phase der DCF-Methode

In der zweiten Phase, die zeitlich soweit in der Zukunft liegt, dass präzise Annahmen über die Zahlungsströme nicht möglich sind - oder zumindest unrealistisch wären, wird ein durchschnittlich zu erwartender Zahlungsüberschuss für die Restnutzungsdauer der Immobilie angenommen. In der Praxis wird dazu der Zahlungsüberschuss der letzten Periode des Planungshorizontes der ersten Phase verwendet. Davon wird ein prozentualer Anteil für zukünftige Instandsetzungen als Renovationsfond subtrahiert. Der Zahlungsstrom  $Z_r$  für die zweite Phase ist damit mit einem Renovationsfond  $k$  folgender:

$$Z_r = Z_n - Z_n \cdot k = Z_n \cdot (1 - k)$$

Formel 3: Zahlungsstrom der zweiten Phase der DCF-Methode

Um den Wert der zukünftigen Zahlungsströme  $Z_r$  zu erhalten, werden diese mit dem Rentenbarwertfaktor über die Restnutzungsdauer der Immobilie berechnet. Der Rentenbarwert der zweiten Phase<sup>62</sup> ist dann mit der durchschnittlichen Zahlung  $Z_r$ , der Restnutzungsdauer  $r$  und dem Zinssatz  $i$ :

$$RBW = Z_r \cdot \frac{1 - (1+i)^{-r}}{i}$$

Formel 4: Rentenbarwert der zweiten Phase der DCF-Methode

Um den Gegenwartswert beider Phasen zu erhalten, muss der Rentenbarwert aus Formel 4 zusätzlich über die Perioden der ersten Phase abgezinst werden. Der Gegenwartswert des Zweiphasen-Modells ist dann:

$$G_0(n) = \sum_{t=1}^n Z_t \cdot \frac{1}{(1+i)^t} + Z_r \cdot \frac{1 - (1+i)^{-(n-r)}}{i} \cdot \frac{1}{(1+i)^n}$$

Formel 5: Barwert des Zweiphasen-Modells der DCF-Methode

<sup>59</sup> Vgl. Fierz (2005) S. 151.

<sup>60</sup> Der Begriff Zahlungen bezieht sich auf Ein- und Auszahlungen.

<sup>61</sup> Vgl. Ropeter (2002) S. 96.

<sup>62</sup> Der Rentenbarwert der zweiten Phase wird innerhalb der DCF-Methode auch als Residualwert oder Exit Value bezeichnet.

Formel 5 kann darüber hinaus an weitere projekt- und eigentümerspezifische Anforderungen angepasst werden. Das Ergebnis der DCF-Methode ist der Grenzpreis, den ein Investor mit den prognostizierten Zahlungsströmen und dem Diskontierungszinssatz maximal für den Erwerb der Investition zahlen sollte. Die Methode wird überwiegend zur Bewertung von Immobilienkapitalanlagen verwendet. In der Praxis wird die DCF-Methode in tabellarischer Form angewandt. Ein Beispiel befindet sich im Anhang.

Der Gegenwartswert einer Immobilie mit der DCF-Methode wird nach Formel 5 mit vier Variablen ermittelt, aus den Zahlungen  $Z_t$ , dem Diskontierungszinssatz  $i$ , der Restnutzungsdauer  $r$  und dem Zahlungsabschlag für den Renovationsfond  $k$ . Auf die vier Variablen wird im Folgenden näher eingegangen.

#### 4.2.2 Zahlungen $Z_t$

Für die Zahlungen  $Z_t$  wird der Zahlungsüberschuss oder –unterschuss innerhalb einer Periode ermittelt. Üblicherweise wird als Periodenlänge das Quartal eines Jahres gewählt. Eine feinere oder gröbere Periodisierung in Monate, Jahre oder eine beliebige anderen Zeiteinheit ist grundsätzlich möglich. Es müssen dabei die individuellen Bedürfnisse zwischen der Genauigkeit der Berechnung einerseits und der zunehmenden Komplexität des Modells andererseits abgewogen werden.

Der Zahlungsüberschuss ist der Netto-Ertrag für jede Periode, der sich typischerweise aus den in Tabelle 4 gezeigten Bestandteilen zusammensetzt:

<b>Mietertrag (Soll)</b>
- Ertragsausfälle aus Leerständen
- Inkasso-Verluste (Mietzinsausfälle)
<b>Mietertrag (Ist)</b>
<b>Mietertrag (Ist)</b>
- Betriebskosten
- Unterhaltskosten
- Instandsetzungsarbeiten
- Einlagen in den Renovationsfond
<b>Netto-Ertrag</b>

Tabelle 4: Berechnung des Zahlungsüberschusses<sup>63</sup>

Vom Brutto-Mietertrag werden die entgangenen Erträge durch Leerstände oder Inkasso-Verluste abgezogen, woraus der Netto-Mietertrag resultiert. Vom Netto-Mietertrag werden die Betriebskosten, die Unterhaltskosten, die Instandsetzungskosten und die Einlagen in den Renovationsfond subtrahiert. Das Ergebnis ist der Netto-Ertrag, der auch Free Cash Flow (FCF) oder Zahlungsüberschuss bzw. -unterschuss genannt wird.

<sup>63</sup> Vgl. SIA Dokumentation D 0213 (2005) S. 30.

### 4.2.3 Diskontierungszinssatz $i$

Die Festlegung des Diskontierungszinssatzes  $i$  ist problematisch, da das Bewertungsergebnis einerseits ausgesprochen sensitiv auf dessen Veränderung reagiert und andererseits die Prognose eines adäquaten Zinssatzes über den Zeitraum der Restnutzungsdauer der Immobilie wegen unbekannter Marktentwicklungen nicht plausibel erfolgen kann. Der Diskontierungszinssatz ist daher ein viel diskutiertes Thema, für das es folgende wesentliche Ansätze gibt:

- Im **Risikokomponenten- oder Opportunitätskomponentenmodell** wird zum Zinssatz einer risikolosen Kapitalanlage (z.B. 10-jährige-Bundesobligation) ein pauschaler Risikozuschlag für die in der Immobilienanlage enthaltenen Risiken addiert, womit sich in der Summe der Diskontierungszinssatz ergibt. Dieses Vorgehen entspricht dem in Kapitel 3.3.2.1 vorgestellten Korrekturverfahren und wurde dort bereits wegen mangelnder Transparenz, der Gefahr der Fehleinschätzung sowie der Verfälschung der eigentlichen Investitionsrechnung als unzulängliche Methode bezeichnet.
- Das **Capital Asset Pricing Model (CAPM)**<sup>64</sup> errechnet den Diskontierungszinssatz über statistisch erfasste Beta-Faktoren, die das Risikomass der Investition ausdrücken. Das Modell stammt aus der Welt börsenkodierter Anlagen, die durch täglich publizierte Werte statistisch erfasst und ausgewertet werden können. In der Immobilienwirtschaft ist die Datendichte für Immobiliendirektanlagen erheblich geringer, weshalb die Anwendung unmöglich ist.
- Das Verfahren des **Weighted Average Cost of Capital (WACC)**<sup>65</sup> ermittelt den Diskontierungszinssatz über eine Gewichtung der unterschiedlichen Kapitalkosten des Eigen- und Fremdkapitals. Der WACC berechnet sich bei einem Eigenkapital EK mit einem Eigenkapitalzins von  $r_{EK}$  und einem Fremdkapital FK mit einem Fremdkapitalzins von  $r_{FK}$  wie folgt:

$$WACC = \frac{EK}{EK + FK} \cdot r_{EK} + \frac{FK}{EK + FK} \cdot r_{FK}$$

Formel 6: Berechnung des Weighted Average Cost of Capital (WACC)

Die Verzinsung des Fremdkapitals kann über den Planungshorizont mit einer festverzinslichen 10-jährigen Hypothek marktkonform erfasst werden. Der Investor wird die Höhe der gewünschten Eigenkapitalverzinsung aber festlegen müssen. Dabei kann er den Eigenkapitalzins aus einer risikofreien Kapitalanlage zuzüglich eines pauschalen Risikoaufschlages herleiten, was wiederum dem Korrekturverfahren aus Kapitel 3.3.2.1 entspräche.

Die Vorrausage eines angemessenen Diskontierungszinssatzes ist letztlich wegen der unbekanntem zukünftigen Zins- und Marktentwicklung nicht möglich und kann besten-

<sup>64</sup> Preismodell für Kapitalgüter (Übersetzung: wikipedia.de, aufgerufen am 1.8.2009, 10h).

<sup>65</sup> Gewichtete durchschnittliche Kapitalkosten (Übersetzung: wikipedia.de, aufgerufen am 1.8.2009, 10h).

falls prognostiziert werden.<sup>66</sup> Innerhalb eines regionalen Immobilienmarktes wird in der Praxis der Diskontierungszinssatz durch den Vergleich mehrerer, möglichst gleichartiger Immobiliendirektanlagen abgeschätzt, wobei die individuelle Einschätzung des Markttrends berücksichtigt wird.

#### 4.2.4 Restnutzungsdauer $r$ und Renovationsfond $k$

Die Restnutzungsdauer  $r$  und der Zahlungsabschlag für den Renovationsfond  $k$  beeinflussen den Wert der Immobilie am Ende des Planungshorizontes massgeblich. Die Restnutzungsdauer der Immobilie kann anhand ihres Zustandes am Tag der Berechnung und der innerhalb des Planungshorizontes berücksichtigten Investitionen abgeschätzt werden. Dabei können extreme Marktentwicklungen über mehrere Jahrzehnte hinweg, gerade auch im unmittelbaren Umfeld der Immobilie, nicht explizit erfasst oder bewertet werden. Die Ausgaben für zukünftige Renovationen können mit dem Renovationsfond als statistische Grösse erfasst werden.

#### 4.2.5 Wiederanlageprämisse

Eine Kritik an der DCF-Methode ist, dass mit der Methode die Annahme verbunden wird, dass alle Zahlungsüberschüsse sofort wieder mit der Verzinsung des Diskontierungszinssatzes angelegt werden können. Für die Zahlungsunterschüsse gilt analog, dass die Kapitalaufnahme zum Diskontierungszinssatz jederzeit möglich ist. Die in der DCF-Methode enthaltene so genannte Wiederanlageprämisse ist realitätsfremd und führt in der Regel zu leicht erhöhten Bewertungsergebnissen.

#### 4.2.6 Renditeberechnung

Die Berechnung einer Rendite ist mit der DCF-Methode durch finanz-mathematische Probleme begrenzt. Ähnlich wie bei der Methode des internen Zinsfusses<sup>67</sup> werden bereits bei der Berechnung über mehr als drei Perioden Iterationsverfahren zur Lösung benötigt, die nur durch EDV-unterstützte Rechenprogramme gelöst werden können. Ein weiteres Problem ist, dass innerhalb der Zahlungsströme nur ein Vorzeichenwechsel erfolgen darf, da andernfalls bis zu  $n$  Lösungen resultieren können. Der Anwendung sind daher in der Praxis, zum Beispiel bei grösseren Instandsetzungsarbeiten innerhalb des Planungshorizontes, erhebliche Grenzen gesetzt, weshalb die Rentabilitätsberechnung mit der DCF-Methode in der Regel keine Anwendung findet.

---

<sup>66</sup> Die Prognose erfolgt über eine Regressionsanalyse ex post. Aus den Zahlenreihen der Vergangenheit wird eine Trendentwicklung in die Zukunft projiziert. Wie sich gerade in der jüngsten Vergangenheit, im Herbst 2008, heraus gestellt hat, sind diese Prognosen mit ausgesprochener Vorsicht zu berücksichtigen.

<sup>67</sup> Die Methode des internen Zinsfusses wird in zahlreicher Fachliteratur beschrieben, z.B. in Ropeter (2002) S. 115 ff.

In den meisten DCF-Berechnungen wird zwar eine Rendite ausgewiesen. Dabei handelt es sich aber um die Anfangsrendite, die sich von der Rendite über den Zeitraum des Planungshorizontes deutlich unterscheidet. Die Anfangsrendite ist die Rendite, die in der ersten Periode über dem mit der DCF-Methode ermittelten Barwert erzielt wird. Sie kann mit der statischen Methode der Renditeberechnung vollzogen werden, indem der Zahlungsüberschuss der ersten Periode mit dem Gegenwartswert der Immobilie nach der DCF-Methode dividiert wird:

$$\text{Anfangsrendite} = \frac{Z_1}{G_0(n)}$$

Formel 7: Anfangsrendite bei der DCF-Methode

In dieser Renditekennzahl bleibt allerdings die Veränderung zukünftiger Zahlungsströme, beispielsweise durch sprunghaft steigende oder abfallende Mieteinnahmen während oder nach Baumassnahmen, unberücksichtigt. Die Anfangsrendite ist daher für die Beurteilung von Handlungsalternativen bei Objektstrategien nicht aussagekräftig.

Im Folgenden wird die Methode des vollständigen Finanzplans vorgestellt. Eine kritische Würdigung beider Ansätze folgt im Anschluss.

### 4.3 Vollständiger Finanzplan

#### 4.3.1 Konzept

Die Methode des vollständigen Finanzplans (VOFI) zählt zu den modernen Methoden der Investitionsrechnung und ist eine Weiterentwicklung der dynamischen Methoden. Es wird dabei nicht nur der Zeitpunkt der Zahlungen, sondern auch die unterschiedlichen Kapitalkosten für das Eigen- und das Fremdkapital explizit erfasst. Innerhalb der Methode des VOFI können durch graduelle Modifikationen des Grundkonzeptes spezifische Zielkriterien untersucht werden. Dazu zählen das Endvermögen, die Entnahme, die Amortisationsdauer und die Eigenkapital- sowie die Gesamtkapitalrendite.<sup>68</sup>

Der VOFI wird in tabellarischer Form in Verbindung mit einem Tabellenkalkulationsprogramm, z.B. Excel, angewendet. Dabei wird zwischen originären Zahlungen und derivativen Zahlungen unterschieden. Zu den originären Zahlungen gehören die Anschaffungskosten  $A_0$  in der Periode  $t_0$ , die Zahlungsüberschüsse  $ü_t$  in den Perioden  $t_n$  und der Restverkaufserlös  $R_n$  in der letzten Periode. Die derivativen Zahlungen umfassen das eingebrachte Eigenkapital, die Kreditaufnahme, die Kreditzinsen, die Kredittilgung, die Reinvestition des Guthabens und eine eventuelle Entnahme. Die Zahlungen der Perioden werden dabei auf einen Vermögensendwert aufgezinst. Zudem können durch Nebenrechnungen z.B. Steuern integriert werden.

Tabelle 5 zeigt einen einfachen VOFI, der auf ein Endvermögen ausgerichtet ist.

---

<sup>68</sup> Vgl. Ropeter (2002) S. 172.

Zeitpunkt	$t_0$	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$
<b>Originäre Zahlungen</b>						
$A_0$	-10'000					
$\ddot{U}_1$		4'000	3'500	2'500	1'500	1'000
$R_n$						2'000
<b>Derivative Zahlungen</b>						
Eigenkapital	5'000					
Entnahme	0	0	0	0	0	0
Kreditaufnahme	5'000					
Kreditzinsen (10%)		-500	-500	-500	-500	-500
Kredittilgung		0	0	0	0	-5'000
<b>Reinvestition <math>t_1</math></b>						
		-3'500				
Guthabenzins (5%)			175			
Rückzahlung			3'500			
<b>Reinvestition <math>t_2</math></b>						
			-6'675			
Guthabenzins (5%)				334		
Rückzahlung				6'675		
<b>Reinvestition <math>t_3</math></b>						
				-9'009		
Guthabenzins (5%)					450	
Rückzahlung					9'009	
<b>Reinvestition <math>t_4</math></b>						
					-10'459	
Guthabenzins (5%)						523
Rückzahlung						10'459
<b>Zahlungssaldo</b>						
		0	0	0	0	0
Kreditstand	5'000	5'000	5'000	5'000	5'000	0
Guthabenstand	0	3'500	6'675	9'009	10'459	8'482
Bestandessaldo	-5'000	-1'500	1'675	4'009	5'459	8'482

Tabelle 5: Vollständiger Finanzplan (VoFi)<sup>69</sup>

### 4.3.2 Anwendung des VOFI zur Bewertung

Um mit dem VOFI Objektstrategien zu bewerten, werden mit einer Zielwertsuche die Anschaffungskosten  $A_0$  berechnet. Je höher die Anschaffungskosten sind, umso höher ist die Bewertung der Immobilie bei der Umsetzung der berechneten Objektstrategie.

Um diese Berechnung vorzunehmen, sind des Weiteren folgende Variablen zu bestimmen:

- Die Zahlungsüberschüsse  $\ddot{u}_t$
- Der Restverkaufserlös  $R_n$
- Die Kreditverzinsung
- Die Guthabenverzinsung

Die Berechnung der **Zahlungsüberschüsse  $\ddot{u}_t$**  erfolgt analog der Berechnung der Zahlungen  $Z_t$  bei der DCF-Methode (siehe Kapitel 4.2.2).

Der **Restverkaufserlös  $R_n$**  wurde in der DCF-Methode mit dem Rentenbarwert der zukünftigen Zahlungen ermittelt. Damit würde das finanz-mathematischen Probleme entstehen, das ein aufzinsendes Verfahren mit einem abzinsenden Verfahren kombiniert wird. Der Restverkaufserlös muss daher über eine angenommene Wertsteigerung der Immobilie über den Planungshorizont hinaus berechnet werden. Die Abschätzung einer Wertsteigerung für eine einzelne Immobilie ist dabei spekulativ. Zudem stellt sich, im

<sup>69</sup> Vgl. Ropeter (2002) S. 177.

Zusammenhang mit dieser Untersuchung, die Frage, wie sich der Wert der Immobilie durch eine wertsteigernde Baumassnahme verhalten würde.

Für die **Kreditverzinsung** kann eine 10-jährige festverzinsliche Hypothek als Referenz dienen.

Für die Festlegung der **Guthabenverzinsung** treten wiederum die Probleme auf, die bereits in Kapitel 4.2.3 diskutiert wurden, da der Wert des gewünschten Guthabenzinses einen vergleichsweise grossen Einfluss auf das Bewertungsergebnis nimmt.

### 4.3.3 Renditeberechnung

Mit dem VOFI ist die Berechnung einer Renditekennzahl grundsätzlich möglich. Mit der VOFI-Rendite kann die Vorteilhaftigkeit verschiedener Investitionsalternativen beurteilt werden. Dennoch ist die VOFI-Rendite mit Restriktionen verbunden. Die Berechnung ist nur dann sinnvoll, wenn innerhalb des Planungshorizontes nur einmal Eigenkapital eingesetzt wird.<sup>70</sup> In dieser Untersuchung zur Beurteilung alternativer Objektstrategien erfolgt der Einsatz von Eigenkapital innerhalb des Planungshorizontes mehrfach, weshalb die Berechnung der Rendite auf Basis des Endvermögens mit dem VOFI nicht möglich ist.

## 4.4 Zusammenfassung zur Eignung der Methoden

Einleitend wurde ein Überblick über die Methoden der Investitionsrechnung anhand einer Typologisierung vorgestellt. Daraufhin wurde die Discounted-Cash-Flow-Methode und der Vollständige Finanzplan näher betrachtet. Die Vor- und Nachteile beider Methoden werden jetzt zusammengefasst und für die konkrete Anwendung diskutiert.

Beide Methoden sind nicht zur Berechnung von Renditekenngrössen gedacht, sondern die Vorteilhaftigkeit unterschiedlicher Objektstrategien kann bei beiden Methoden über das Bewertungsergebnis erfolgen. Beim VOFI ist diejenige Investition vorteilhaft, die zu einem höheren Wert der Investitionsobjekts führt, während bei der DCF-Methode der höhere Barwert den Vorteil aufzeigt.

Der VOFI ist eine Methode, die unterschiedliche Finanzierungsstrukturen berücksichtigen kann, während die DCF-Methode mit einem einheitlichen Diskontierungszinssatz arbeitet. Der wesentliche Kritikpunkt an der DCF-Methode liegt darin, dass die Ergebnisverfälschung durch die Wiederanlageprämisse berücksichtigt werden muss. Beim VOFI wird dieses Problem durch unterschiedliche Soll- und Habenverzinsungen eingeschränkt. Die Schwierigkeit eine angemessene Eigenkapitalverzinsung festzulegen, ist hingegen bei beiden Modellen vorhanden. Da bei dieser Beurteilung von Objektstrategien davon ausgegangen wird, dass in einem grösseren, professionellen Portfolio agiert wird, ist das Problem der Wiederanlageprämisse weniger stark

wird, ist das Problem der Wiederanlageprämisse weniger stark ausgeprägt, als bei einer einzelnen Immobilienanlage. Grundsätzlich bewertet die DCF-Methode eine Projektvariante mit höheren Zahlungsüberschüssen durch den unrealistisch hohen Zinssatz der Reinvestition mit einem etwas überhöhten Ergebnis.

Der VOFI ist in der Anwendung aufwendiger, weil die Anschaffungskosten als Ergebnis mit einer Zielwertsuche ermittelt werden müssen. Eine Zielwertsuche unter Berücksichtigung von Wahrscheinlichkeiten ist mit der verwendeten Simulationssoftware leider nicht möglich. Zudem ist die DCF-Methode in der schweizerischen Immobilienwirtschaft weitgehend etabliert. Der Autor entscheidet sich daher, trotz der Wiederanlageprämisse die weiteren Untersuchungen mit der DCF-Methode fortzuführen.

---

<sup>70</sup> Vgl. Ropeter (2002) S. 189.

## 5 Modellentwicklung

Nach der Auseinandersetzung mit den Verfahren zur Risikobetrachtung und zur wirtschaftlichen Bewertung der Objektstrategien kann nun ein Modell entwickelt werden, in dem die Stichprobenanalyse und die Discounted-Cash-Flow-Methode kombiniert werden. Dazu wird zunächst das Modell ohne Berücksichtigung von Wahrscheinlichkeiten erstellt und mit der Sensitivitätsanalyse untersucht. Um den dabei identifizierten Variablen Wahrscheinlichkeitsverteilungen zuzuordnen, werden zunächst Methoden zur Erhebung der dafür erforderlichen Datengrundlagen diskutiert. Schliesslich wird die Berechnung eines exemplarischen Immobilienprojektes durchgeführt.

### 5.1 Modellentwicklung ohne Berücksichtigung von Wahrscheinlichkeiten

Das Modell nach der Discounted-Cash-Flow-Methode wird in tabellarischer Form mit einer Tabellenkalkulation<sup>71</sup> entwickelt. Abbildung 15 zeigt das Modell, das nach den in Kapitel 4.2 diskutierten Kriterien erstellt wurde. Die eingetragenen Werte bilden beispielhaft die Objektstrategie einer beispielhaften Sanierung ab. Die Variablen, die durch den Anwender eingegeben werden, sind gelb unterlegt.

Im oberen Bereich des Blattes werden die Rohdaten erfasst und aufbereitet. Die Mieteinnahmen im Bestand und die Mieteinnahmen nach der Baumassnahme werden separat erfasst, womit der jeweilige Nettoertrag in der Periode  $t_1$  berechnet wird.<sup>72</sup> Rechts davon werden die Baukosten, die aus dem Kostenvoranschlag entnommen werden, eingegeben. Der Diskontierungszinssatz wird über den WACC aus der Kapitalstruktur und dem Eigen- und Fremdkapitalzinssatz berechnet.<sup>73</sup> In den nächsten Zeilen werden Angaben zur Inflation, Mietzinssteigerung, Vermarktungskosten und zur Berechnung des Residualwertes<sup>74</sup> abgefragt.

Im unteren Teil des Blattes erfolgt die Berechnung. In der ersten Phase des Modells (Periode 1 bis 10) werden die Auswirkungen auf die Zahlungsströme während der Umsetzung der Objektstrategie berechnet. Der Autor bemisst die erste Phase auf zehn Jahre mit einer Periodenlänge von einem Jahr<sup>75</sup>. Es wird eine Tabelle erstellt, in deren Spalten die Perioden angelegt werden und in deren Zeilen die Zahlungsströme errechnet werden. Die Mieteinnahmen werden über die Perioden mit der Mietzinssteigerung erhöht, während sich die Bau- und Vermarktungskosten mit der Inflationsrate erhöhen.

---

<sup>71</sup> Der Autor verwendet dazu Microsoft Excel.

<sup>72</sup> Siehe Kapitel 4.2.2.

<sup>73</sup> Siehe Kapitel 4.2.3.

<sup>74</sup> Siehe Kapitel 4.2.1.

<sup>75</sup> In der Praxis wird als Periodenlänge oft das Quartal eines Jahres gewählt. In dieser Untersuchung steht die Methodik im Vordergrund, weshalb zur Reduktion der Komplexität des Modells, die Periodenlänge von einem Jahr verwendet wird.

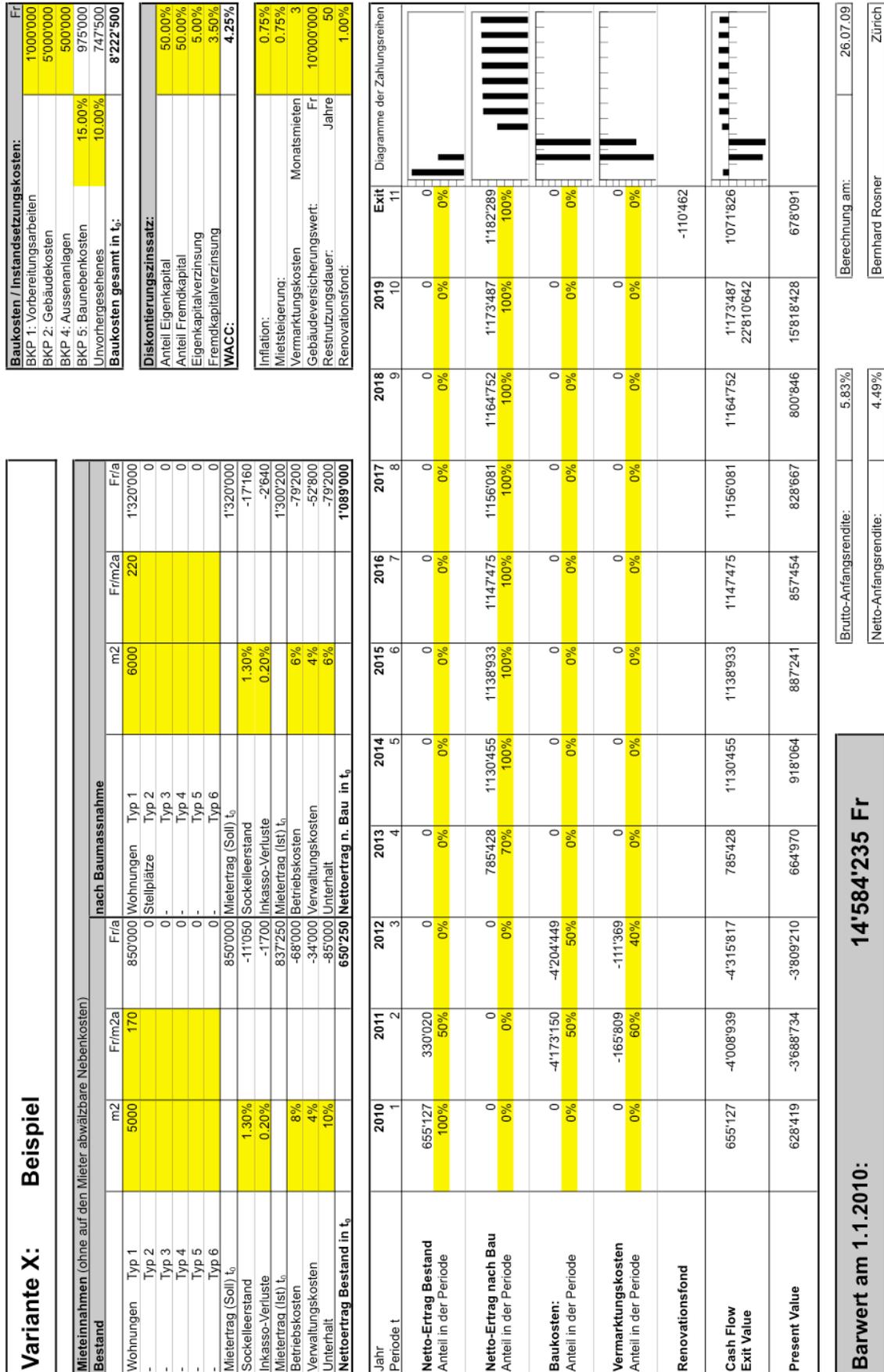


Abbildung 15: Modell nach der DCF-Methode ohne Berücksichtigung von Wahrscheinlichkeiten

Der Anwender legt in den gelb unterlegten Zeilen fest, wann und in welchem Umfang die Mieteinnahmen des Bestandes abnehmen und die Bau- und Vermarktungskosten anfallen. Ebenso wird erfasst, wann die Mieteinnahmen nach der Baumassnahme beginnen und wie sie bis zur Vollvermietung<sup>76</sup> steigen sollen. Rechts der Zahlungsreihen werden zur Kontrolle die Zahlungen durch Diagramme dargestellt. Darunter wird der Wert des Renovationsfonds für die zweite Phase des Modells ermittelt. Der Cash Flow wird aus der Summe der darüber liegenden Zahlungen berechnet. In der zehnten Periode wird der Residualwert als Exit Value der zweiten Phase eingerechnet. In der untersten Zeile wird schliesslich der Present Value der einzelnen Perioden durch Abzinsung ermittelt. Der Barwert der Immobilie ist die Summe der Present Values aller Perioden und wird am unteren Ende des Blattes ausgegeben.

Um Objektstrategien zu vergleichen, werden in ein solches Modell jeweils die Werte der zuvergleichenden Strategien eingegeben und der Barwert der Investitionen ohne Berücksichtigung von Wahrscheinlichkeiten berechnet. Um die Wahrscheinlichkeiten zu berücksichtigen, wird das Modell hier aber erst weiter entwickelt.

## 5.2 Sensitivitätsanalyse des Modells

Die Berechnung im Modell des voran gegangenen Kapitels enthält unsichere Werte, die mit Schätzungen und Analysen ermittelt wurden. Um die Unsicherheit des Ergebnisses in Abhängigkeit der Variablen zu erforschen, wird eine Sensitivitätsanalyse<sup>77</sup> für das Modell durchgeführt. Damit wird festgestellt, auf welche Veränderungen der Variablen das Ergebnis besonders sensitiv reagiert. In Tabelle 6 wird die Analyse dargestellt und in Abbildung 16 das Tornado-Diagramm des Ergebnisses der Analyse zum Beispiel aus Abbildung 15 aufgezeigt.

Die Sensitivitätsanalyse macht deutlich, dass der Barwert des Modells (in diesem Beispiel) durch die Werte des Brutto-Mietertrags, der Baukosten, des Eigenkapitalzinses und der Restnutzungsdauer besonders stark beeinflusst wird, während die anderen unsicheren Werte des Modells weniger starke Veränderungen des Barwertes verursachen.

Bezeichnung	Einheit	Basiswert	Veränderungen vom Basiswert				Barwert zum Basiswert				
			+10%		-10%		absolut	Veränderung Barwert		relativ	
Inkasso-Verluste	%	0.20%	+10%	0.22%	-10%	0.18%	14'584'235	14'578'702	14'589'768	-0.04%	+0.04%
Vermarktungskosten	Monate	3.00	+10%	3.30	-10%	2.70	14'584'235	14'559'149	14'609'321	-0.17%	+0.17%
Sockelleerstand	%	1.30%	+10%	1.43%	-10%	1.17%	14'584'235	14'548'271	14'620'199	-0.25%	+0.25%
Verwaltungskosten	%	4.00%	+10%	4.40%	-10%	3.60%	14'584'235	14'473'577	14'694'893	-0.76%	+0.76%
Inflation	%	0.75%	+10%	0.83%	-10%	0.68%	14'584'235	14'740'121	14'431'118	+1.07%	-1.05%
Gebäudeversicherungswert	Fr.	10'000'000	+10%	11'000'000	-10%	9'000'000	14'584'235	14'422'199	14'746'271	-1.11%	+1.11%
Betriebskosten	%	6.00%	+10%	6.60%	-10%	5.40%	14'584'235	14'418'248	14'750'222	-1.14%	+1.14%
Unterhalt	%	6.00%	+10%	6.60%	-10%	5.40%	14'584'235	14'418'248	14'750'222	-1.14%	+1.14%
Mietsteigerung	%	0.75%	+10%	0.83%	-10%	0.68%	14'584'235	14'757'662	14'412'011	+1.19%	-1.18%
Renovationsfond	%	1.00%	+10%	1.10%	-10%	0.90%	14'584'235	14'404'472	14'760'646	-1.23%	+1.21%
Eigenkapitalverzinsung	%	5.00%	+5%	5.25%	-5%	4.75%	14'584'235	14'087'482	15'099'430	-3.41%	+3.53%
Baukosten	Fr.	8'222'500	+10%	9'044'750	-10%	7'400'250	14'584'235	13'829'161	15'339'309	-5.18%	+5.19%
Restnutzungsdauer	Jahre	50	+10%	55	-10%	45	14'584'235	15'393'073	13'624'797	+5.55%	-6.58%
Mietertrag(Soll)	Fr.	1'320'000	+5%	1'386'000	-5%	1'254'000	14'584'235	15'725'398	13'443'072	+7.82%	-7.82%

Tabelle 6: Sensitivitätsanalyse des Beispiels

<sup>76</sup> Unter Vollvermietung wird hier das Erreichen des Sockelleerstandes verstanden.

<sup>77</sup> Siehe Kapitel. 3.3.2.2.

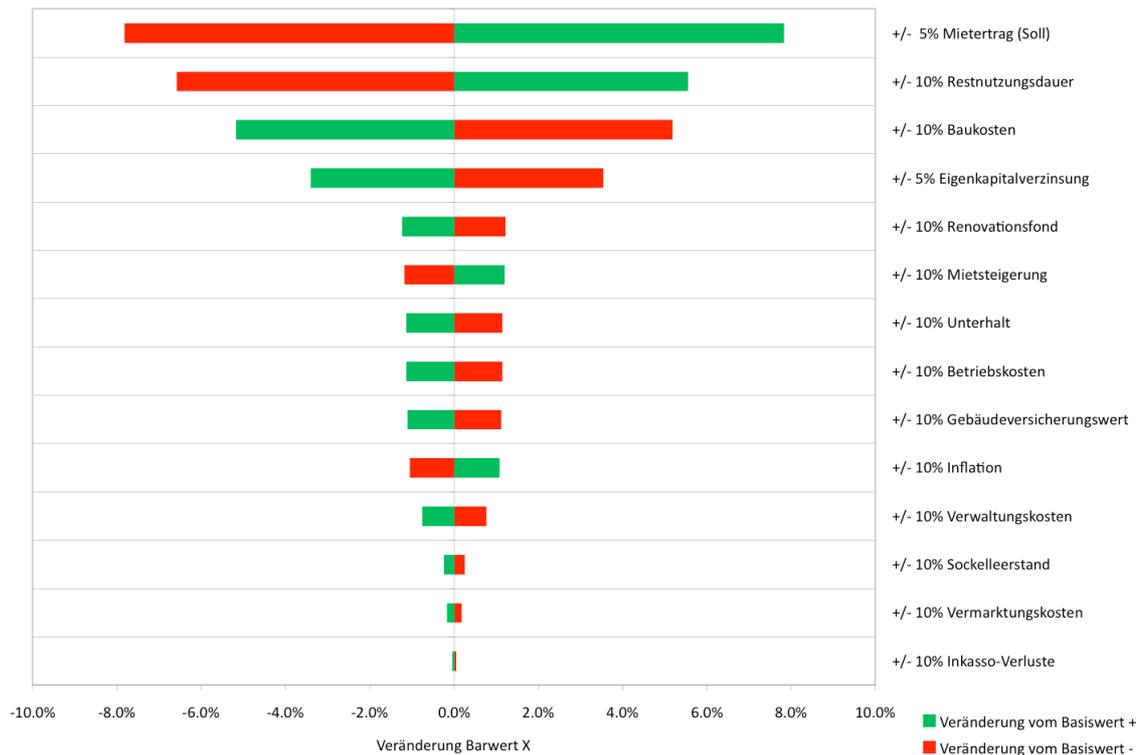


Abbildung 16: Tornado-Diagramm des DCF-Modells für eine beispielhafte Objektstrategie

Um den Umfang der weiteren Betrachtung unter Berücksichtigung von Wahrscheinlichkeiten zu optimieren, kann sich die Untersuchung auf die zuvor identifizierten signifikanten Variablen beschränken, ohne dass das Ergebnis darauf sensitiv reagiert.

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, konzentriert sich diese Arbeit auf die Beurteilung von Objektstrategien. Die Eigenkapitalverzinsung ist von den finanziellen Bedürfnissen und Möglichkeiten des Eigentümers abhängig und ist daher ein Teil der Eigentümerstrategie. Die Verzinsung des Eigen- und Fremdkapitals sowie die Anteile des Eigen- und Fremdkapitals an der Investition werden daher im weiteren Verlauf der Untersuchung nicht berücksichtigt.<sup>78</sup> Um die Objektstrategien zu vergleichen, müssen für alle Varianten die gleichen Annahmen der Finanzierungsstruktur gerechnet werden. Die im Beispiel eingesetzten Werte entsprechen einer typischen Finanzierung eines institutionellen Anlegers.

Es wird festgestellt, dass der Barwert des DCF-Modells bei der Betrachtung dieser beispielhaften Objektstrategie im Wesentlichen von nur drei unsicheren Variablen abhängt: Dem Soll-Mietertrag nach der Baumassnahme, den Baukosten und der Restnutzungsdauer.

<sup>78</sup> Es wird in diesem Zusammenhang auch auf die Problematik der Kapitalmarktentwicklung, die bereits in Kapitel 4.2.3 diskutiert wurde hingewiesen.

## 5.3 Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Variablen

### 5.3.1 Methoden zur Erhebung der Datengrundlagen

#### 5.3.1.1 Identifikation und Klassifizierung der Einzelrisiken

Um den Variablen, die im vorherigen Kapitel identifiziert wurden, eine Wahrscheinlichkeitsverteilung zuzuordnen, müssen die Risiken der Objektstrategie beurteilt werden. Dazu wird der Lebenszyklus der Immobilie (siehe Abbildung 1) betrachtet, in dem eine Vielzahl von Einzelrisiken enthalten sind. Die Einzelrisiken werden in einem Risikokatalog erfasst, definiert und klassifiziert.<sup>79</sup>

Die Risikoklassen sollen so definiert werden, dass sie für verschiedene Investitionen, also nicht unbedingt nur für Immobilien, angewandt werden können, um sie in einem portfolioübergreifenden Risiko-Management-System unterschiedlicher Investitionsarten zu integrieren. Zur Gliederung der Risikoklassen existieren in der Praxis verschiedene Ansätze. Häufig werden die Risiken nach dem zeitlichen Ablauf des Lebenszyklus geordnet. Da die Lebensphasen verschiedener Immobilien stark differieren, ist dieser Ansatz problematisch, um die Risiken verschiedener Immobilien und Investitionen miteinander zu vergleichen. Wiedenmann schlägt die Klassifizierung der Risiken nach den Risikoträgern vor, weil damit eine Systematik der Vergleichbarkeit der Risikoklassen mit alternativen Investitionsmöglichkeiten gegeben ist. Er definiert die in Abbildung 17 dargestellten vier Risikoklassen: Markt-, Management-, Partner- und Objektrisiken.<sup>80</sup>

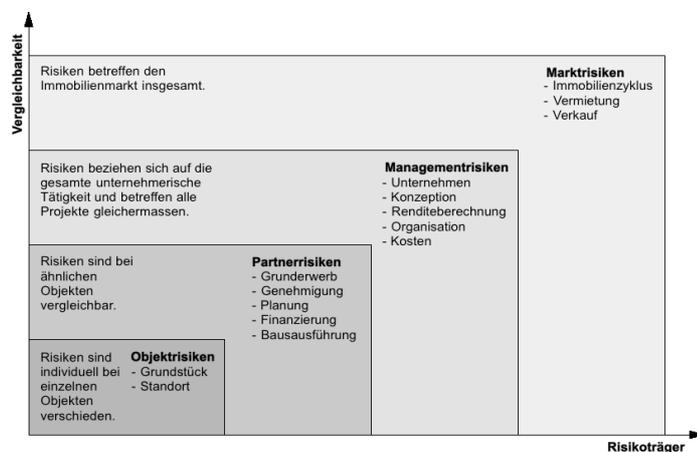


Abbildung 17: Risikoklassifizierung nach Risikoträgern<sup>81</sup>

Die Identifikation aller Einzelrisiken ist sehr aufwendig, da alle Teilaspekte einer spezifischen Immobilieninvestition analysiert werden müssen. Tabelle 7 zeigt zusammenfassend die zweite und dritte Gliederungsstufe des Risikokataloges von Wiedenmann. Wegen des Umfangs eines vollständigen Risikokataloges wird auf die entsprechende Fachliteratur verwiesen.<sup>82</sup>

<sup>79</sup> Siehe Kapitel 3.2.

<sup>80</sup> Vgl. Wiedenmann (2005) S. 51-52.

<sup>81</sup> Vgl. Wiedenmann, (2005) S. 53.

<sup>82</sup> Z.B. in: Wiedenmann (2005).

<b>Objektrisiko</b>	<u>Grundstücksrisiken</u>	Altlasten Historische Funde Bodenbeschaffenheit Rechte am Grundstück Erdbeben Hochwasser	<b>Partnerrisiko</b>	<u>Gründerwerbsrisiko</u>	Direkter Grunderwerb Grundstückssicherung
	<u>Standortrisiko</u>	Geographische Lage Grundstückstruktur Verkehrsstruktur Wirtschaftsstruktur Umfeldnutzung Soziodemografische Struktur Image Investitionsklima		<u>Genehmigungsrisiko</u>	Baurecht Genehmigungsfähigkeit Einsprachen und Rekurse
<b>Managementrisiko</b>	<u>Unternehmensrisiko</u>	Personenwahl-Risiko Unternehmensführung und -kultur Risiko aus Exit-Strategien	<b>Marktrisiko</b>	<u>Planungsrisiko</u>	Architektur Technische Ausstattung
	<u>Konzeptionsrisiko</u>	Nutzungskonzept Facility Management Nutzungsflexibilität Drittverwendbarkeit		<u>Finanzierungsrisiko</u>	Finanzierungsstruktur Eigenkapital Beleihungswert / Bewertung
	<u>Organisationsrisiken</u>	Auswahl der Beteiligten Projektstruktur Informationsaustausch und Kommunikation		<u>Baubausführungsrisiko</u>	Nachtragsrisiko Qualitätsrisiko der Bauleistung
	<u>Vergaberisiko</u>	Einzelvergabe Paketvergabe Vergabe an Generalunternehmer Vergabe an Generalplaner		<u>Marktzyklen</u>	Konjunktur Zinsniveau Strukturwandel Demografie Politische Einflüsse Prognoserisiko
				<u>Vermietungsrisiko</u>	Vermarkung Erzielbare Miete Vorvermietungsrisiko Bonität des Mieters Mietermix
			<u>Verkaufsrisiko</u>	Investorenmarkt Referenzzinssatz	

Tabelle 7: In den Risikoklassen enthaltene Risiken<sup>83</sup>

Um die Wahrscheinlichkeitsverteilungen der unsicheren Variablen aus dem voran gegangenen Kapitel zu bestimmen, müssen alle Einzelrisiken, die die Verteilung der Variablen beeinflussen, berücksichtigt werden. Dazu gibt es verschiedenen Methoden, die im Folgenden vorgestellt werden.

### 5.3.1.2 Statistische Methode

Die Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Variablen können, insofern ausreichende Datengrundlagen für die objektspezifischen Risiken verfügbar sind, mittels der Regressionsanalyse untersucht werden. Die Regressionsanalyse ist ein statistisches Verfahren, bei dem aus einem Datensatz die zeitliche Entwicklung eines Wertes in der Vergangenheit untersucht wird (ex post). Aus der Entwicklung in der Vergangenheit können die Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Variablen in der Vergangenheit analysiert und daraus eine Prognose in die Zukunft abgeleitet werden.

Mit der Regressionsanalyse wird folglich die Annahme impliziert, dass die Unsicherheit einer Variablen aus der Vergangenheit mit gleichbleibender Unsicherheit in die Zukunft fortgesetzt werden kann. Diese Annahme ist insbesondere für Marktentwicklungen nicht zutreffend, wie es zum Beispiel die Blasenbildungen an den Finanzmärkten in den letzten Jahren deutlich zeigen. Bei der Projektion der Daten aus der Vergangenheit müssen daher Annahmen, die durch Expertenmeinungen getroffen werden, in die zukünftige Entwicklung mit einfließen.

Eine weitere Schwierigkeit bei der Anwendung der statistischen Methoden ist, dass für alle Variablen objekt- und standortspezifische Datengrundlagen vorhanden sein müssen. Da in der Immobilienwirtschaft nicht immer alle erforderlichen Daten zugänglich sind,

<sup>83</sup> Vgl. Wiedenmann (2005) S. 55-115.

kann oft nicht für alle Variablen eine repräsentative Regressionsanalyse durchgeführt werden.

Es werden daher im Folgenden zwei Methoden vorgestellt, die zur Evaluierung von Unsicherheiten bei unvollständiger Information entwickelt wurden.

### 5.3.1.3 Delphi-Methode

Die Delphi-Methode<sup>84</sup> wird heute in verschiedenen Industrien eingesetzt, um unsichere Markt- oder Technologieentwicklungen zu untersuchen. Bisher konnte sich keine der zahlreichen Definitionsversuche etablieren. Erdener Kaynak hat in seinen Untersuchungen festgestellt: „*It has been indicated in such studies that the Delphi technique is suitable to use when dealing with uncertainties in an area of imperfect knowledge.*“<sup>85</sup>

Bei der Methode handelt es sich um eine besondere Form der Expertenbefragung. Es wird ein Fragebogen vorbereitet und den Experten am Tisch vorgelegt. Um gruppendynamischen Prozessen vorzubeugen, dürfen die Experten während der Umfrage nicht miteinander sprechen. Die von den Experten gegebenen Antworten werden umgehend analysiert und die Experten erhalten als Rückmeldung die anonymisierten Antworten der anderen Teilnehmer. Sie korrigieren darauf hin ihre eigene Antwort. Der Prozess wird solange wiederholt, bis sich, innerhalb einer bestimmten Toleranz, ein Konsens einstellt.

Mit dieser Methode wurden in zahlreichen Untersuchungen gute Ergebnisse erzielt, wobei gerade die Auswahl der Experten und die Art der Fragestellung die Qualität des Ergebnisses beeinflussen.<sup>86</sup>

Um die Wahrscheinlichkeit, zum Beispiel für die Abweichung der Baukosten eines spezifischen Bauprojekts, zu ermitteln, könnten die Experten befragt werden, für wie wahrscheinlich sie eine Abweichung von -10%, -5%, 0%, +5%, +10% oder +15% unter Einfluss aller katalogisierter Einzelrisiken halten würden. Daraus würde die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Variablen in der Investitionsrechnung modelliert.

---

<sup>84</sup> Die Delphi-Methode wurde in den 1950'er Jahren von Dalkey und Hammer bei der amerikanischen Luftwaffe gemeinsam mit der RAND Corporation entwickelt, um die Anzahl der Atombomben abzuschätzen, die die Sowjetunion benötigen würde, um die amerikanische Kriegswirtschaft um ein bestimmtes Mass zu schwächen. Vgl. Wellman (2003) S. 30 und S. 39.

<sup>85</sup> „Es hat sich in diesen Untersuchungen heraus gestellt, dass die Delphi-Methode geeignet ist, um mit Unsicherheiten in einem Bereich unvollständiger Informationen umzugehen.“, eigene Übersetzung nach Erdener Kaynak, 1994.

<sup>86</sup> Vgl.: Green/Armstrong/Graefe (2007) S. 3.

### 5.3.1.4 Experten-Befragung

Eine weitere Möglichkeit zur Bestimmung der Wahrscheinlichkeitsverteilungen bietet die einfache Experten-Befragung, bei der eine Anzahl Experten unabhängig voneinander befragt wird. Im Rahmen der im Anhang befindlichen Fallstudie wurden drei Experten<sup>87</sup> befragt. Die Antworten wurden in eine Tabelle eingetragen und das arithmetische Mittel der Antworten berechnet. Tabelle 7 zeigt die tabellarische Auswertung für die Baukosten bei einer Instandsetzung einer Wohnsiedlung in der Stadt Zürich.

Baukosten Instandsetzung							
Abweichung	-10,0%	-5,0%	0,0%	5,0%	10,0%	15,0%	Σ
Experte A	0,0%	2,0%	20,0%	35,0%	38,0%	5,0%	100,0%
Experte B	0,0%	5,0%	17,0%	32,0%	40,0%	6,0%	100,0%
Experte C	0,0%	2,0%	16,0%	33,0%	39,0%	10,0%	100,0%
Durchschnitt	0,0%	3,0%	17,7%	33,3%	39,0%	7,0%	100,0%

Tabelle 8: Tabellarisches Ergebnis der Experten-Befragung für Baukosten einer Instandsetzung

Es wird ersichtlich, dass die Experten der Ansicht sind, dass die Baukosten mit grösserer Wahrscheinlichkeit den Kostenvoranschlag um 5 bis 10% überschreiten werden. Das Einhalten des Kostenvoranschlags ist dagegen deutlich unwahrscheinlicher und das Unterschreiten wird fast ganz ausgeschlossen.

### 5.3.1.5 Zusammenfassung der Methoden

Einleitend wurde die Identifikation und Klassifizierung der Risiken erörtert, um anschliessend die statistische Methode, die Delphi-Methode und die Expertenumfrage vorzustellen. Bei der statistischen Methode treten aufgrund unzureichend vorhandener Datensätze Schwierigkeiten auf. Zudem kann der mathematische Ansatz nicht über die Notwendigkeit von Annahmen hinweg helfen.

Mit der Delphi-Methode kann die Gefahr durch Fehleinschätzungen reduziert werden, da diese explizit für den Umgang mit Annahmen entwickelt wurde. Mit einem verhältnismässigen Aufwand ist trotzdem eine fundierte Aussage möglich, weshalb der Autor diese Methode grundsätzlich favorisiert. Innerhalb dieser Untersuchung konnte die Delphi-Methode allerdings nicht angewendet werden, weil der Aufwand und der Umfang den Zielvorgaben für diese Arbeit nicht entspricht. Es wurde daher die einfache Experten-Befragung durchgeführt.

<sup>87</sup> Die Experten wollen namentlich nicht genannt werden.

### 5.3.2 Erstellen der Wahrscheinlichkeitsverteilungen aus den Datengrundlagen

Mittels der Simulations-Software kann aus dem gewonnenen Datensatz eine Wahrscheinlichkeitsverteilung erstellt werden. Dabei werden verschiedene, mathematisch definierte Wahrscheinlichkeitsverteilungen<sup>88</sup> für den Datensatz erstellt und der RMS Error<sup>89</sup> (Standardabweichung) zwischen dem Datensatz und den Verteilungen berechnet. Die Verteilung mit der kleinsten Standardabweichung bildet den Datensatz am präzisesten ab. Für die Daten in Tabelle 7 ergibt sich eine Weibull-Verteilung<sup>90</sup>, deren Dichtefunktion in Abbildung 18 dargestellt wird. Mit dem Anpassungstest wird dafür ein RMS Error kleiner 0,0001 berechnet.

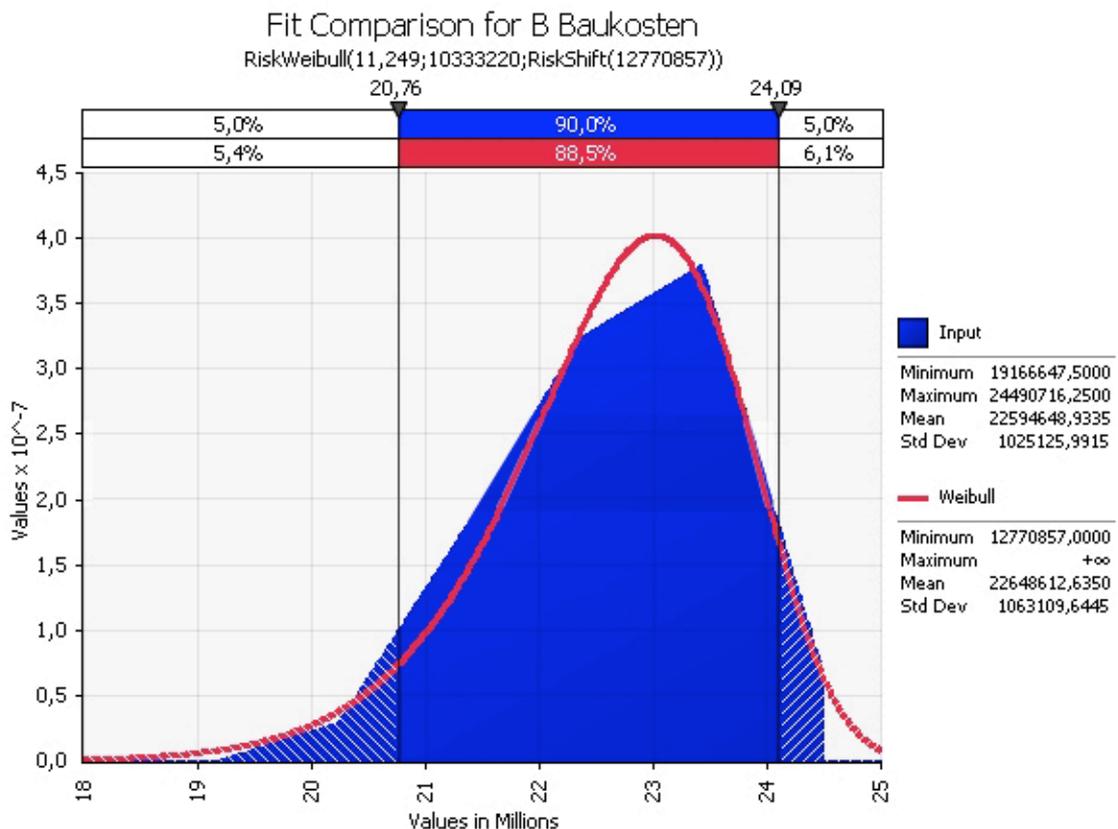


Abbildung 18: Dichtefunktion der Baukosten eines Instandsetzungs-Projektes

Die blaue Fläche zeigt die zugrunde liegenden Daten an. Die rote Linie zeigt die Weibull-Verteilung auf, die den Datensatz annähernd abbildet.

## 5.4 Modellberechnung

Die erhaltenen Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Variablen sind mittels der voran beschriebenen Methodik ermittelt worden und werden nun in das Modell aus Kapitel 5.1, das noch keine Wahrscheinlichkeiten berücksichtigen konnte, eingefügt.

<sup>88</sup> Siehe Kapitel 3.3.3.1.

<sup>89</sup> Root Mean Square Error.

<sup>90</sup> Nach Waloddi Weibull benannt, der die Verteilung 1951 detailliert beschrieb.

Mit Hilfe einer Simulations-Software<sup>91</sup> werden in Excel die Felder der Variablen mit den Wahrscheinlichkeitsverteilungen unterlegt.<sup>92</sup> In der Stichproben-Analyse mit der Latin-Hypercube-Methode werden so viele Iterationen durchgeführt, bis die Standardabweichung durch weitere Berechnungen kleiner als ein Prozent ist.

Das Ergebnis und dessen Interpretationsmöglichkeiten werden im nachfolgenden Kapitel erläutert.

---

<sup>91</sup> Der Autor verwendet @risk5.0.

<sup>92</sup> Siehe Kapitel 3.3.3.3.

## 6 Ergebnisse und deren Interpretation

### 6.1 Risikoneigung bei verschiedenen Anlagestrategien

Um die Ergebnisse der Modellberechnung interpretieren zu können, müssen zunächst die verschiedenen Anlagestrategien eines Investors aufgezeigt werden. In Abbildung 19 werden die drei Anlagekategorien Core, Value-Added und Opportunistic<sup>93</sup> in einem Risiko-Rendite-Diagramm dargestellt.

Der opportunistische Anleger wird sich für das erhöhte Risiko, das er eingeht, eine höhere Rendite erhoffen, während der risikoscheue Investor ein sicheres Einkommen bei einer niedrigen Rendite bevorzugt.

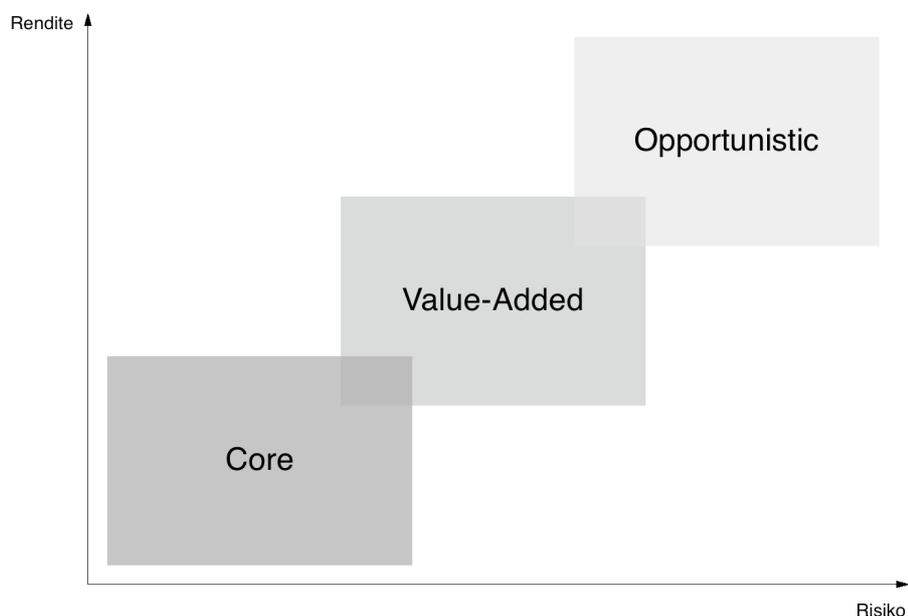


Abbildung 19: Risikoneigung im Risiko-Rendite-Diagramm

Die Risikoneigung des Investors wird mit der Eigentümerstrategie festgelegt. Mit den Ergebnissen der Modellberechnung des voran gegangenen Kapitels kann diejenige Objektstrategie ausgewählt werden, die am besten zur Eigentümerstrategie passt.

Um dem Best-Owner-Prinzip zu folgen, muss umgekehrt vorgegangen werden. Es ist diejenige Objektstrategie auszuwählen, die Eigentümerunabhängig den grössten Vorteil hat. Daher ist beim Best-Owner-Prinzip von einer Risikoneutralität auszugehen.

Es werden nun die Ergebnisse der Modellberechnung für die unterschiedlichen Risikoneigungen diskutiert.

<sup>93</sup> Core=Kernanlage; Value-Added=Mehrwert; Opportunistic=Opportunistisch; eigene Übersetzungen.

## 6.2 Interpretation der Ergebnisse

### 6.2.1 Graphische Interpretation der Ergebnisse

Das Ergebnis der Modellberechnung ist die Häufigkeitsverteilung des Barwertes. Mit dem Modell werden verschiedene Szenarien berechnet und anhand der Häufigkeitsverteilungen die Vorteilhaftigkeit der Szenarien bewertet.

Die Ergebnisse können anhand der folgenden beiden Darstellungsarten teilweise graphisch analysiert werden:

In der **Dichtedarstellung** wird auf der x-Achse der Barwert und auf der y-Achse die relative Häufigkeit des Eintretens dargestellt. Abbildung 20 zeigt ein Beispiel mit drei Objektstrategien.

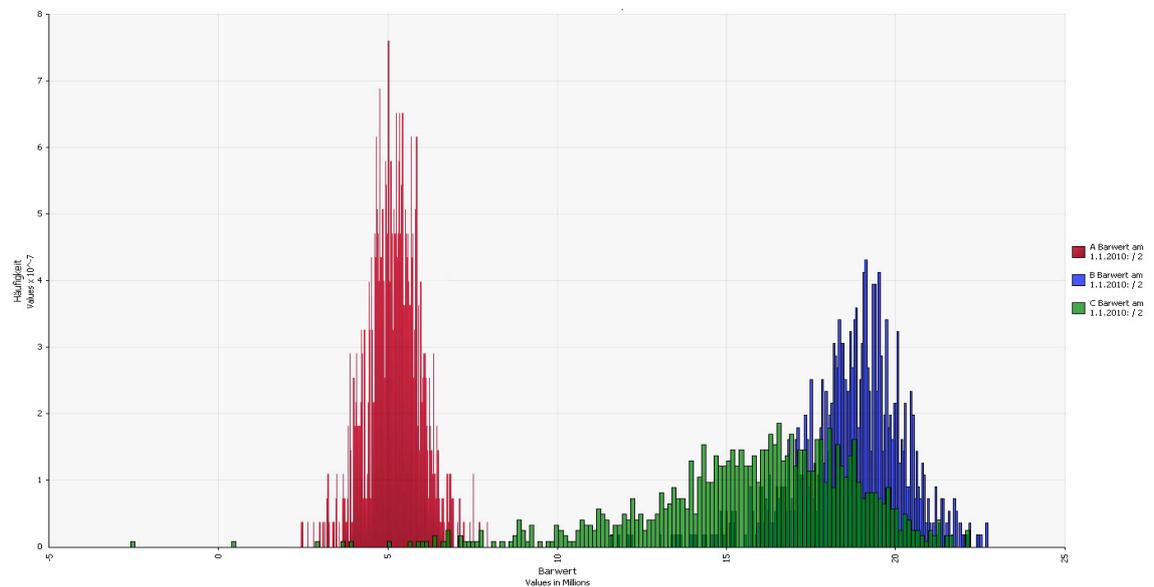


Abbildung 20: Dichtedarstellung exemplarischer Barwertverteilungen

Die Variante A hat dabei mit Sicherheit einen niedrigeren Barwert als die Varianten B und C. Die Dichtedarstellungen der Varianten B und C liegen teils übereinander, weshalb mit dieser Darstellungsart noch keine konkrete Aussage gemacht werden kann.

In der Darstellung der **kumulierten Häufigkeiten** lassen sich die Ergebnisse besser interpretieren (Abbildung 21). Auf der x-Achse wird wiederum der Barwert aufgetragen und auf der y-Achse die Summe der Häufigkeiten.

Im dargestellten Beispiel haben die kumulierten Häufigkeiten der Varianten A, B und C keinen Schnittpunkt. Mit der graphischen Interpretation lässt sich damit bereits erkennen, dass die Variante A mit Sicherheit einen niedrigeren Barwert als die Varianten B und C hat, aber auch dass der Barwert der Variante B sicher niedriger ist, als der der Variante C.

Es kann daher festgestellt werden, dass unabhängig von der Risikoneigung des Investors, die Variante C gegenüber den Varianten A und B vorteilhaft ist.

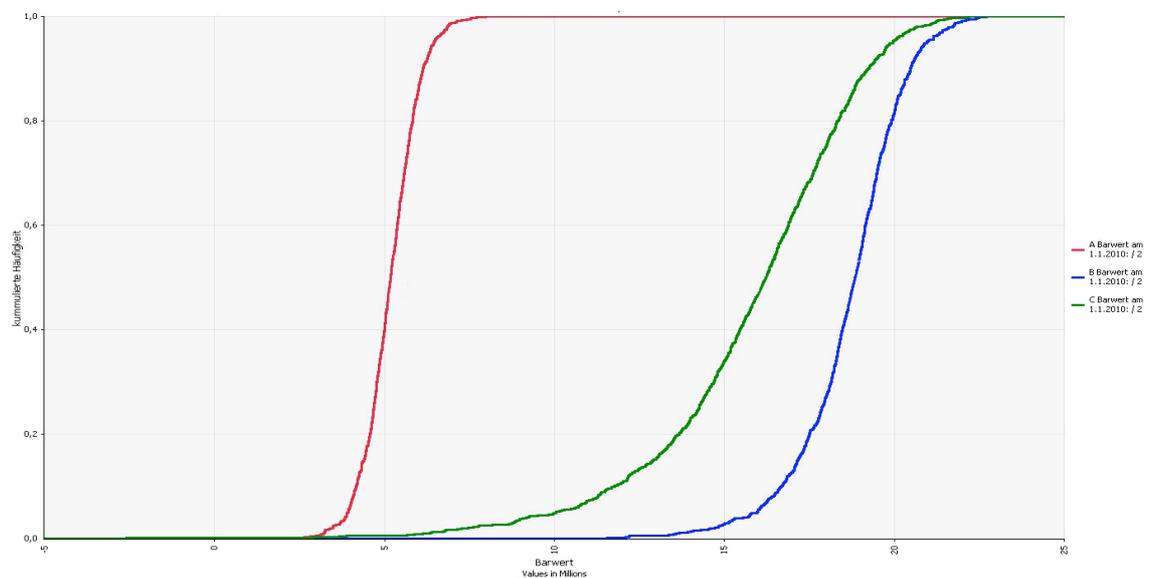


Abbildung 21: Kumulierte Wahrscheinlichkeiten des Barwertes

Wenn sich die kumulierten Häufigkeiten zweier Varianten schneiden, kann mittels der graphischen Interpretation keine Aussage über die Vorteilhaftigkeit gemacht werden. Dazu muss die stochastische Dominanz berechnet werden, die im folgenden Abschnitt erläutert wird.

Mit der stochastischen Dominanz können zudem die Aussagen, die bei der graphischen Interpretation gemacht wurden, belegt werden.

## 6.2.2 Stochastische Dominanz

### 6.2.2.1 Stochastische Dominanz ersten Grades

Zur mathematischen Interpretation der Ergebnisse wird die stochastische Dominanz der Verteilungen getestet. Um die Häufigkeiten der Verteilungen mathematisch behandeln zu können, müssen die Ergebnisse der Stichprobenanalyse des Modells zunächst in Funktionen umgebildet werden. Dies erfolgt mittels der Simulationssoftware, deren Anwendung im Fallbeispiel im Anhang demonstriert wird.

Eine stochastische Dominanz ersten Grades liegt dann vor, wenn sich die Funktionen kumulierter Verteilungen nicht schneiden.

Die Verteilung A dominiert die Verteilung B, wenn folgende Bedingung für alle  $x$  erfüllt wird:

$$F_A(x) \leq F_B(x) \text{ für alle } x^{94}$$

Formel 8: Stochastische Dominanz ersten Grades, A dominiert B

Abbildung 22 zeigt ein Beispiel, in der B von A dominiert wird. Die Objektstrategie A ist daher mit Sicherheit, unabhängig von der Risikoneigung des Investors, vorteilhaft.

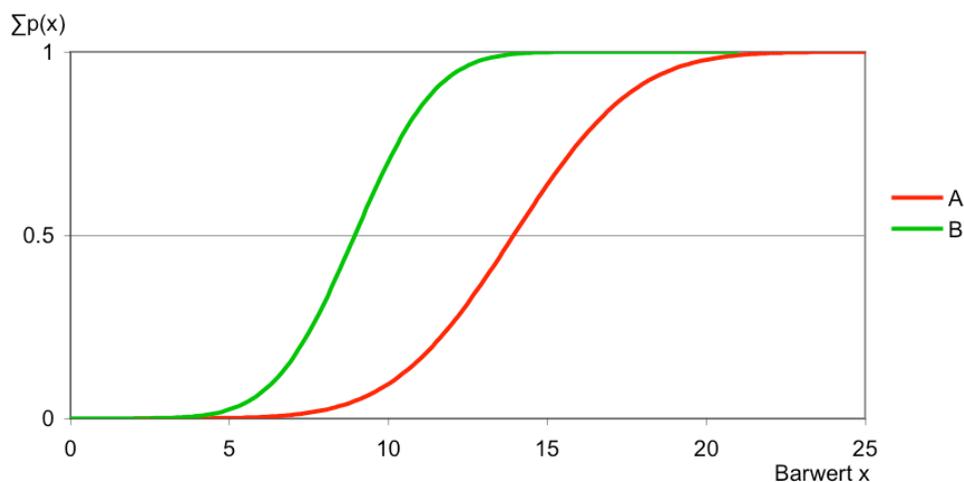


Abbildung 19: Stochastische Dominanz ersten Grades zweier kumulierter Häufigkeiten

<sup>94</sup> Vgl. Vose (2008) S. 101.

### 6.2.2.2 Stochastische Dominanz zweiten Grades

Schneiden sich jedoch die kumulierten Verteilungen einmal, besteht eine stochastische Dominanz zweiten Grades. Die Bedingung aus Formel 8 ist dann nicht erfüllt.

Die Verteilung A dominiert die Verteilung B, wenn folgendes erfüllt ist:

$$D(z) = \int_{\min}^z (F_B(x) - F_A(x)) dx \geq 0 \text{ für alle } z^{95}$$

Formel 9: Stochastische Dominanz zweiten Grades, A dominiert B

Für einen risikoneutralen Anleger ist die Objektstrategie A dann vorteilhaft, wenn die Fläche unter der Verteilung A kleiner ist als die unter der Verteilung B und zugleich für alle  $z$  gilt, dass  $D(z) \geq 0$  ist.

Die Zusammenhänge lassen sich graphisch darstellen. Abbildung 23 zeigt zwei Verteilungen, die sich in einem Punkt schneiden:

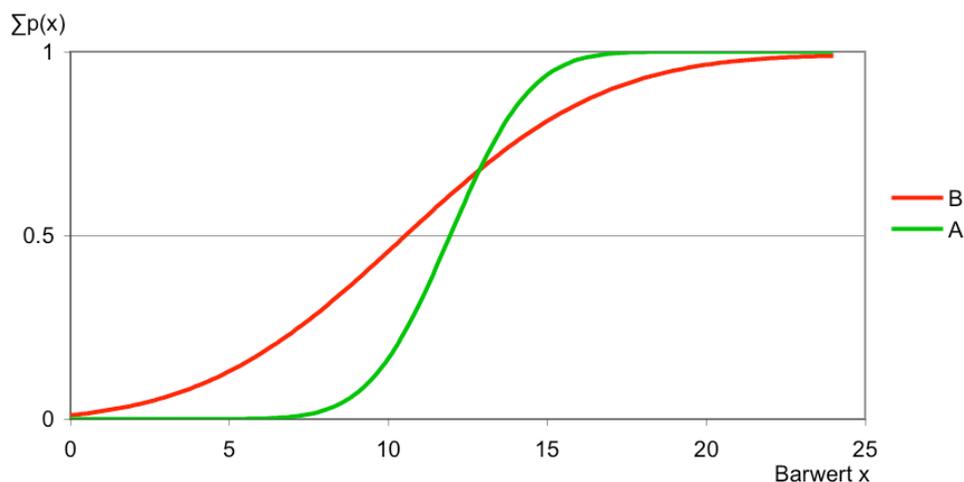


Abbildung 20: Zwei kumulierte Verteilungen mit einem Schnittpunkt

Mit der Funktion der Dominanz (Abbildung 24) wird überprüft ob für alle  $z$  die Bedingung  $D(z) \geq 0$  erfüllt ist:

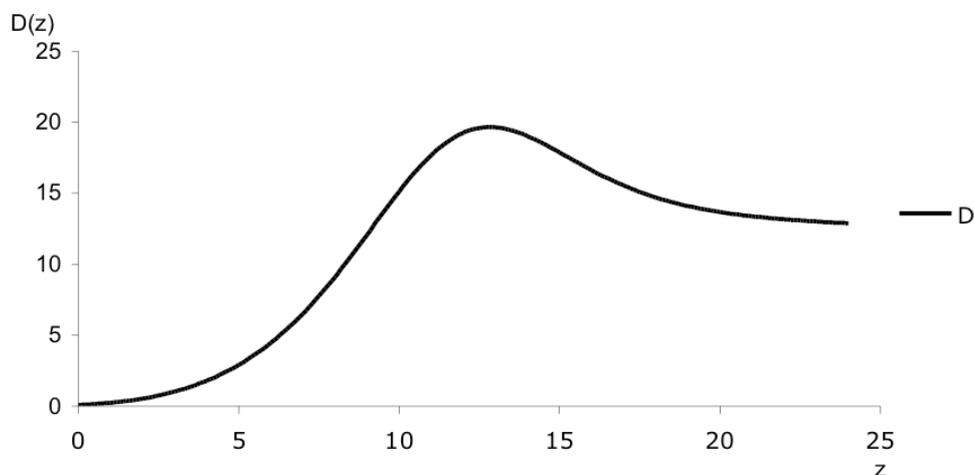


Abbildung 21: Stochastische Dominanz zweiten Grades von A gegenüber B mit  $D(z) \geq 0$

<sup>95</sup> Vgl. Vose (2008) S. 101.

Da  $D(z)$  immer grösser oder gleich Null ist, dominiert die Verteilung A die Verteilung B, weshalb für einen risikoneutralen Anleger die Objektstrategie A gegenüber der Objektstrategie B im Sinne des Best-Owner-Prinzips vorteilhaft ist.

Für einen risikoscheuen Anleger kann aus der Abbildung 23 heraus gelesen werden, dass die Steigung der Funktion von B für alle  $z$  grösser ist, als die von A. Die Streuung des Barwertes der Variante B ist damit kleiner als die der Variante A. Die Chance, mit der Variante B einen höheren Barwert zu erzielen ist damit geringer, gleichzeitig ist aber auch die Gefahr, mit B einen niedrigeren Barwert als mit A zu erzielen, geringer. Für den risikoscheuen Investor ist daher die Variante B vorteilhaft.

Enthält die Funktion der stochastischen Dominanz  $D(z)$  allerdings negative Werte, so wird die Bedingung aus Formel 9 nicht erfüllt. Es kann daher auch kein mathematischer Beweis erbracht werden, welche Verteilung die andere dominiert.

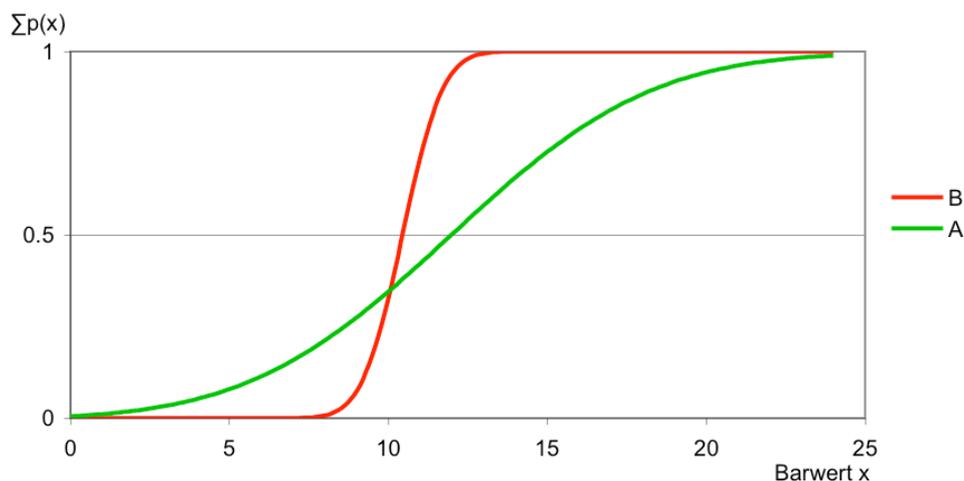


Abbildung 22: Zwei kumulierte Verteilungen mit einem Schnittpunkt

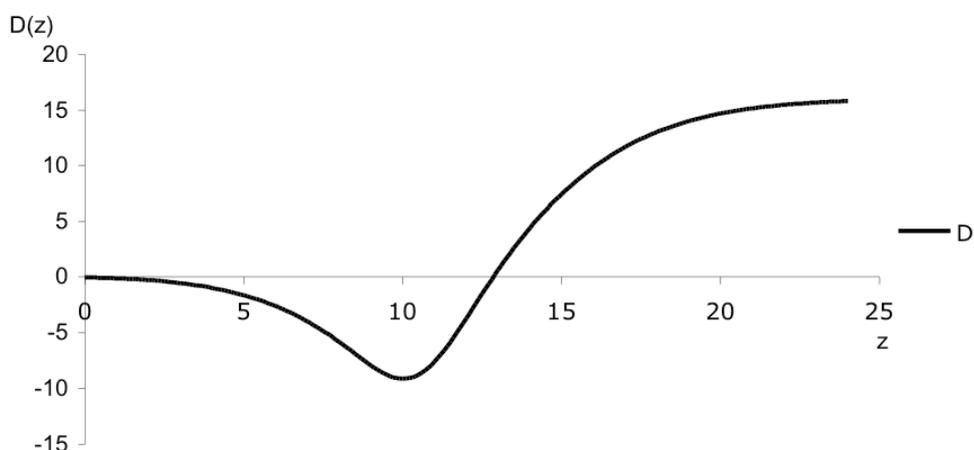


Abbildung 23: Keine stochastische Dominanz, da  $D(z)$  negative Werte enthält

Abbildung 25 zeigt zwei kumulierte Verteilungen für diesen Fall. In Abbildung 26 wird die Funktion der stochastischen Dominanz dargestellt. Da die Funktion auch negative Werte enthält, kann mit der stochastischen Dominanz zweiten Grades keine Aussage über die Vorteilhaftigkeit einer Objektstrategie für einen risikoneutralen Anleger gemacht werden.

Für einen risikoscheuen Investor kann die gleiche Argumentation wie im vorangegangenen Beispiel angewendet werden, mit der die Vorteilhaftigkeit von B gegenüber A dargelegt wurde.

Ein risikofreudiger Investor wird sich hingegen für die Variante A entscheiden, da er in der Spekulation auf einen höheren Barwert bereit ist, auch die Gefahr eines niedrigeren Barwertes zu akzeptieren.

### **6.3 Zusammenfassung**

Mit den kumulierten Häufigkeiten der Barwerte kann die Vorteilhaftigkeit einer Objektstrategie gegenüber einer anderen, in Abhängigkeit von der Risikoneigung des Investors, bestimmt werden. Wenn sich die Graphen der beiden kumulierten Häufigkeiten nicht schneiden, ist bereits auf graphischer Ebene eine Interpretation möglich, wobei eine Variante gegenüber der anderen in jedem Fall, also unabhängig von der Risikoneigung des Investors, vorteilhaft ist.

Haben die Graphen der kumulierten Verteilungen einen Schnittpunkt, kann mit der stochastischen Dominanz zweiten Grades die Vorteilhaftigkeit einer Variante für einen risikoneutralen Anleger bestimmt werden, insofern sich für die Dominanzfunktion für alle  $z$  keine negativen Werte ergeben. Die risikoneutrale Haltung entspricht dabei dem Best-Owner-Prinzip. Für risikoscheue oder -freudige Investoren kann anhand der kumulierten Verteilungsfunktionen mit einem Schnittpunkt anhand der Steigungen der Funktionen die Vorteilhaftigkeit abgeleitet werden.

## 7 Fazit und Ausblick

In der Einleitung wurde postuliert, dass zur Auswahl einer Objektstrategie bei Renditeeigenschaften eine Methodik hilfreich wäre, mit der die Risiken alternativer Strategien objektiv betrachtet und quantifiziert verglichen werden können. In dieser Arbeit wurden dazu verschiedene Verfahren zur Risikobetrachtung und zur wirtschaftlichen Bewertung der Strategien geprüft. Die Stichprobenanalyse mit der Latin-Hypercube-Methode zur Betrachtung der Risiken wurde dazu mit der Discouted-Cash-Flow-Methode zur wirtschaftlichen Bewertung in einem Modell kombiniert. Es ist damit ein Verfahren entwickelt worden, mit dem verschiedene Objektstrategien über die Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Barwerte (value-at-risk) objektiv vergleichbar werden. Die Anwendung der Methode ist mit bereits existierenden Softwarelösungen bei verhältnismässigem Aufwand durchführbar. Das Verfahren könnte zudem in bestehende Software-Lösungen des Asset- und Portfoliomanagements integriert werden.

Das Verfahren eignet sich dabei nicht nur für die Betrachtung von Objektstrategien, sondern kann auch für Projektentwicklungen, die in dieser Arbeit als Bestandteil der Objektstrategie verstanden wurden, angewendet werden. Zudem könnten mit dieser Methode unterschiedliche Liegenschaften verglichen werden. Würde man alle Liegenschaften eines Portfolios mit dieser Methode bewerten, könnte sogar das Gesamtrisiko des Portfolios quantifiziert werden. Für die Betrachtung verschiedener Liegenschaften müssten neue Datengrundlagen erfasst und vorhandene Daten vereinheitlicht werden. Die vorhandenen Daten sind jedoch bereits bei der Beurteilung von Objektstrategien nicht ausreichend, um alle relevanten Einzelrisiken durch eine statistische Erfassung abzubilden. Eine empirische Bewertung der Einzelrisiken in einem standardisierten Risikokatalog könnte über Erfahrungswerte (z.B. mit der Delphi-Methode) erfolgen. Damit könnten die Einzelrisiken präziser erfasst werden, und eine grössere Isomorphie zwischen der Risikobetrachtung und der Realität hergestellt werden. Zudem würden die Risiken verschiedener Liegenschaften oder Portfolios vergleichbar, wenn die Daten hinsichtlich ihrer Struktur, Messgrösse und Abgrenzung vereinheitlicht würden. Bestenfalls könnte so sogar eine internationale Vergleichbarkeit ermöglicht werden.<sup>96</sup>

Für die Anwendung des Verfahrens ist anzumerken, dass die Ergebnisse immer nur so realitätsnah sind wie die zugrunde liegenden Daten. Mit letzter Sicherheit wird man die Parameter, die den zukünftigen Nutzen einer Immobilie abbilden, weder realitätsgetreu erheben noch abschätzen können, weshalb Unsicherheiten inhärent bleiben müssen.

Der Autor erhofft sich, mit dieser Untersuchung einen Beitrag zur Weiterentwicklung und Professionalisierung der Immobilienökonomie geleistet zu haben.

---

<sup>96</sup> Für Immobilienratings liegen bereits umfangreiche Untersuchungen und Vorschläge zur Vereinheitlichung der Datenbestände vor. Vgl. TEGoVA (2003).

**Verzeichnis des Anhangs**

<b>Anhang 1:</b> Beispiel einer Wahrscheinlichkeitsberechnung	50
<b>Anhang 2:</b> Beispiel einer auf Excel basierten tabellarischen DCF-Bewertung	52
<b>Anhang 3:</b> Fallbeispiel	53

### Anhang 1: Beispiel einer Wahrscheinlichkeitsberechnung

Zur Veranschaulichung einer Wahrscheinlichkeitsberechnung durch eine Stichprobenanalyse mit der Latin-Hypercube-Methode wird folgendes Beispiel gewählt:

Den Variablen A, B und C wird jeweils der Wert 10 zugeordnet. Bei einer Betrachtung ohne Unsicherheit wäre das Produkt X der drei Variablen sicher 1'000.

$$A = B = C = 10 \quad A \cdot B \cdot C = 1'000 = X$$

Ist nun der Wert für die drei Variablen unsicher, kann den Variablen je eine Wahrscheinlichkeitsverteilung zugeordnet werden, wobei der Wert mit der grössten Wahrscheinlichkeit jeweils 10 ist. Die ausgewählten Verteilungen zeigt Tabelle A1.

Name	Graph	Function	Min	Most probably	Max
A		RiskNormal(10;1;RiskStatic(10);RiskName("A");RiskCorrmat(Correlation;1))	$-\infty$	10	$+\infty$
B		RiskGamma(2;1;RiskShift(9);RiskStatic(10);RiskName("B");RiskCorrmat(Correlation;2))	$-\infty$	10	$+\infty$
C		RiskUniform(9;11;RiskStatic(10);RiskName("C"))	$-\infty$	10	$+\infty$

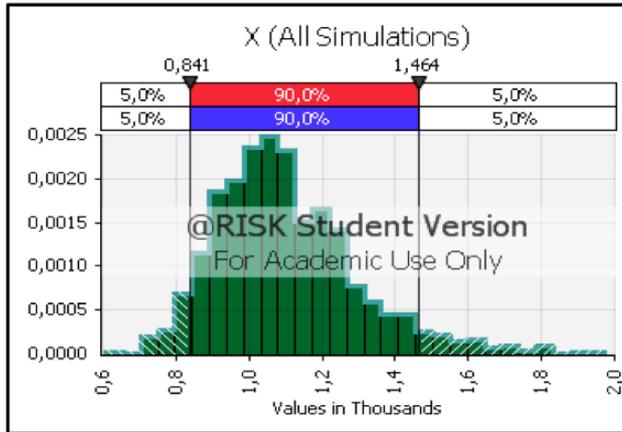
Tabelle A1: Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Eingangsvariablen A, B und C

Mit Hilfe eines Simulationsprogramms wird das Ergebnisprotokoll das in Abbildung A1 dargestellt ist, berechnet und kann folgendermassen interpretiert werden:

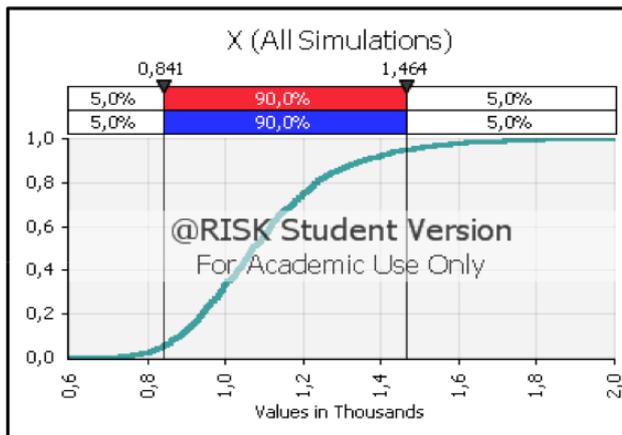
Der Höchstwert (siehe: *Mode, engl.*) der Wahrscheinlichkeit ist für das Ergebnis X bei 1058 aufgetreten. Der Median (siehe: *Mean, engl.*) liegt bei 1100.

Mit 10% Wahrscheinlichkeit ist ein Wert zwischen 1053 und 1097 zu erwarten (siehe *Percentile 55% minus Percentile 45%, engl.*; übersetzt: *Percentil*). Mit 50% Wahrscheinlichkeit wird ein Wert unter 961 oder über 1200 erreicht. Mit 90% Wahrscheinlichkeit ist der Wert grösser als 623 und kleiner als 1463. Der kleinste erreichte Wert war 609 (siehe *Minimum*) und der höchste 1973 (siehe: *Maximum*)

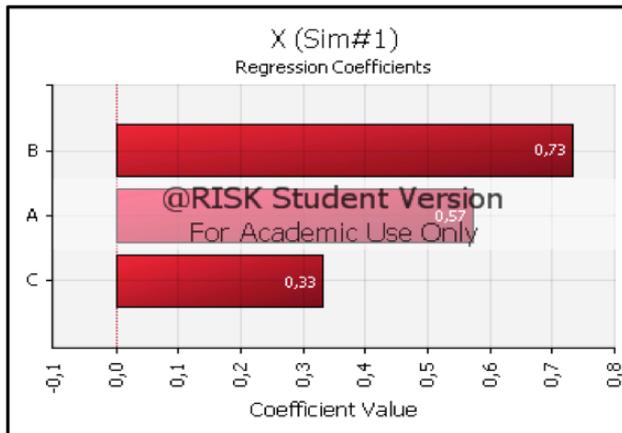
Die Standardabweichung (siehe: *Std Dev, standard deviation, engl.*) lag bei 293. Die Funktion ist nicht symmetrisch, sondern leicht linksschief bei einer Schiefe (siehe: *Skewness, engl.*) von 0,95. Die Wölbung, auch Kurtosis, genannt liegt bei 4,4. Die Variable B hat einen Regressionskoeffizient von 0,73 und hat die grösste Auswirkung auf das Ergebnis, während C die kleinste hat.



Simulation Summary Information	
Workbook Name	risk-probe.xlsx
Number of Simulations	10
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	3
Number of Outputs	1
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	5.30.09 10:55:31
Simulation Duration	00:00:09
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	-1



Summary Statistics for X		
Statistics	Percentile	
Minimum	609,5203785	5% 840,5273558
Maximum	1973,596536	10% 884,926875
Mean	1100,310442	15% 915,1714335
Std Dev	193,7865353	20% 940,1971356
Variance	37553,22128	25% 961,3691485
Skewness	0,953522246	30% 988,3027244
Kurtosis	4,442774489	35% 1006,898801
Median	1071,14638	40% 1032,803809
Mode	1058,976069	45% 1053,514178
Left X	840,5273558	50% 1071,14638
Left P	5%	55% 1097,128849
Right X	1463,921795	60% 1116,869943
Right P	95%	65% 1137,771669
Diff X	623,3944391	70% 1174,831491
Diff P	90%	75% 1200,90777
#Errors	0	80% 1231,128218
Filter Min	Off	85% 1278,988603
Filter Max	Off	90% 1351,654507
#Filtered	0	95% 1463,921795



Regression and Rank Information for X			
Rank	Name	Regr	Corr
1	B	0,733	0,685
2	A	0,574	0,585
3	C	0,332	0,370

Abbildung A1: Ergebnis der Wahrscheinlichkeits-Simulationen für das Ergebnis X



### **Anhang 3: Fallbeispiel**

Als Fallbeispiel wird eine Wohnüberbauung in der Stadt Zürich gewählt. Die Liegenschaft wurde in den 1950'er Jahren erstellt und durchgehend unterhalten. Einzelne, kleinere Instandhaltungsarbeiten wurden durchgeführt, wobei fast alle Bauteile noch aus der Bauzeit stammen. Verschiedene Bauteile haben das Ende Ihres Lebenszyklus erreicht, weshalb zum Erhalt der Liegenschaft in den nächsten Jahren umfangreiche Massnahmen notwendig wären.

Zudem entsprechen die Wohnungen - an dieser Lage - nicht mehr den heutigen Anforderungen und weisen erhebliche akustische und energetische Mängel auf.

Es werden daher drei mögliche Varianten zum weiteren Umgang mit der Liegenschaft formuliert:

#### **Variante A: Instandhaltung**

Die Liegenschaft wird vollständig renoviert, wobei die Grundrisse grundsätzlich unangetastet bleiben. Energetische und akustische Mängel bleiben bestehen.

#### **Variante B: Instandsetzung**

Die Liegenschaft wird - soweit wie möglich - den veränderten Bedürfnisse angepasst. Grundrisse werden abgeändert, akustische und energetische Mängel werden weitestgehend behoben.

#### **Variante C: Neubau**

Die Liegenschaft wird abgebrochen und durch einen Neubau, der den heutigen Bedürfnissen vollständig gerecht wird, ersetzt.

Die drei Varianten werden näher analysiert. Die Ergebnisse fliessen in die DCF-Bewertungen, zunächst ohne Berücksichtigung von Wahrscheinlichkeiten in den Abbildung A3 bis A5 ein.



Mietentnahmen (ohne auf den Mieter abwälzbare Nebenkosten)		nach Baumassnahme											
		m2	Fr/m2a	Fr/a	m2	Fr/m2a	Fr/a	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Typ 6
Wohnungen	Typ 1	9648	145	1.398.960	9648	260	2.508.480						
-	Typ 2				72	1800	129.600						
-	Typ 3						0						
-	Typ 4						0						
-	Typ 5						0						
-	Typ 6						0						
Mietertrag (Soll) t <sub>0</sub>				1.398.960			2.638.080						
Sockelleerstand		1,30%		-18.186			1,30%						
Inkasso-Verluste		0,20%		-2.798			0,20%						
Mietertrag (Ist) t <sub>0</sub>				1.377.976			2.598.509						
Betriebskosten		8%		-111.917			5%						
Verwaltungskosten		4%		-55.958			4%						
Unterhalt		12%		-167.875			6%						
<b>Nettoertrag Bestand in t<sub>0</sub></b>				<b>1.042.225</b>			<b>2.202.797</b>						

Jahr	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Exit
Netto-Ertrag Bestand Anteil in der Periode	1.050.042 100%	528.959 50%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%
Netto-Ertrag nach Bau Anteil in der Periode	0 0%	0 0%	1.126.366 50%	2.269.628 100%	2.286.650 100%	2.303.800 100%	2.321.078 100%	2.338.487 100%	2.356.025 100%	2.373.695 100%	2.391.498 100%
Baukosten: Anteil in der Periode	0 0%	-10.808.459 50%	-10.889.522 50%	0 0%							
Vermarktungskosten Anteil in der Periode	0 0%	-335.394 60%	-225.273 40%	0 0%							
Renovationsfond											-60.754
Cash Flow Exit Value	1.050.042	-10.614.894	-9.988.429	2.269.628	2.286.650	2.303.800	2.321.078	2.338.487	2.356.025	2.373.695	2.330.744
Present Value	997.552	-9.579.607	-8.563.380	1.848.497	1.769.211	1.693.327	1.620.697	1.551.183	1.484.650	26.972.648	1.325.472

Baukosten / Instandsetzungskosten:		Fr
BKP 1: Vorbereitungsarbeiten		945.000
BKP 2: Gebäudekosten		15.140.000
BKP 4: Aussenanlagen		750.000
BKP 5: Baunebenkosten	15,00%	2.525.250
Unvorhergesehenes	10,00%	1.936.025
<b>Baukosten gesamt in t<sub>0</sub>:</b>		<b>21.296.275</b>

Diskontierungssinnsatz:		
Anteil Eigenkapital		50,00%
Anteil Fremdkapital		50,00%
Eigenkapitalverzinsung		7,00%
Fremdkapitalverzinsung		3,53%
<b>WACC:</b>		<b>5,27%</b>

Inflation:		
Mietersteigerung:		0,75%
Vermarktungskosten	Monatsmieten	0,75%
Gebäudeversicherungswert:	Fr	3
Restnutzungsdauer:	Jahre	50
Renovationsfond:		1,00%

Exit		2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010
Diagramme der Zahlungsreihen		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Barwert am 1.1.2010:		21.120.220 Fr									

Barwert am 1.1.2010:		21.120.220 Fr
Brutto-Anfangsrendite:		6,62%
Netto-Anfangsrendite:		4,97%

Berechnung am:		19.07.09
Bernhard Rosner		Zürich

Abbildung A4: Variante B, DCF-Bewertung ohne Wahrscheinlichkeiten

Variante C: Neubau												
Mieteinnahmen (ohne auf den Mieter abwälzbare Nebenkosten)												
nach Baumassnahme												
Bestand	m2	Fr/m2a	F/r/a	Wohnungen						m2	Fr/m2a	F/r/a
	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Typ 6	Mietertrag (Soll) t <sub>0</sub>	Mietertrag (Ist) t <sub>0</sub>	Sockelleerstand	Inkasso-Verluste	Mietertrag (Ist) t <sub>0</sub>	Nettoertrag n. Bau in t <sub>0</sub>
Wohnungen	9648	145	1.398.960	13755	171	2400	4.030.215	410.400	293	2400	410.400	
- Typ 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
- Typ 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
- Typ 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
- Typ 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
- Typ 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
- Typ 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mietertrag (Soll) t <sub>0</sub>			1.398.960				4.440.615					
Sockelleerstand	1,30%		-18.186						1,30%			
Inkasso-Verluste	0,20%		-2.798						0,20%			
Mietertrag (Ist) t <sub>0</sub>			1.377.976									
Betriebskosten	8%		-111.917						3%			
Verwaltungskosten	4%		-55.958						4%			
Unterhalt	12%		-167.875						3%			
<b>Nettoertrag Bestand in t<sub>0</sub></b>			<b>1.042.225</b>				<b>3.929.944</b>					
Jahr	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Exit
Periode t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11
<b>Netto-Ertrag Bestand</b>	840.034	423.167	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anteil in der Periode	80%	40%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<b>Netto-Ertrag nach Bau</b>	0	0	0	809.835	2.447.727	4.110.141	4.140.967	4.172.024	4.203.314	4.234.839	4.266.601	
Anteil in der Periode	0%	0%	0%	20%	60%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
<b>Baukosten:</b>	0	0	-22.462.920	-22.631.392	-11.400.564	0	0	0	0	0	0	
Anteil in der Periode	0%	0%	40%	40%	20%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
<b>Vermarktungskosten</b>	0	-598.367	-401.903	0	0	0	0	0	0	0	0	
Anteil in der Periode	0%	60%	40%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
<b>Renovationsfond</b>											-176.740	
<b>Cash Flow</b>	840.034	-175.200	-22.864.823	-21.821.557	-8.952.837	4.110.141	4.140.967	4.172.024	4.203.314	4.234.839	4.089.861	
<b>Exit Value</b>										86.373.440	2.325.866	
<b>Present Value</b>	798.018	-158.113	-19.602.699	-17.772.550	-6.926.929	3.021.014	2.891.438	2.767.419	2.648.719	54.241.031	2.325.866	
<b>Barwert am 1.1.2010: 24.233.214 Fr</b>												
Berechnung am:											19.07.09	
Brutto-Anfangsrendite:											5,77%	
Netto-Anfangsrendite:											3,47%	
Berechnung von:											Bernhard Rosner	
Zürich												

Abbildung A5: Variante C, DCF-Bewertung ohne Wahrscheinlichkeiten

Mit den DCF-Bewertungen ohne Berücksichtigung von Wahrscheinlichkeiten erhält man für die drei Varianten die folgenden Barwerte:

Variante A: 6'583'826 Fr

Variante B: 21'120'220 Fr

Variante C: 24'233'214 Fr

Variante C erzielt den höchsten Barwert. Ohne die Berücksichtigung von Wahrscheinlichkeiten wäre damit Variante C gegenüber A und B vorteilhaft und man würde mit dieser Entscheidungsgrundlage die Variante C favorisieren.

Um die Betrachtung mit Wahrscheinlichkeiten möglichst effizient durchzuführen, werden die drei Varianten mittels der Sensitivitätsanalyse (Tabelle A2 bis A4) untersucht, um diejenigen Variablen zu identifizieren, auf deren Veränderung der jeweilige Barwert besonders sensitiv reagiert. Die Abbildungen A6 bis A8 stellen die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse dar.

Bezeichnung	Einheit	Basiswert	Veränderungen vom Basiswert			Barwert zum Basiswert		Veränderung Barwert		
			+10%	0.22%	-10%	absolut	relativ	absolut	relativ	
Inkasso-Verluste	%	0.20%	0.22%	0.18%	0.18%	6'583'826	6'588'329	6'579'322	+0.07%	-0.07%
Vermarktungskosten	Monate	3.00	3.30	2.70	2.70	6'583'826	6'589'470	6'578'182	+0.09%	-0.09%
Verwaltungskosten	%	4.00%	4.40%	3.60%	3.60%	6'583'826	6'591'745	6'575'907	+0.12%	-0.12%
Unterhalt	%	8.00%	8.80%	7.20%	7.20%	6'583'826	6'607'583	6'560'069	+0.36%	-0.36%
Sockelleerstand	%	1.30%	1.43%	1.17%	1.17%	6'583'826	6'613'098	6'554'553	+0.44%	-0.44%
Inflation	%	0.75%	0.83%	0.68%	0.68%	6'583'826	6'544'067	6'624'071	-0.60%	+0.61%
Gebäudeversicherungswert	Fr.	4'800'000	5'280'000	4'320'000	4'320'000	6'583'826	6'627'888	6'539'764	+0.67%	-0.67%
Renovationsfond	%	1.0%	1.1%	0.90%	0.90%	6'583'826	6'631'797	6'534'944	+0.73%	-0.74%
Mietsteigerung	%	0.75%	0.83%	0.68%	0.68%	6'583'826	6'455'601	6'712'917	-1.95%	+1.96%
Betriebskosten	%	8.00%	8.80%	7.20%	7.20%	6'583'826	6'763'964	6'403'688	+2.73%	-2.74%
Eigenkapitalverzinsung	%	7.00%	7.70%	6.30%	6.30%	6'583'826	7'347'588	5'871'853	+11.60%	-10.81%
Restnutzungsdauer	Jahre	30	33	27	27	6'583'826	5'540'952	7'498'181	-15.84%	+13.89%
Baukosten	Fr.	13'527'800	14'880'580	12'175'020	12'175'020	6'583'826	7'796'472	5'371'180	+18.42%	-18.42%
Mietertrag(Soll)	Fr.	1'640'160	1'722'168	1'558'152	1'558'152	6'583'826	4'487'379	7'467'627	-31.84%	+13.42%

Tabelle A2: Sensitivitätsanalyse der Variante A

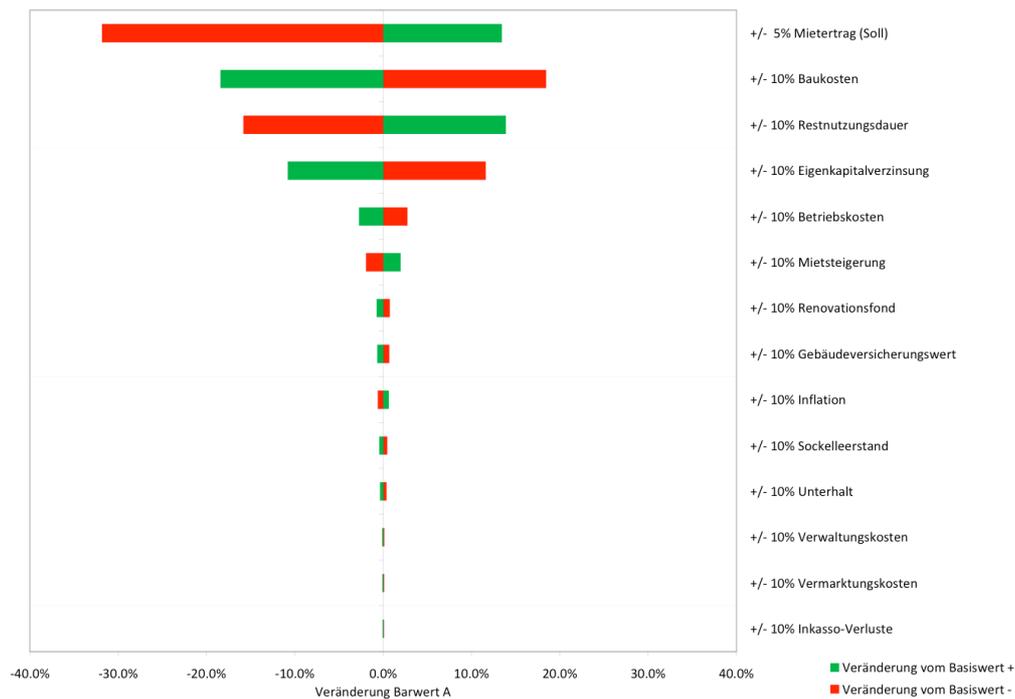


Abbildung A6: Tornadodiagramm zur Sensitivitätsanalyse der Variante A

Bezeichnung	Einheit	Basiswert	Veränderungen vom Basiswert			Barwert zum Basiswert	Veränderung Barwert				
			+10%	-10%	0.18%		absolut	relativ			
Inkasso-Verluste	%	0.20%	+10%	0.22%	-10%	0.18%	21'120'220	21'129'666	21'110'774	+0.04%	-0.04%
Vermarktungskosten	Monate	3.00	+10%	3.30	-10%	2.70	21'120'220	21'169'801	21'070'638	+0.23%	-0.23%
Sockelleerstand	%	1.30%	+10%	1.43%	-10%	1.17%	21'120'220	21'181'617	21'058'822	+0.29%	-0.29%
Gebäudeversicherungswert	Fr.	5'500'000	+10%	6'050'000	-10%	4'950'000	21'120'220	21'190'279	21'050'161	+0.33%	-0.33%
Renovationsfond	%	1.00%	+10%	1.10%	-10%	0.90%	21'120'220	21'196'494	21'042'496	+0.36%	-0.37%
Verwaltungskosten	%	4.00%	+10%	4.40%	-10%	3.60%	21'120'220	21'309'135	20'931'304	+0.89%	-0.89%
Inflation	%	0.75%	+10%	0.83%	-10%	0.68%	21'120'220	20'893'420	21'351'158	-1.07%	+1.09%
Betriebskosten	%	5.00%	+10%	5.50%	-10%	4.50%	21'120'220	21'356'364	20'884'075	+1.12%	-1.12%
Unterhalt	%	6.00%	+10%	6.60%	-10%	5.40%	21'120'220	21'403'593	20'836'846	+1.34%	-1.34%
Mietsteigerung	%	0.75%	+10%	0.83%	-10%	0.68%	21'120'220	20'833'905	21'408'495	-1.36%	+1.36%
Restnutzungsdauer	Jahre	50.00	+10%	55.00	-10%	45.00	21'120'220	19'808'823	22'173'489	-6.21%	+4.99%
Baukosten	Fr.	21'296'275	+10%	23'425'903	-10%	19'166'648	21'120'220	23'029'240	19'211'199	+9.04%	-9.04%
Mietertrag(Soll)	Fr.	2'638'080	+5%	2'769'984	-5%	2'506'176	21'120'220	19'148'414	23'092'026	-9.34%	+9.34%
Eigenkapitalverzinsung	%	7.00%	+10%	7.70%	-10%	6.30%	21'120'220	23'515'722	18'947'611	+11.34%	-10.29%

Tabelle A3: Sensitivitätsanalyse der Variante B

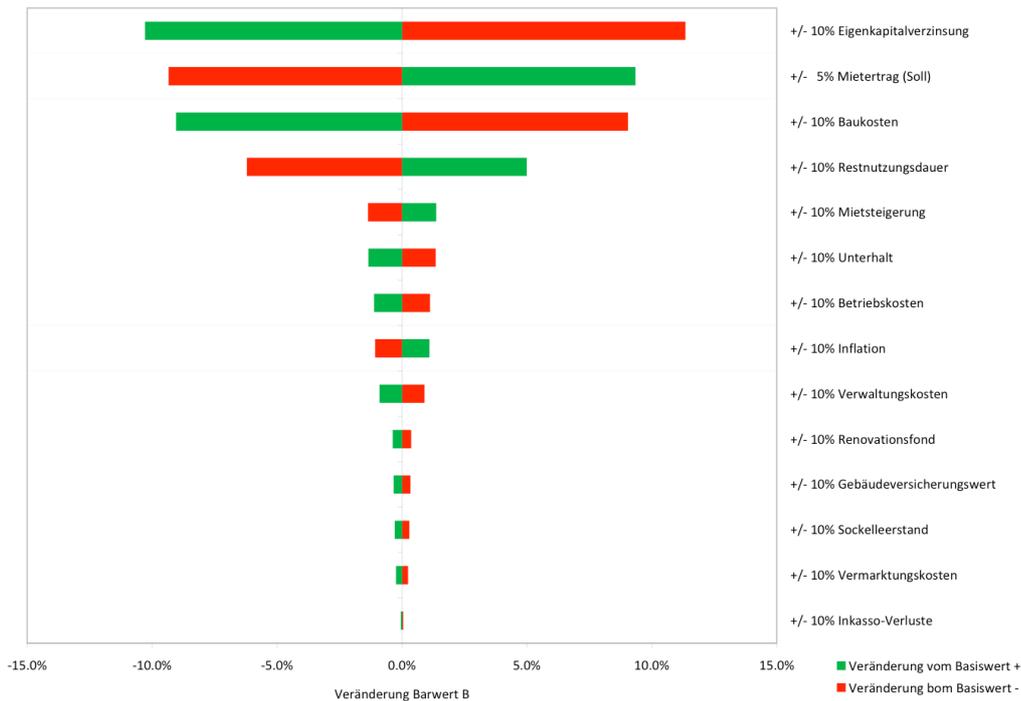


Abbildung A7: Tornadodiagramm zur Sensitivitätsanalyse der Variante B

Bezeichnung	Einheit	Basiswert	Veränderungen vom Basiswert			Barwert zum Basiswert	Veränderung Barwert				
			+10%	-10%	0.18%		absolut	relativ			
Inkasso-Verluste	%	0.20%	+10%	0.22%	-10%	0.18%	24'233'214	24'249'462	24'216'965	+0.07%	0.07%
Vermarktungskosten	Monate	3.00	+10%	3.30	-10%	2.70	24'233'214	24'321'671	24'144'756	+0.37%	0.37%
Sockelleerstand	%	1.30%	+10%	1.43%	-10%	1.17%	24'233'214	24'338'828	24'127'599	+0.44%	0.44%
Gebäudeversicherungswert	Fr.	16'000'000	+10%	17'600'000	-10%	14'400'000	24'233'214	24'466'707	23'999'720	+0.96%	0.96%
Betriebskosten	%	3.00%	+10%	3.30%	-10%	2.70%	24'233'214	24'476'940	23'989'487	+1.01%	1.01%
Unterhalt	%	3.00%	+10%	3.30%	-10%	2.70%	24'233'214	24'476'940	23'989'487	+1.01%	1.01%
Renovationsfond	%	1.00%	+10%	1.10%	-10%	0.90%	24'233'214	24'487'421	23'974'177	+1.05%	1.05%
Verwaltungskosten	%	4.00%	+10%	4.40%	-10%	3.60%	24'233'214	24'558'182	23'908'245	+1.34%	1.34%
Mietsteigerung	%	0.75%	+10%	0.83%	-10%	0.68%	24'233'214	23'683'332	24'786'990	+2.27%	-2.27%
Inflation	%	0.75%	+10%	0.83%	-10%	0.68%	24'233'214	23'644'860	24'838'710	+2.43%	-2.43%
Restnutzungsdauer	Jahre	80.00	+20%	96.00	-20%	64.00	24'233'214	22'097'519	25'503'842	+8.81%	-8.81%
Baukosten	Fr.	54'912'480	+5%	57'658'104	-5%	52'166'856	24'233'214	26'558'765	21'907'662	+9.60%	9.60%
Mietertrag(Soll)	Fr.	4'440'615	+5%	4'662'646	-5%	4'218'584	24'233'214	20'638'251	27'828'176	+14.83%	-14.83%
Eigenkapitalverzinsung	%	7.00%	+10%	7.70%	-10%	6.30%	24'233'214	29'642'031	19'514'261	+22.32%	22.32%

Tabelle A4: Sensitivitätsanalyse der Variante C

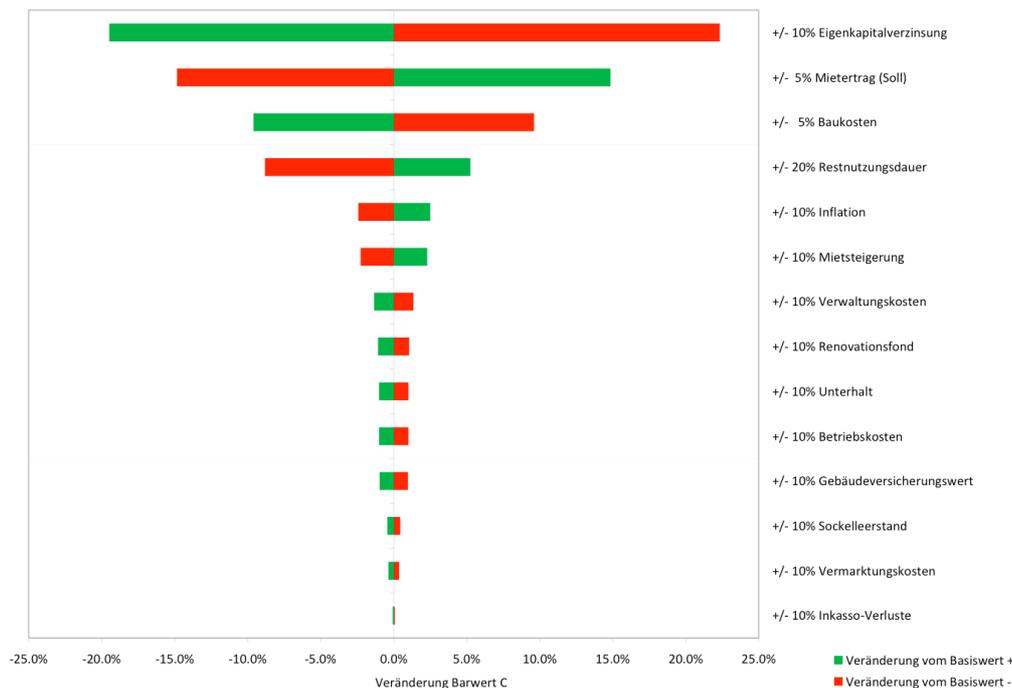


Abbildung A8: Tornadodiagramm zur Sensitivitätsanalyse der Variante C

Durch die Sensitivitätsanalysen wird erkannt, dass die Barwerte aller drei Varianten besonders stark auf die Veränderung von vier Parametern reagieren, den Baukosten, dem Mietertrag (Soll), der Restnutzungsdauer und der Eigenkapitalverzinsung.

Da die Eigenkapitalverzinsung Bestandteil der Eigentümerstrategie ist, wird in dieser Untersuchung über Objektstrategien nicht weiter darauf eingegangen, sondern für alle drei Varianten eine einheitliche Finanzierungsstruktur gewählt.

Für die drei Parameter Baukosten, Mietertrag (Soll) und Restnutzungsdauer werden Wahrscheinlichkeitsverteilungen bestimmt. Dazu wurde eine Expertenbefragung durchgeführt, deren Teilnehmer nicht namentlich genannt werden wollen. Die Umfrage ist damit sicherlich nicht repräsentativ, dient hier aber dazu, trotzdem möglichst zutreffende Annahmen zu finden.

### Baukosten:

Die Baukosten der Variante A (Instandhaltung) und B (Instandsetzung) werden als ähnlich unsicher angenommen, während die Baukosten der Variante C (Neubau) wegen der besseren Planbarkeit eine niedrigere Schwankungsbreite hat. Das Ergebnis der Expertenbefragung ist in Tabelle A2 und A3 dargestellt.

<b>Baukosten Instandhaltung und Instandsetzung</b>							
Abweichung	-10,0%	-5,0%	0,0%	5,0%	10,0%	15,0%	Σ
Experte A	0,0%	2,0%	20,0%	35,0%	38,0%	5,0%	100,0%
Experte B	0,0%	5,0%	17,0%	32,0%	40,0%	6,0%	100,0%
Experte C	0,0%	2,0%	16,0%	33,0%	39,0%	10,0%	100,0%
Durchschnitt	0,0%	3,0%	17,7%	33,3%	39,0%	7,0%	100,0%

Tabelle A2: Ergebnis der Expertenurfrage: Baukosten Instandhaltung und –setzung

<b>Baukosten Neubau</b>							
Abweichung	-10,0%	-5,0%	0,0%	5,0%	10,0%	15,0%	Σ
Experte A	0,0%	1,0%	21,0%	50,0%	25,0%	3,0%	100,0%
Experte B	0,0%	3,0%	20,0%	45,0%	27,0%	5,0%	100,0%
Experte C	0,0%	0,0%	17,5%	51,0%	25,0%	6,5%	100,0%
Durchschnitt	0,0%	1,3%	19,5%	48,7%	25,7%	4,8%	100,0%

Tabelle A3: Ergebnis der Expertenurfrage: Baukosten Neubau

Mit den Werten aus der Umfrage können mittels einer Simulationssoftware passende Wahrscheinlichkeitsverteilungen ermittelt werden. Für die Variante A und B werden Weibull-Verteilungen und für die Variante C eine Erlang-Verteilung generiert. Der RMS Error (Root Mean Square Error) ist jeweils kleiner als 0,0001. Die erzeugten Verteilungen sind im Abgleich mit den Daten aus der Umfrage in Abbildung A9 bis A11 dargestellt.

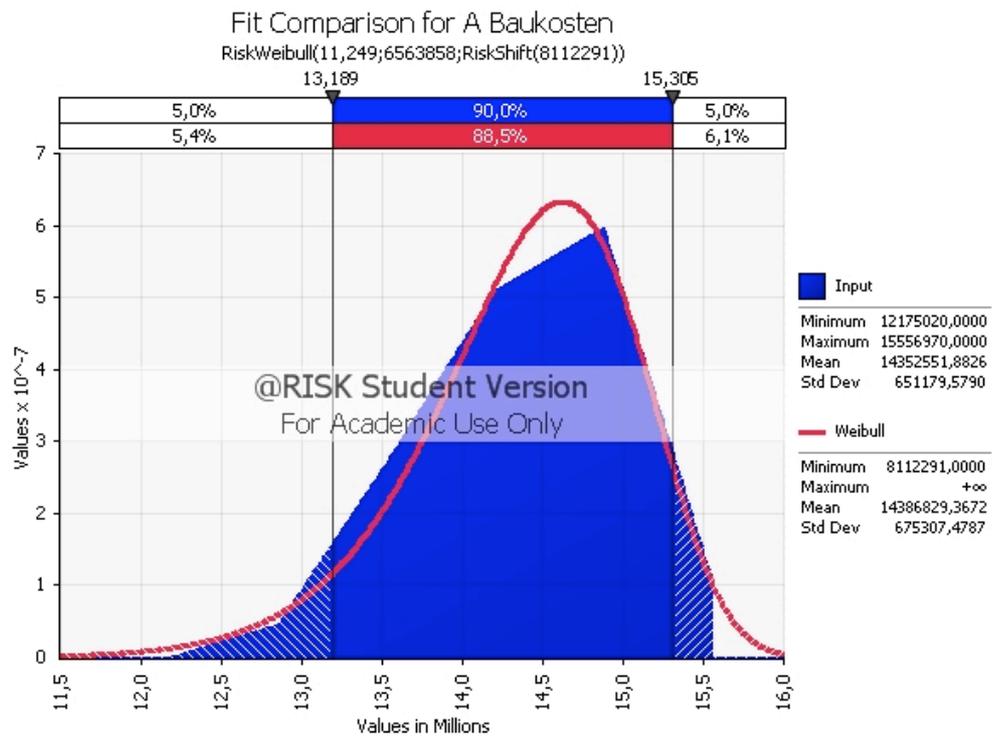


Abbildung A09: Weibull-Verteilung der Baukosten für Variante A

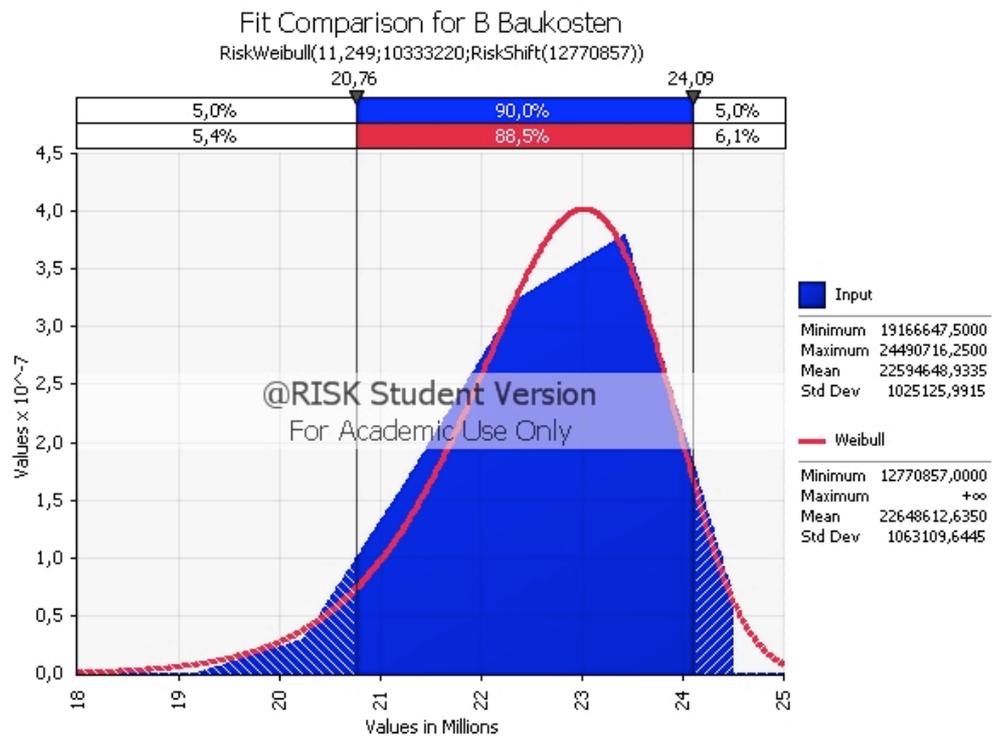


Abbildung A10: Weibull-Verteilung der Baukosten für B

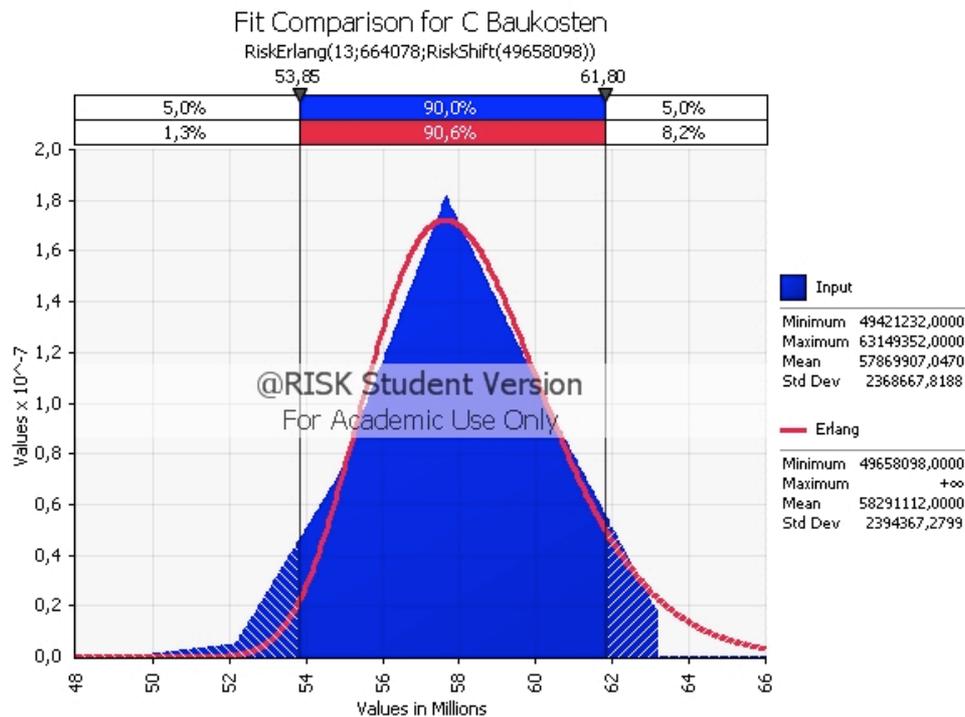


Abbildung A11: Erlang-Verteilung der Baukosten für Variante C

**Mietertrag (Soll):**

Für den Mietertrag (Soll) wird davon ausgegangen, dass die Schwankungsbreite für alle drei Varianten gleich gross ist. Das Ergebnis der Umfrage ist in Tabelle A4 dargestellt.

Mietertrag (Soll)							
Abweichung	-10,0%	-5,0%	0,0%	5,0%	10,0%	15,0%	Σ
Experte A	1,0%	9,0%	90,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Experte B	3,0%	17,0%	80,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Experte C	0,0%	10,0%	90,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Durchschnitt	1,3%	12,0%	86,7%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Tabelle A4: Ergebnis der Expertenurfrage: Mietertrag (Soll)

Die Werte der Umfrage werden mit den erzeugten Verteilungen in den Abbildungen A12 bis A14 dargestellt. Da nach Einschätzung der Experten die meisten Wohnungen zu dem im Inserat genannten Preis vermietet werden können, jedoch keinesfalls zu einem höheren Preis, wird eine Verteilung mit einer fixierten oberen Grenze gewählt. Die Beta-General-Verteilung bildet dies für den Mietertrag (Soll) am besten ab.

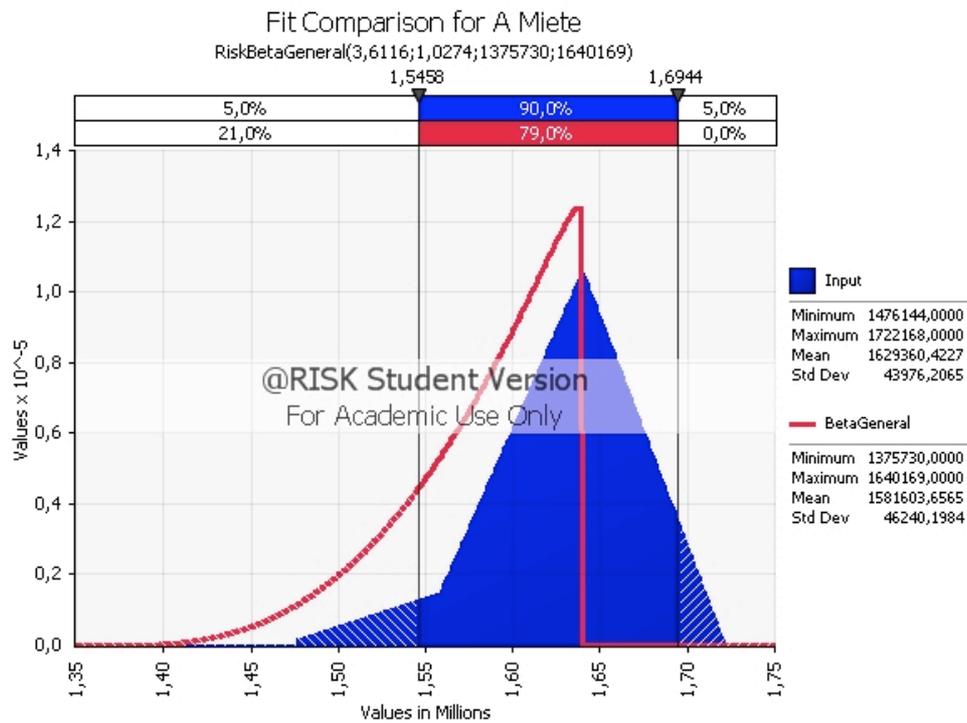


Abbildung A12: Beta-General-Verteilung des Mietertrags (Soll) für A

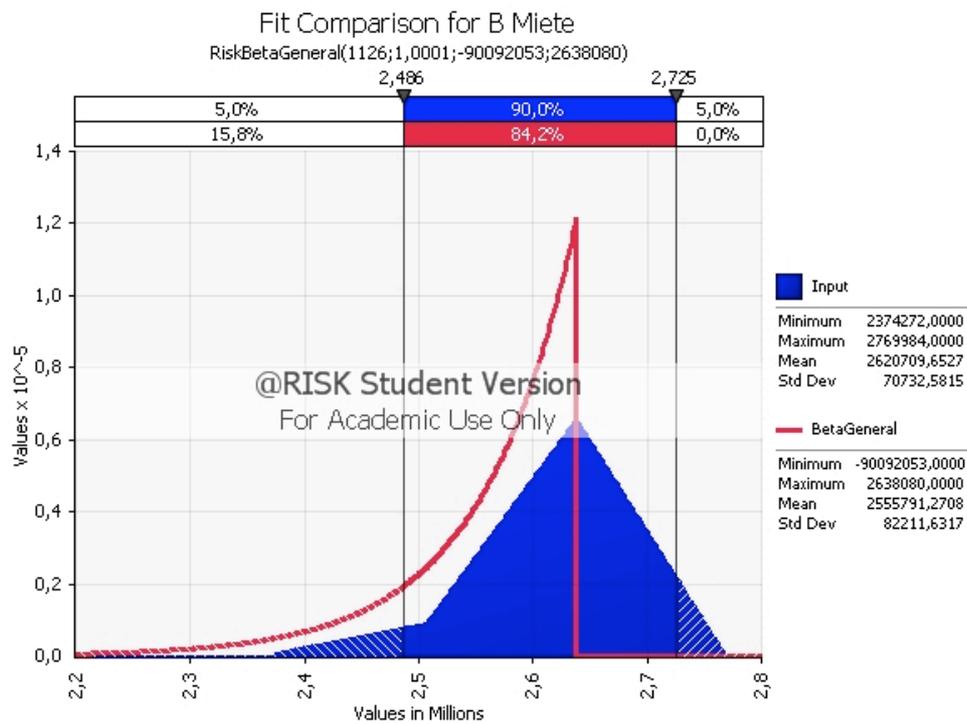


Abbildung A13: Beta-General-Verteilung des Mietertrags (Soll) für B

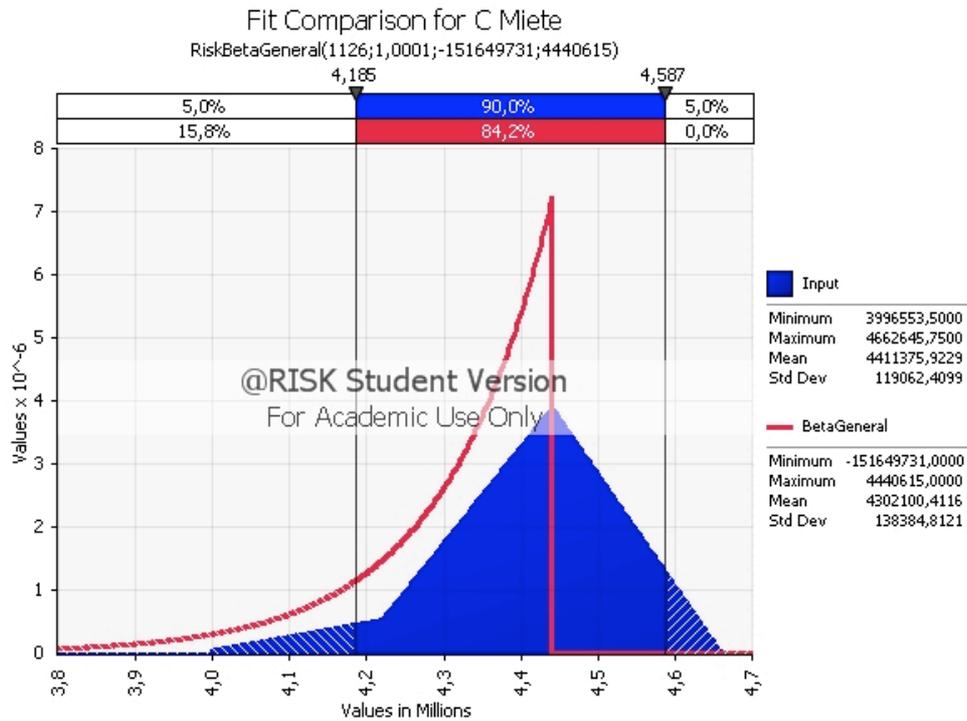


Abbildung A14: Beta-General-Verteilung des Mietertrages (Soll) für C

**Restnutzungsdauern:**

Für die Restnutzungsdauern werden für die drei Varianten unterschiedliche Annahmen getroffen. Für die Variante A (Instandhaltung) wird davon ausgegangen, dass sich die Wahrscheinlichkeit der Restnutzungsdauer anders verhält, als bei Variante B (Instandsetzung) und Variante C (Neubau). Die Expertenurfrage hat zu den in Tabelle A5 und A6 dargestellten Ergebnissen geführt.

Restnutzungsdauer Instandhaltung							
Abweichung	-50,0%	-25,0%	0,0%	25,0%	50,0%	75,0%	Σ
Experte A	0,0%	20,0%	60,0%	20,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Experte B	5,0%	20,0%	45,0%	25,0%	5,0%	0,0%	100,0%
Experte C	0,0%	25,0%	40,0%	25,0%	10,0%		100,0%
Durchschnitt	1,7%	21,7%	48,3%	23,3%	5,0%	0,0%	100,0%

Tabelle A5: Ergebnis der Expertenurfrage: Restnutzungsdauer Instandhaltung

Restnutzungsdauer Instandsetzung und Neubau							
Abweichung	-50,0%	-25,0%	0,0%	25,0%	50,0%	75,0%	Σ
Experte A	0,0%	10,0%	40,0%	25,0%	15,0%	10,0%	100,0%
Experte B	5,0%	15,0%	35,0%	25,0%	15,0%	5,0%	100,0%
Experte C	5,0%	20,0%	30,0%	30,0%	10,0%	5,0%	100,0%
Durchschnitt	3,3%	15,0%	35,0%	26,7%	13,3%	6,7%	100,0%

Tabelle A6: Ergebnis der Expertenurfrage: Restnutzungsdauer Instandsetzung und Neubau

Mit den Werten aus Tabelle 12 und 13 werden wiederum die Verteilungen erstellt. Für die Restnutzungsdauer der Variante A (Instandhaltung) entsteht eine Gamma-Verteilung, für die anderen beiden Restnutzungsdauern je eine Log-Logistic-Verteilung. Die Verteilungen sind in Abbildung A15 bis A17 dargestellt.

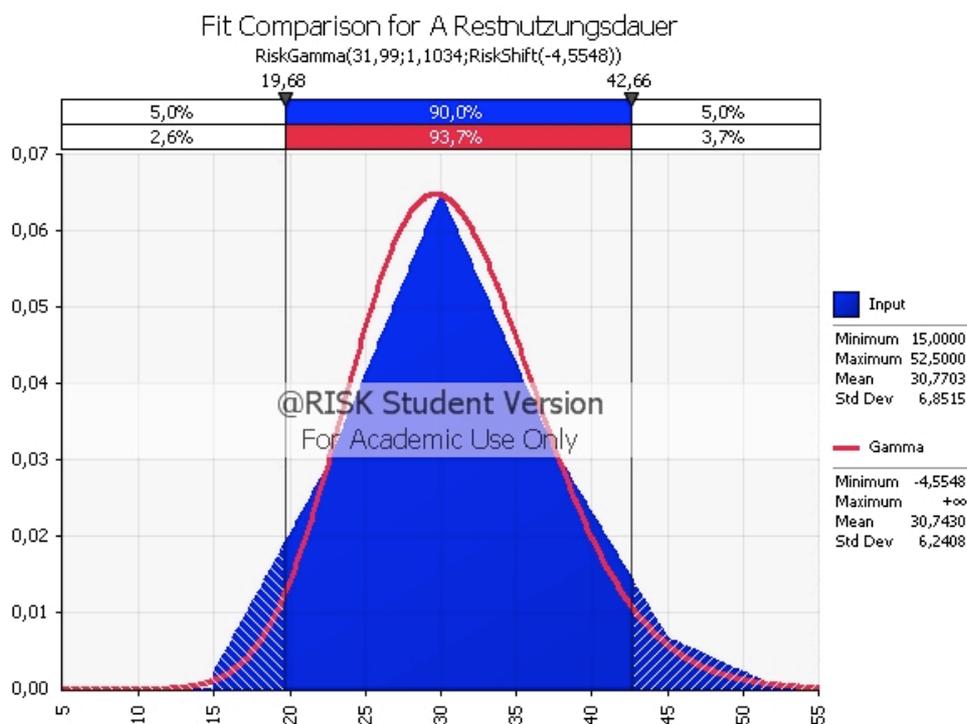


Abbildung A15: Gamma-Verteilung der Restnutzungsdauer für A

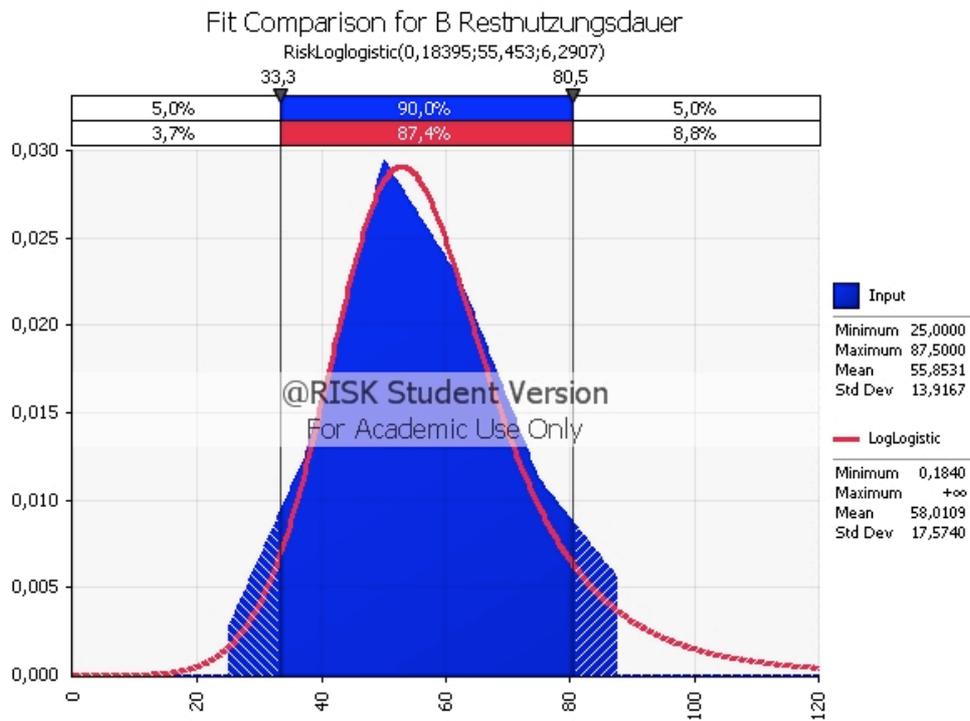


Abbildung A16: Log-Logistic-Verteilung der Restnutzungsdauer für B

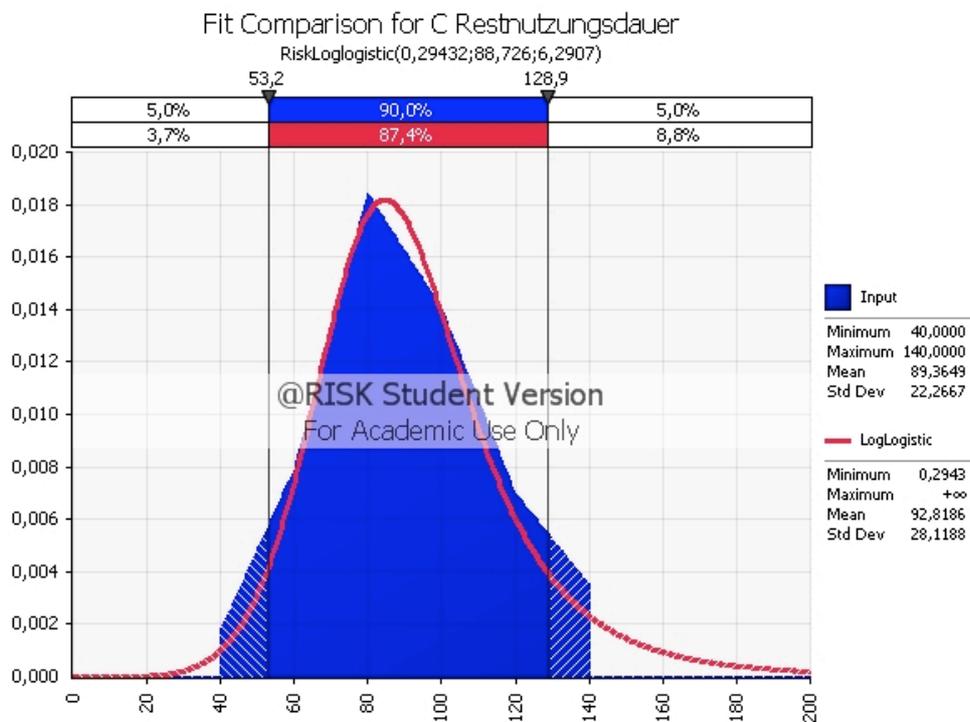


Abbildung A17: Log-Logistic-Verteilung der Restnutzungsdauer für C

Nachdem die Verteilungsfunktionen für die unsicheren Parameter für alle drei Varianten bestimmt wurden, werden diese in das Modell integriert. Mit der Simulationssoftware werden die entsprechenden Felder in den DCF-Bewertungen im Tabellenkalkulationsprogramm mit den Verteilungen unterlegt.

Für jede Varianten werden 5'000 Iterationen zur Bestimmung der Wahrscheinlichkeitsverteilung des jeweiligen Barwertes berechnet. In Abbildung A18 sind die Dichten der drei Barwerte dargestellt.

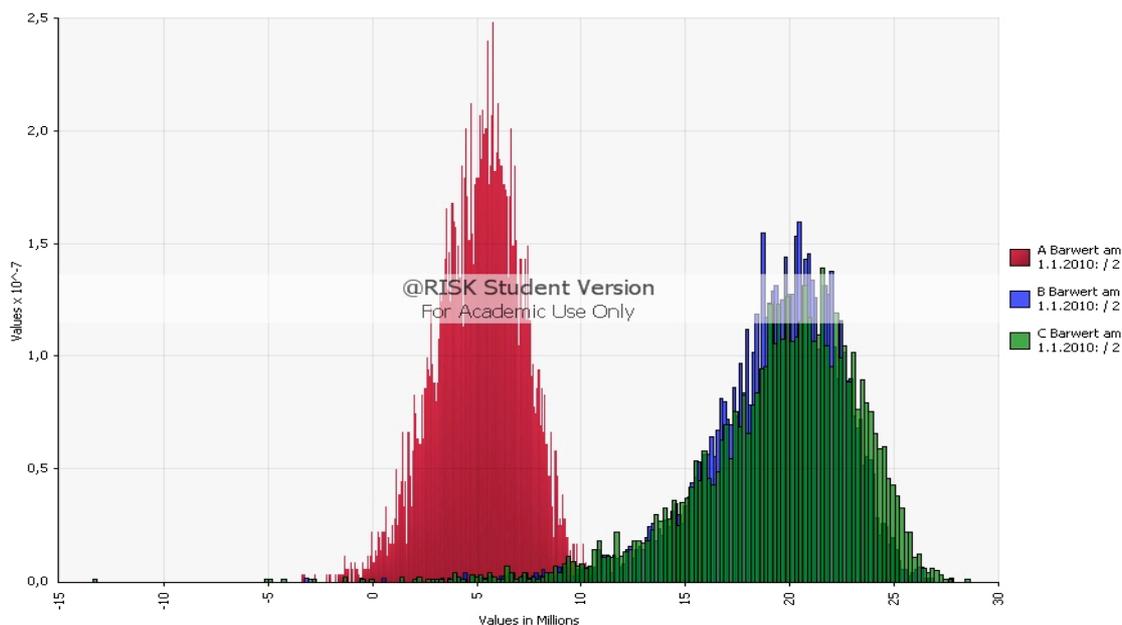


Abbildung A18: Dichte der Barwerte zu den Varianten A, B und C

Zur besseren Interpretation wird die Darstellung A19 mit der kumulativen Häufigkeit erzeugt.

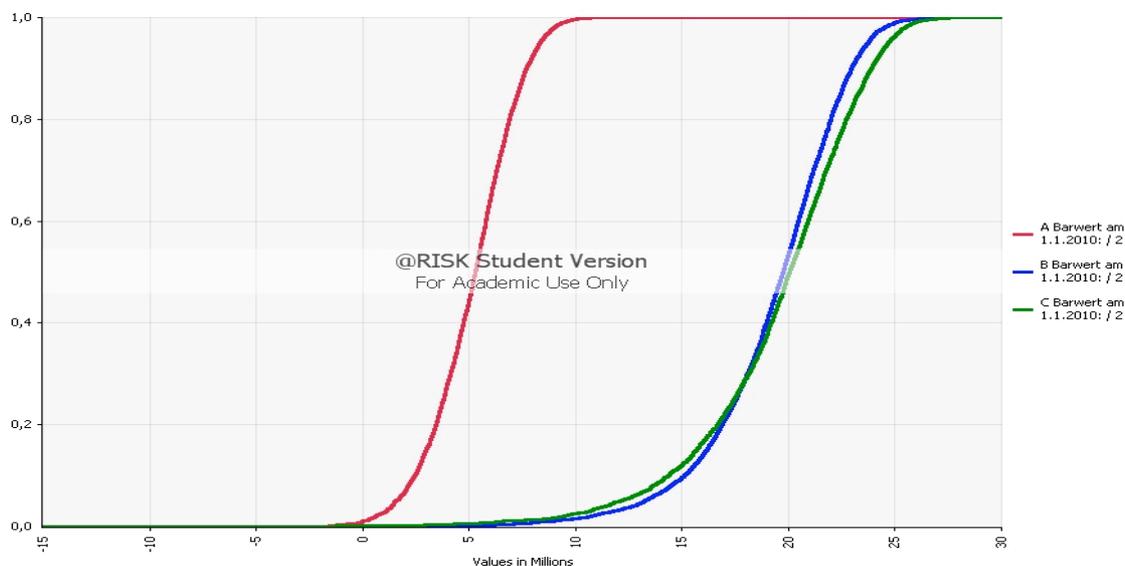


Abbildung A19: Kumulierte Häufigkeiten der Barwerte zu den Varianten A, B und C

Zur Interpretation wird die stochastische Dominanz verwendet. Die Variante A kann gegenüber den beiden Varianten B und C durch die stochastische Dominanz ersten Grades als nicht vorteilhaft erkannt werden, da die kumulierte Dichtefunktion der Variante A weder mit der Funktion von B noch C einen Schnittpunkt hat. Alle möglichen Barwerte der Variante A haben folglich einen tieferen Barwert als B oder C. Die Funktion A wird von den Funktionen B und C dominiert.

Die kumulierten Häufigkeiten der Varianten B und C haben einen Schnittpunkt und werden mit der stochastischen Dominanz zweiten Grades weiter untersucht. Dazu wird die Dominanzfunktion erstellt. Um diese berechnen zu können, müssen die Stichprobenanalysen für die beiden Varianten B und C in Funktionen umgewandelt werden. Dies erfolgt wiederum mit der Simulationssoftware. Damit können den Stichprobenanalysen die beiden Weibull-Funktionen in den Abbildungen A20 und A21 zugeordnet werden.

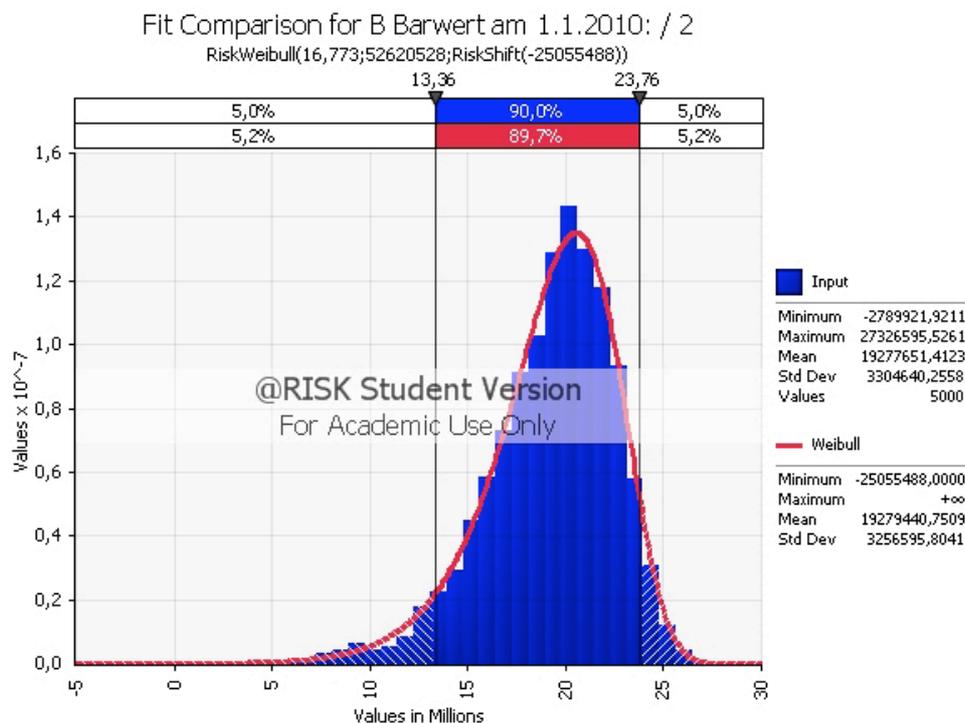


Abbildung A20: Ermittlung der Weibull-Funktion für die Variante B

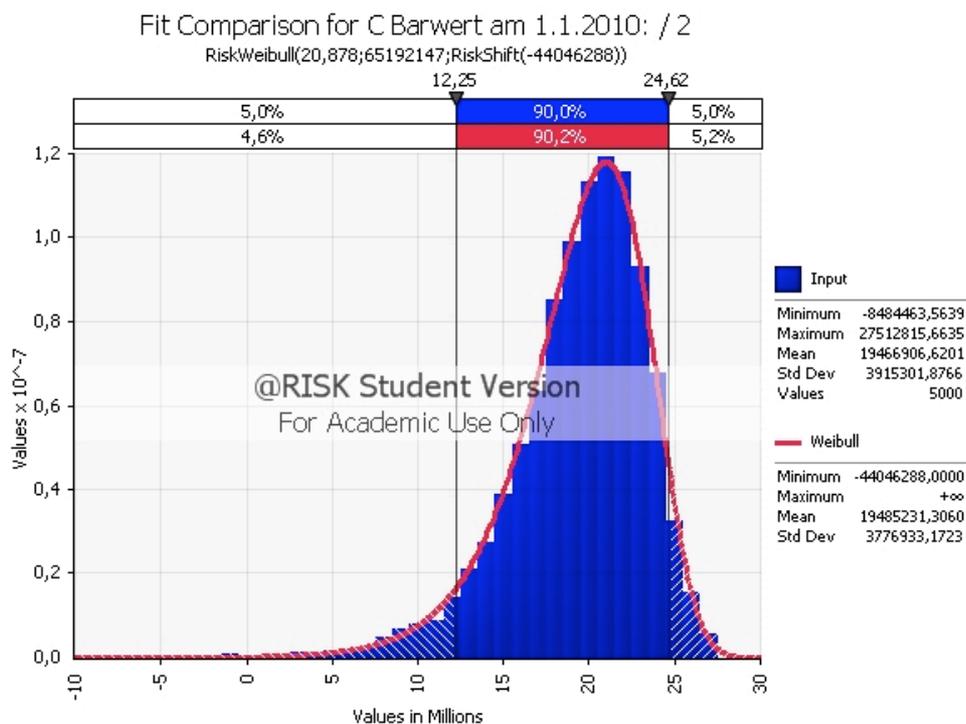


Abbildung 21: Ermittlung der Weibull-Funktion für die Variante C

Nachdem die Verteilungen nun durch Funktionen abgebildet wurden, kann das Integral zur Bestimmung der Dominanz zweiten Grades numerisch gelöst werden. Für die Dominanzfunktion  $D(z)$  mit  $z$ -Werten von 0 bis 30'000'000 ergibt sich der Graph in Abbildung A22.

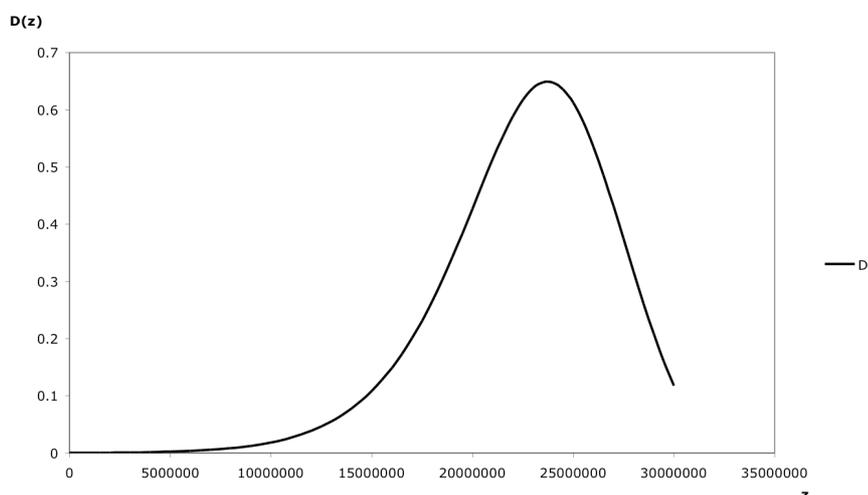


Abbildung 22: Funktion der stochastischen Dominanz zweiten Grades für C minus B

Da die Funktion  $D(z)$  keine negativen Werte enthält, dominiert die Verteilung B die Verteilung C. Die Objektstrategie B ist daher gegenüber A und C vorteilhaft.

Mit der Berücksichtigung von Wahrscheinlichkeiten erhält man so ein anderes Ergebnis, als ohne deren Berücksichtigung, wo die Variante C für vorteilhaft gehalten wurde.

**Literaturverzeichnis:**

- Bone-Winkel, Stephan:** Stand und Entwicklungstendenzen der Immobilienökonomie, in: Bone-Winkel, Stephan (Hrsg.): Festschrift zum 60. Geburtstag von Karl-Werner Schultes, Köln: Müller, 2006.
- Diederichs, Claus Jürgen:** Immobilienmanagement im Lebenszyklus, 2. erweiterte und aktualisierte Aufl., Springer Verlag, 2006.
- Fierz, Kaspar:** Der Schweizer Immobilienwert, Die neue Lehre der Immobilienbewertung auf der Grundlage der Betriebswirtschaftslehre, der Finanzmathematik und der Ökonometrie, Schulthess, 2005.
- Geltner, David M. / Miller, Norman G.:** Commercial Real Estate, Analysis & Investments, Student Edition, Mason, Ohio: Thomson South Western, 2007.
- giv – Gesellschaft für Immobilienwirtschaftliche Forschung e.V. (Hrsg.):** Implementierung Immobilien-Risikomanagement, Wiesbaden, 2009.
- Green, Kesten C. / Armstrong, J. Scott / Graefe, Andreas:** Methods to Elicit Forecasts from Groups: Delphi and Prediction Marktes Compared, Working Paper, München: MPRA – Munich Personal RePEc Archive, Ludwig-Maximilian-Universität München, 2007.
- Hellerforth, Michaela:** Der erfolgreiche Weg zu Immobilienprojekten durch Risikobegrenzung und Risikomanagement, Eschborn: RKW-Verlag, 2001.
- Hellerforth, Michaela:** Immobilieninvestition- und finanzierung kompakt, München: Oldenburg Wissenschaftsverlag GmbH, 2008.
- Hildenbrand, Karlheinz:** Systemorientierte Risikoanalyse in der Investitionsplanung, Duncker & Humblot, 1998.
- Kruschwitz, Lutz:** Investitionsrechnung, Edition 8, Oldenbourg Wissenschaftlicher Verlag, 2000.
- Louargand, Marc A.:** A Survey of Pension Fund Real Estate Portfolio Risk Management Practices, in: The Journal of Real Estate Research, Volume 7, No. 4, 1992.
- Maier, Kurt M.:** Risikomanagement im Immobilienwesen – Leitfaden für Theorie und Praxis, Knapp, 1999.
- Müller, Valentin:** Bewertung von Immobilien-Projektentwicklungen – Theoretische Grundlagen, Branchenumfrage, und Best Practice Methode, Masterthesis, Zürich: Curem AG, 2007.
- Mun, Jonathan:** Modelling Risk, Applying Monte Carlo Simulation, Real Options Analysis, Forecasting, and Optimization Techniques, Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons Inc., 2006.

- Perridon, Louis; Steiner Manfred:** Finanzwirtschaft der Unternehmung, 8. Überarbeitete Auflage, München: Vahlen, 1995.
- Ropeter, Sven-Eric:** Investitionsanalyse für Gewerbeimmobilien, in: Prof. Dr. Karl-Werner Schultes (Hrsg.): Schriften zur Immobilienökonomie, Köln: Rudolf Müller GmbH & Co. KG, 2002.
- Rosenkranz, Friedrich / Missler-Behr, Magdalena:** Unternehmensrisiken erkennen und managen: Einführung in die quantitative Planung, Springer, 2005.
- Roth, Wolfgang Michael:** Ökonomische Analyse des Versicherungsaufsichtsrechts bezüglich des Einsatzes derivativer Finanzinstrumente, Hannover: Verlag Versicherungsgesellschaft GmbH, 2002.
- Schäfers, Wolfgang:** Strategisches Management von Unternehmensimmobilien: Bausteine einer theoretischen Konzeption und Ergebnisse einer empirischen Untersuchung, Köln: 1996.
- Schultes, Karl-Werner et al.:** Handbuch Immobilien-Banking, Köln: R. Müller, 2002.
- SIA – Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Hrsg.):** Sia Dokumentation D 0213, Finanzkennzahlen für Immobilien, Zürich, 2005
- TeGoVA, The European Group of Valuers' Association (Hrsg.):** Europäisches Objekt- und Markt-rating. Ein Leitfaden für Gutachter, 2003.
- Vose, David:** Risk Analysis, a quantitative Guide, third edition, Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd., 2008.
- Wellman, Gary L.:** A Delphi expert assessment of proactive contracting in an evolutionary acquisition environment, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio: Air Force Institute of Technology, 2003.
- Wellner, Kristin:** Entwicklung eines Immobilien-Portfolio-Management-Systems, in: Prof. Dr. Wolfgang Pelzl (Hrsg.): Reihe: Immobilienmanagement, Band 3, Universität Leipzig: Institut für Immobilienmanagement der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät, 2003.
- Wiedenmann Markus:** Risikomanagement bei der Immobilien-Projektentwicklung unter der besonderen Berücksichtigung der Risikoanalyse und Risikoquantifizierung (Diss.), Universität Leipzig: Institut für Stadtentwicklung und Bauwirtschaft, 2005.
- Winston, Wayne (I):** Financial Models using Simulation and Optimization, Ithaca NY: Pallisade Corporation, 2008.
- Winston, Wayne (II):** Financial Models using Simulation and Optimization II, Ithaca NY: Pallisade Corporation, 2008.

**Ehrenwörtliche Erklärung:**

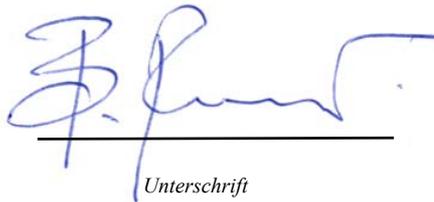
Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Masterthesis

*„Beurteilung von Objektstrategien unter Berücksichtigung von Risiken“*

selbst angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch nicht veröffentlicht.

Zürich, den 03.08.2009



Unterschrift

---