

Masterthesis

zur Erlangung des

Master of Science in Real Estate (CUREM)

Anwendung von Real Options in der Immobilienpraxis

Name: Thomas Maurer

Adresse: Kirchenfeldstrasse 52A, 3005 Bern

Eingereicht bei:

- *Prof. Dr. Tobias Studer, emeritierter Professor für Betriebswirtschaftslehre der Universität Basel*
- *Jan Eckert, Partner, Sal. Oppenheim jr. & Cie. Corporate Finance (Schweiz) AG*

Abgabedatum: 31. Juli 2006

Inhaltsverzeichnis

I.	Einleitung	1
1	Ausgangslage	1
1.1	Hypothese, Ziele, Aufbau der Arbeit	1
1.2	Verwendete Begriffe	2
II.	Theoretische Grundlagen	3
2	Bewertungsmethoden	3
3	Übersicht über die Optionstheorie	4
3.1	In der Optionstheorie verwendete Prozesse	4
3.1.1	Die Markov-Eigenschaft	5
3.1.2	Wiener-Prozesse.....	5
3.2	Weitere Annahmen.....	6
3.2.1	Annahme zur Volatilität	6
3.3	Einflussfaktoren auf Optionspreise	6
3.4	Rechenverfahren für Optionen	6
3.4.1	Analytische und numerische Verfahren	6
3.4.2	Black-Scholes-Merton	7
3.4.3	Binomiale und Trinomiale Bewertung.....	7
3.4.4	Monte-Carlo-Methode	7
4	Real Options	8
4.1	Sinnvolle Anwendungen der Real Options Analyse.....	8
4.1.1	Situationen mit Vorteilen für herkömmliche Instrumente	8
4.1.2	Situationen mit Vorteilen für die Real Options Analyse	9
4.1.3	Marktrisiken und marktunabhängige Risiken	9
4.2	Der Revidierte klassische Ansatz.....	10
4.2.1	Die Vorteile des Revidierten klassischen Ansatzes	10
4.2.2	Die Anwendung des Revidierten klassischen Ansatzes.....	10
4.3	Entscheidungsbaum für die Eignung von Real Options	11
4.4	Real Options bei Projekten	13
4.4.1	Real Options auf Projekte und in Projekten.....	13
4.4.2	Risikoart und Modellwahl.....	14
4.4.3	Bewertungsmöglichkeiten für Real Options in Projekten.....	16
4.5	Vorgehensleitfäden	17
4.5.1	Der Ansatz von Amram/Kulatilaka.....	17

4.5.2	Der Ansatz von Copeland und Antikarov	18
4.5.3	Ein intuitiver Ansatz	19
4.5.4	Ein Vorgehensleitfaden für Immobilienprojekte	19
III.	Real Options in einem Immobilienprojekt	21
5	Der Auftraggeber	21
5.1	Die Publica	21
5.1.1	Die Publica als institutioneller Anleger	21
5.1.2	Der Bereich Real Estate	22
6	Das Projekt	22
6.1	Optionen	23
6.2	Option „Etappierung“	24
6.2.1	Projektdefinition	24
6.2.2	Modellieren und Rechnen	26
6.2.3	Review der Resultate	29
6.3	Option „Flexibles Konstruktionskonzept“	29
6.3.1	Flexibilität und Variabilität	29
6.3.2	Projektdefinition	30
6.3.3	Modellieren und Rechnen	33
6.3.4	Review der Resultate	36
IV.	Erkenntnisse und Schlussfolgerungen	37
7	Eignung von Real Options für Immobilienprojekte	37
7.1	Probleme bei der Anwendung	37
7.2	Stärken der Real Options Analyse	38
8	Alternative Ansätze für Immobilienprojekte	39
8.1	Anforderungen	39
8.2	Der Vorschlag von Luehrman	40
8.2.1	Theoretisches Fundament	40
8.2.2	Anwendung des Ansatzes	40
8.2.3	Würdigung des Ansatzes	41
9	Schlussbemerkungen	43

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entscheidungsbaum für Anwendung der Real Options Analyse	12
Abbildung 2: Unterschied Real Options auf und in Projekten.....	14
Abbildung 3: Unsicherheitsklassen.....	14
Abbildung 4: Wahl des Optionsmodells (in Anlehnung an Greden).....	16
Abbildung 5: Leitfaden für Immobilien-Projekte	20
Abbildung 6: Aktuelle Anlagestruktur der Publica.....	21
Abbildung 7: Link zwischen Metrik Luehrman und Black/Scholes.....	40

Abkürzungsverzeichnis

CAPM	Capital Asset Pricing Modell
DCF	Discounted Cash Flow
EK	Eigenkapital
FK	Fremdkapital
GF	Geschossfläche
HNF	Hauptnutzfläche
IRR	Internal Rate of Return
LIK	Lebenskostenindex der Konsumentenpreise
MAD	Marketed Asset Disclaimer
NPV	Net Present Value
PV	Present Value
ROA	Real Options Analyse
SPS	Swiss Prime Site AG
VOFI	Vollständiger Finanzplan
WACC	Weighted Average Cost of Capital
XOR	Ausschliessendes „oder“ (in Entscheidungsbäumen)

Vorwort

Den Ansporn zu dieser Arbeit gab mir ein ehemaliger Arbeitskollege. Seine Begeisterung für die Real Options Analyse war ansteckend. Immer wieder versuchte er Investitionen zu bewerten und die Methode Kunden schmackhaft zu machen. Das Interesse der Kunden an dieser neuen Bewertungsmethode war auffällig gering. Lag es am mangelnden Verkaufstalent, war die Zeit für Real Options noch nicht reif oder war die Methode zu komplex für die Praxis? Die Thesis für den Masterlehrgang der CUREM bot eine ideale Plattform, sich vertieft mit dem Thema auseinanderzusetzen. Die ersten Beispiele aus Lehrbüchern liessen auf ein überschaubares Thema schliessen. Erst mit der Zeit habe ich dessen reiche Verästelung erkannt. Mir wurde bewusst, dass ich ein anforderungsreiches Thema gewählt hatte, zu dessen Bewältigung bei mir noch einige Wissenslücken zu schliessen waren, zum Beispiel in Statistik und in Simulation.

Bei dieser Arbeit wurde ich von verschiedenen Personen tatkräftig unterstützt. Danken möchte ich meinem Betreuer, Herrn Prof. Dr. Tobias Studer, für die konstruktiv-kritischen Zwischenbesprechungen der Arbeit. Als Schnelldenker hat er Schwachstellen in meiner Argumentation schonend, aber unerbittlich aufgedeckt. Er und mein Koreferent, Herrn Jan Eckert, werden die, hoffentlich wohlwollende, Beurteilung besorgen. Auch dafür besten Dank. Zu danken habe ich auch den beiden Vertretern der Publica, den Herren Danilo Menegotto, Chef Immobilien, und Thomas Guggisberg, Bauherrenvertreter, für die Bereitstellung des Fallbeispielles und die Besprechung der Zwischenergebnisse. Sie mögen mir nachsehen, dass für ihr Projekt Langenthal relativ wenig Substanz resultierte. Ich habe sie ja vorgewarnt! Trotzdem war es wichtig, auf einem konkreten Projekt zu basieren. Nur so konnte ich die Schwierigkeiten der praktischen Umsetzung der Real Options Analyse hautnah erleben. Daniel Conca danke ich für sein stetes Interesse an der Arbeit und die vielen grundsätzlichen und guten Anregungen. Ich wäre nicht überrascht, wenn wir beide auch nach Abgabe der Thesis noch etwas am Thema weiterarbeiten würden. Und, last but not least, bin ich David Belz zu Dank verpflichtet für seine sorgfältige Durchsicht des Manuskripts und seine Bereitschaft, immer wieder - auch samstags oder sonntags - als Sparringpartner gewisse Aspekte der Real Options Analyse mit mir zu diskutieren. Er hat mich mit seiner Methodenfestigkeit und unbestechlichen Nüchternheit immer wieder auf Irrwege aufmerksam gemacht.

I. Einleitung

1 Ausgangslage

Die Bewertung von Investitionen ist eine der Hauptaufgaben von Managern. Täglich eröffnen sich ihnen konkurrierende Investitionsmöglichkeiten. Manager müssen in der Lage sein, zwischen den Investitionsmöglichkeiten nach klaren und transparenten Kriterien zu wählen. Dazu stehen ihnen unzählige Methoden zur Verfügung. Als Folge des oft hohen finanziellen Engagements gewinnt das Risikomanagement zusehends an Bedeutung. Bei der Risikoallokation spielen Derivate eine wichtige Rolle.

Optionen und andere Derivate haben in den letzten rund 30 Jahren in der Finanzwelt eine immer grössere Bedeutung erhalten. Derivate sind Finanzinstrumente, deren Wert von einem Basisobjekt, zum Beispiel einer Aktie oder einem Index, abhängt. Wenn wir zum Beispiel eine Kaufoption betrachten, profitiert sie überproportional von einer günstigen Kursentwicklung des Basisobjekts bei gleichzeitiger Begrenzung des Verlustpotenzials. Der Wert einer Option kann nie negativ werden. Der Investor verliert also im schlimmsten Fall den Kaufpreis der Option.

Schon bald wurden Parallelen zum Investitionsprozess gesehen. Wenn beispielsweise ein junger Handwerker ein Kaufrecht auf dem Grundstück erwirbt das an seine Werkstatt angrenzt, dann steht dahinter möglicherweise die Erwartung, dass sein Produktionsprogramm vom Markt nachgefragt wird und eine Erweiterung der Produktionsanlagen nötig wird. Er investiert also in eine Option, wobei das Grundstück das Basisobjekt ist und das Kaufrecht der Preis für die Option. Entscheidend ist, dass der Unternehmer sich mit einem relativ kleinen Betrag die Zukunft sichern kann. Da in diesem Fall die Option nicht von einem finanziellen Vermögenswert abhängt, sondern von einem realen Vermögensgegenstand, spricht man von realen Optionen. Im Folgenden wird der englische Begriff Real Options verwendet.

1.1 Hypothese, Ziele, Aufbau der Arbeit

Auf Grund einer Internetrecherche entsteht der Eindruck, dass Real Options fast ausschliesslich in Grossprojekten wie Bergbau, Raumfahrt, etc. angewendet werden. Die zu Grunde liegende Methodik lehnt sich stark an die Theorie der Finanzoptionen an, ist aufwendig, mathematisch komplex und basiert auf historischen Daten. Weitere Hindernisse sind das Fehlen von statistischen Daten, wie sie dem Finanzbereich zur Verfügung stehen und das fehlende Finanz-Know-How, zumindest bei den Planern.

Der Theses liegt die Hypothese zu Grunde, dass Real Options auch in Immobilienprojekten, zum Beispiel bei Planungs- und Projektierungsentscheidungen, Hilfe bieten könnten. Ziel der Untersuchung ist, die Besonderheiten bei der Bewertung von Immobilienprojekten herauszuschälen, die Eignung der Real Options Analyse unter diesen Bedingungen zu überprüfen und erste Überlegungen anzustellen, wie die Methode auch im Bereich der Immobilienprojekte angewendet werden könnte.

Die vorliegende Arbeit gibt in einem theoretischen Teil eine Übersicht über die Methoden und ihre Anwendungsbedingungen. Anschliessend wird anhand konkreter Beispiele untersucht, wo sich in der Immobilienpraxis bei Real Options Probleme ergeben. In einem abschliessenden Teil werden aufgrund der eigenen Erfahrungen die Erfolgsfaktoren für einen Einsatz in Immobilienprojekten erörtert und mögliche Vereinfachungen vorgeschlagen. Um den Lesefluss nicht zu unterbrechen, aber auch, weil sie viel Platz beanspruchen, habe ich alle Berechnungen und Darstellungen, die nicht unmittelbar zum Verständnis nötig waren, in den Anhang verbannt. Damit hat der Leser einen durchgehenden „roten Faden“ und kann bei Themen, die er vertieft studieren will, den entsprechenden Anhang zur Rate ziehen.

1.2 Verwendete Begriffe

Die verfügbare Literatur zu Real Options ist meist englischsprachig. Wo immer möglich werden gängige deutsche Begriffe gebraucht. Zum Teil mussten die englischen Begriffe selber übersetzt werden. Dabei wurde der treffenderen Umschreibung der Vorzug gegeben gegenüber der eleganteren. Eine ganze Reihe von Begriffen wird in der Alltagssprache für unterschiedliche Sachverhalte verwendet. Beispiele dafür sind Unsicherheit oder Korrelation. Sie werden im Text präzisiert.

II. Theoretische Grundlagen

2 Bewertungsmethoden

In der Bewertungspraxis werden heute verschiedene Methoden für die Bewertung von Projekten verwendet. Nach wie vor sehr verbreitet unter Praktikern sind statische Methoden wie Return on Investment ROI und Pay Back. Sie sind einfach in der Anwendung und leicht nachvollziehbar.

Zu den wichtigsten dynamischen Methoden gehören der Discounted Cash Flow DCF, der Internal Rate of Return IRR und der vollständige Finanzplan VOFI. Dynamisch werden sie genannt, weil sie den Zeitwert des Geldes berücksichtigen. Obwohl sie die Wirklichkeit realistischer abbilden als die statischen Methoden, weisen sie eine Reihe von Schwächen auf:

- Die Methoden gehen von einer einzigen oder nur wenigen Varianten aus. Damit bilden sie die Wirklichkeit nur unvollständig ab.
- Ganz entscheidend für das Ergebnis ist der Diskontierungssatz. Er ist der Parameter mit der grössten Hebelwirkung. Theoretisch gibt es verschiedene Möglichkeiten, den Diskontierungssatz zu bestimmen. Gerade in Projekten ist es aber oft schwierig, einen angemessenen Diskontierungssatz herzuleiten.
- Die Methoden gehen implizit davon aus, dass mit dem Investitionsentscheid sämtliche projektbezogenen Entscheide gefällt worden sind. Es ist offensichtlich, dass diese Annahme unrealistisch ist. In einem Bauprojekt beispielsweise eröffnen sich in Wirklichkeit immer wieder Möglichkeiten, Korrekturen vorzunehmen. Selbst wenn es realisiert worden ist, muss es im Normalfall nicht so betrieben werden wie in der Investitionsrechnung vorgesehen. Es kann umgenutzt oder verkauft werden.

Obwohl die Real Options Analyse ROA ebenfalls eine dynamische Methode ist, bei der künftige Geldströme diskontiert werden, liegt der Methode eine ganz andere Denkhaltung zugrunde, das Denken in Optionen. Sie basiert auf der Optionstheorie, die in den Siebzigerjahren des letzten Jahrhunderts von verschiedenen Wissenschaftern¹ entwickelt worden ist. Auf die Optionstheorie wird im Rahmen dieser Arbeit nur soweit eingegangen, wie sie wesentlich für das Verständnis der Real Options Analyse ist.

¹ Unter ihnen F. Black, M. Scholes, R. Merton, J. Cox, S Ross, M. Rubinstein

3 Übersicht über die Optionstheorie

Finanzielle Optionen räumen dem Halter das Recht ein, den Basisgegenstand, zum Beispiel eine Aktie, zu einem vorbestimmten Preis, dem Ausübungspreis, zu kaufen (Call Option) oder zu verkaufen (Put Option). Je nach Optionstyp kann der Halter sein Recht bis zu einem beliebigen Zeitpunkt (amerikanische Option) oder zu einem festen Zeitpunkt (europäische Option) ausüben.

Im Kontext dieser Arbeit interessiert vor allem die Bewertung von Optionen. Alle mathematischen Methoden für die Bewertung von finanziellen Optionen gehen von mehreren Annahmen aus:

- Für die Kursentwicklung von Optionen werden normalerweise *Wiener-Prozesse* angenommen (siehe Kapitel 3.1.2). Daneben wird in der Literatur auch die Möglichkeit sprunghafter Prozesse beschrieben.
- Für die Berechnung des Aktienpreises wird eine konstante Volatilität über die Betrachtungsdauer angenommen.
- Es wird ein arbitragefreier Markt angenommen.
- Es wird eine vollständige Liquidität angenommen für das Basisobjekt.
- Es kann ein risikoloses replizierendes Portfolio gebildet werden.

Arbitragefrei ist ein Markt, wenn er sehr wettbewerbsintensiv und im Gleichgewicht ist und damit risikofreie Gewinne ausschließt. Wie liquide ein Markt ist, hängt vom Zusammenspiel von Angebot und Nachfrage der Marktteilnehmer unter dem Einfluss der Marktstruktur und -organisation ab. Vollständige Liquidität liegt vor, wenn jedem Angebot eine Nachfrage gegenübersteht und umgekehrt.

3.1 In der Optionstheorie verwendete Prozesse²

Bei Finanzoptionen geht man aufgrund von historischen Daten von Wahrscheinlichkeiten aus, die bei Preisen lognormal, bei Renditen normalverteilt sind. Dies deshalb, weil Preise, genau wie lognormale Verteilungen, nie negativ werden können, Renditen hingegen schon. Veränderungen bei Finanzoptionen erfolgen in nicht voraussehbarer Weise. Der Prozess, dem die Variable zugrunde liegt und deren Wert sich im Laufe der Zeit in unsicherer Weise verändert, kann als stochastischer Prozess aufgefasst werden.

² Dieses Kapitel stützt sich auf Hull, John C. (2006), Kapitel 12

3.1.1 Die Markov-Eigenschaft

Ein *Markov-Prozess* ist ein spezieller stochastischer Prozess, bei welchem nur der aktuelle Wert einer Variablen für die Prognose der zukünftigen Entwicklung relevant ist. Die vergangenen beziehungsweise historischen Werte der Variablen sowie die Art und Weise, wie der aktuelle Wert entstanden ist, sind nicht von Bedeutung. Die Markov-Prozess und der allgemeine Wiener Prozess (Kapitel 1.3.1.3) werden in Anhang 1 an einem Beispiel illustriert.

Die schwache Form der Kapitalmarkteffizienz besagt, dass der aktuelle Preis eines Wertpapiers die gesamten verfügbaren Informationen über die vergangene Kursentwicklung bereits reflektiert, dass also Wissen über die Vergangenheit keinen Vorteil verschafft. Wenn die Kapitalmärkte effizient sind, weist der Preisbildungsprozess von Wertpapieren Markov-Eigenschaften auf.

3.1.2 Wiener-Prozesse

Beim Wiener-Prozess handelt es sich um einen Prozess aus der Physik, der die Bewegung kleinster Teilchen beschreibt, die sogenannte *Brownsche Bewegung*. Er ist ein spezieller Markov-Prozess mit Normalverteilung, einer erwarteten Änderung von null und einer Varianz von 1.0 pro Jahr. Ein Wiener-Prozess muss zwei Bedingungen erfüllen:

- Die Änderung Δz in einem kleinen Zeitraum Δt beträgt $\Delta z = \varepsilon \sqrt{\Delta t}$, wobei ε der Standardnormalverteilung mit Erwartungswert 0 und Varianz 1.0 unterliegt.
- Für zwei beliebige kleine Intervalle Δt sind die Werte von Δz unabhängig, das heisst, z hat Markov-Eigenschaften.

Die bisherigen Überlegungen gehen von einem Erwartungswert 0 aus. In der Praxis ist dies aber eher die Ausnahme. Meist weisen Prozesse eine gewisse Tendenz aus, die Drift genannt wird. Der einfache Wiener-Prozess von oben wird damit zum allgemeinen Wiener-Prozess:

$$\Delta x = a\Delta t + b\varepsilon\sqrt{\Delta t} \quad \text{oder} \quad dx = a dt + b dz$$

Die rechte Seite der Gleichung besteht nun aus zwei Termen. Der erste Term gibt an, dass sich x um den Betrag a , die Drift, ändert pro Zeiteinheit. Geometrisch ausgedrückt ist a die Steigung einer Geraden. Der zweite Term gibt die Streuung an.

3.2 Weitere Annahmen

3.2.1 Annahme zur Volatilität

Die wesentlichen weiteren Annahmen sind nachfolgend aufgelistet und kurz kommentiert:

- Black-Scholes-Merton (siehe Kapitel 3.4.2) geht zwingend von konstanter Volatilität aus. Andere Modelle, zum Beispiel binomiale Bäume (siehe Kapitel 3.4.3), erlauben die Verwendung von unterschiedlichen Volatilitäten.
- Der risikolose Zinssatz wird als konstant angenommen.
- Es gibt ein replizierendes Portfolio.

3.3 Einflussfaktoren auf Optionspreise³

Es sind sechs Faktoren, die den Preis einer Option beeinflussen:

- Der Basispreis
- Der Ausübungspreis
- Die Restlaufzeit
- Die Volatilität des Basisobjekts
- Der risikolose Zinssatz
- Die erwartete Dividende

Kennt man diese Parameter, kann mit Hilfe der in den folgenden Abschnitten beschriebenen Bewertungsmethoden der Wert von Optionen berechnet werden.

3.4 Rechenverfahren für Optionen

3.4.1 Analytische und numerische Verfahren

Es wird zwischen analytischen und numerischen Verfahren unterschieden. Analytische Verfahren haben den Vorteil, dass sie auf klaren Spielregeln basieren und deshalb in eine Formel gegossen werden können. Sobald die Spielregeln aber nicht mehr eindeutig sind, zum Beispiel im Fall einer amerikanischen Option mit beliebigem Ausübungszeitpunkt, dann muss auf numerische Verfahren zurückgegriffen werden.

³ Dieses Kapitel stützt sich auf Hull (2006), Kapitel 9

3.4.2 Black-Scholes-Merton

Das Modell von Black-Scholes-Merton ist ein analytisches Verfahren, das sehr rasch zu einem Ergebnis führt. Es geht von einer ganzen Reihe von Annahmen aus:

- Die relative Änderung des Aktienkurses ist in einer kurzen Zeitspanne normalverteilt.
- Der Aktienkurs selber ist lognormalverteilt.
- Die Volatilität ist konstant.
- Es gibt keine Arbitragemöglichkeiten.
- Damit kann der risikolose Zinssatz angewendet werden.

Als analytisches Verfahren kann Black-Scholes-Merton im Prinzip nur auf Optionen mit einem festen Ausübungszeitpunkt angewendet werden. Das Modell wurde aber weiterentwickelt und kann in dieser Form auch amerikanische Aktien und Dividendenzahlungen berücksichtigen.

3.4.3 Binomiale und Trinomiale Bewertung

Es handelt sich um numerische Verfahren, bei denen die Preisbewegung des Basisobjekts beziehungsweise der Option in einem Baum dargestellt wird. Die Laufzeit wird in eine Anzahl gleichlanger Abschnitte unterteilt. Nach jedem Abschnitt verzweigen sich die Endpunkte zweifach (binomial) oder dreifach (trinomial). Der Weg durch diese baumartige Struktur ist eine schematisierte Nachbildung des Random Walk. Für die einzelnen Wegstücke gelten unterschiedliche Wahrscheinlichkeiten. Der Bewertung liegt die Annahme zugrunde, dass ein risikoloses replizierendes Portfolio gebildet werden kann. Das Anwendungsspektrum für diese Verfahren ist sehr breit. Grenzen findet es, wenn die Option von mehreren Variablen abhängt.

3.4.4 Monte-Carlo-Methode

Die Monte-Carlo-Methode ist eine Probenerhebungsmethode, die auf dem Prinzip des Zufalls beruht. Es werden Zufallszahlen generiert, die einem bestimmten Verteilungsmuster gehorchen. Um eine gute Verteilung zu erreichen, sind mehrere tausend Iterationen nötig, die ausgewertet werden müssen. Moderne Risikotools erledigen das in weniger als einer Minute. Der grosse Vorteil der Methode ist, dass verschiedene endogene Variablen mit unterschiedlichen Verteilungsmustern miteinander kombiniert und zu einem einzigen Verteilungsmuster aggregiert werden können. Nachteilig ist, dass, wie beim Black-Scholes-Merton-Verfahren, nur das Endergebnis vorliegt, im Gegensatz zu binomialer und trinomialer Bewertung, die auch Zwischenresultate darstellen.

4 Real Options

Die bisherigen Ausführungen haben sich auf die Bewertung von Derivaten bezogen, die von einem finanziellen Vermögenswert abhängen. In diesem Kapitel geht es um Optionen auf realen Vermögensgegenständen. Um diese Art von Optionen etwas zu illustrieren, wurden in Anhang 2 die wichtigsten Optionstypen aufgelistet und kurz mit einem Beispiel konkretisiert.

Die in Kapitel 3 genannten Rahmenbedingungen und Annahmen für Derivate können nur bedingt auf Real Options übertragen werden. Es gibt eine Reihe von Einschränkungen bei der Anwendung auf reale Vermögensgegenstände. So ist es oft nicht möglich, ein replizierendes Portfolio zu bilden, marktunabhängige Risiken können überwiegen und es liegen oft keine Daten zur Volatilität vor. In manchen Situationen bringt die Real Options Analyse keinen Vorteil gegenüber herkömmlichen Bewertungsverfahren.

In diesem Kapitel wird zuerst eine Entscheidungshilfe für die Wahl des zweckmässigen Bewertungsinstrumentes entwickelt. Anschliessend wird auf Spezialprobleme im Zusammenhang mit der Bewertung von Projekten eingegangen. Das Kapitel schliesst mit der Vorstellung eines Vorgehensleitfadens.

4.1 Sinnvolle Anwendungen der Real Options Analyse

Während viele Publikationen mögliche Anwendungen auflisten, gibt es in der Literatur relativ wenig Hinweise, wann Real Options kaum Vorteile bieten gegenüber den traditionell verwendeten Bewertungsinstrumenten. Die Frage ist relevant, weil die Bewertung mittels Real Options erheblich aufwendiger ist als beispielsweise eine Bewertung mittels der Discounted-Cash-Flow-Methode. Dieser Aufwand lässt sich nur rechtfertigen, wenn zusätzliche Erkenntnisse resultieren.

4.1.1 Situationen mit Vorteilen für herkömmliche Instrumente

Amram/Kulatilaka⁴ betonen, dass in vielen Fällen herkömmliche Instrumente sinnvoller sind, nämlich wenn es gar keine Optionen gibt, zum Beispiel im „Cash Cow“ Business. Damit meinen sie Investitionen, die stetige Zahlungsströme generieren und die ein definiertes Ende haben ohne Aussicht auf Folgeinvestitionen, zum Beispiel die Investition in eine Maschine. Auch bei diesen Investitionen gibt es Unsicherheiten, aber diese haben nur einen kleinen Einfluss auf das Ergebnis.

⁴ Amram/Kulatilaka (1999), S. 24

4.1.2 Situationen mit Vorteilen für die Real Options Analyse

Andererseits gibt es Fälle, in denen die Real Options Analyse Vorteile bietet, weil die andern Bewertungsinstrumente in dieser Situation nicht korrekt bewerten:

- Wenn Entscheidungen bezüglich voneinander abhängiger Investitionen getroffen werden müssen.
- Wenn die Unsicherheit so gross ist, dass vernünftigerweise mit der Entscheidung zugewartet wird, bis mehr relevante Informationen verfügbar sind.
- Wenn der Wert der Investition eher in künftigen Wertsteigerungen liegt als in den laufenden Cash Flows.
- Wenn die Unsicherheit so gross ist, dass Investitionen in die Flexibilität prüfungswert sind.
- Wenn mit Korrekturen beim Projekt oder der Strategie gerechnet werden muss.

Die vorgestellten Fälle bieten Indizien, dass die Anwendung der Real Options Analyse sinnvoll sein könnte. Es müssen aber weitere Bedingungen erfüllt sein, damit die Real Options Analyse sinnvoll angewendet werden kann.

4.1.3 Marktrisiken und marktunabhängige Risiken

Bei Finanzoptionen geht man davon aus, dass jede Option mit einem Portfolio bestehend aus Wertschriften des Basisobjekts und einer risikoneutralen Anleihe repliziert werden kann. Damit wird das Risiko wegdiversifiziert und es kann von einem risikofreien Zinssatz ausgegangen werden. Diese Annahme ist für Real Options längst nicht immer gegeben:

- Einige Optionen haben offensichtlich nur Marktrisiken. Immer wieder erwähnt wird das Beispiel von Optionen in Oelvorkommen. Hier ist die Bildung eines replizierenden Portfolios einfach. In andern Fällen ist dies aber schwierig. Beispiel dafür ist die Entwicklung eines Medikaments, dessen Weiterentwicklung von den klinischen Tests abhängt und dessen Marktchancen erst abgeschätzt werden können, wenn die Zulassung vorliegt⁵.
- Real Options enthalten meist verschiedene Unsicherheiten. So können neben Marktrisiken auch Unsicherheiten bezüglich Bevölkerungsentwicklung, dem Ausbau des öffentlichen Verkehrs oder der Entscheide von Behörden eine Rolle spielen.

⁵ Siehe dazu Amram/Kulatilaka (2000)

Die Wissenschaft ist sich nicht einig, wie mit den marktunabhängigen Risiken umgegangen werden soll und ob Optionen mit solchen Risiken überhaupt mittels Real Options Analyse bewertet werden können. Borison⁶ hat in einer wertvollen Untersuchung insgesamt sechs Ansätze ausmachen können. Vom Klassischen Ansatz, der die Real Options Analyse auf Fälle mit reinen Marktrisiken beschränkt, bis zum anspruchsvollen Integrierten Ansatz, der die unterschiedlichen Risiken mit spezifischen Instrumenten berücksichtigt, gibt es divergierende Haltungen. Ein kurzer Abriss der sechs Ansätze ist in Anhang 3 enthalten.

Der Praktiker muss sich entscheiden, welchen Ansatz er wählen will. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird vom *Revidierten klassischen Ansatz* ausgegangen.

4.2 Der Revidierte klassische Ansatz

4.2.1 Die Vorteile des Revidierten klassischen Ansatzes

Real Options im Immobilienbereich weisen oft marktunabhängige Risiken auf. Für Optionen in Projekten ist dies sehr häufig der Fall (siehe Kapitel 6). Für die weitere Arbeit ist daher ein Ansatz nötig, der diese Art Risiken behandeln kann. Der *Klassische* und der *Subjektive Ansatz* beschränken die Anwendung auf Fälle mit reinem Marktrisiko und kommen deshalb nicht in Frage. Der *Marketed Asset Disclaimer MAD-Ansatz* verzichtet völlig auf ein gehandeltes replizierendes Portfolio und geht explizit von subjektiven Annahmen aus. Der *Integrierte Ansatz* dürfte die Realität am besten abbilden, ist aber sehr anspruchsvoll und aufwendig. Der Revidierte klassische Ansatz hat gegenüber diesen beiden Ansätzen einige Vorteile:

- Er ist einfach und intuitiv nachvollziehbar.
- Er gibt klare Entscheidungsregeln vor.
- Im Gegensatz zum MAD-Ansatz ist der Revidierte klassische Ansatz wissenschaftlich abgestützt.

4.2.2 Die Anwendung des Revidierten klassischen Ansatzes

Der revidierte klassische Ansatz unterscheidet zwischen Marktrisiken und marktunabhängigen Risiken. Wie der klassische Ansatz wendet er die Real Options Analyse nur an, wenn die Option rein durch Marktrisiken gesteuert wird. Allerdings können marktunabhängige Risiken oftmals frühzeitig quantifiziert und als Korrekturen bei den Annahmen zur Berechnung einfließen. Wenn dies nicht gelingt, wenn also marktunabhän-

⁶ Borison (2003)

gige Risiken bis zum Ausübungszeitpunkt bestehen bleiben, dann kann die Real Options Analyse nicht angewendet werden.

Amram/Kulatilaka⁷ illustrieren die Anwendung an zwei Beispielen. Der Wert einer Option auf ein Oelvorkommen hat drei Risiken. Die Entwicklung des Oelpreises, die Grösse des Vorkommens und die Erfolgchancen sind unbekannt. Nur die Entwicklung des Oelpreises ist marktabhängig. Die Grösse des Vorkommens und die Erfolgchancen können aber durch weitere technische Untersuchungen präzisiert werden und fliessen als Korrekturen in die bisherigen Annahmen ein, so dass nur das Marktrisiko verbleibt. Die Bewertung mittels Real Options Analyse ist daher sinnvoll. Die Entwicklung eines Medikaments dient als Gegenbeispiel. Die Phasen der Entwicklung des Medikaments werden nicht durch den Markt gesteuert, sondern sind abhängig vom Ergebnis klinischer Tests. Die Marktzulassung wird von den Behörden verfügt. Die Risiken sind durchgehend marktunabhängig. Die Bewertung mittels Real Options Analyse ist deshalb nicht sinnvoll.

4.3 Entscheidungsbaum für die Eignung von Real Options

Aufgrund der bisherigen Darlegungen, insbesondere dem Entscheid für den Revidierten klassischen Ansatz, ist es nun möglich, einen Entscheidungsbaum aufzustellen, der Hilfe bietet beim Entscheid, ob die Real Options Analyse im konkreten Fall angewendet werden soll oder nicht. Damit die Anwendung der Real Options Analyse sinnvoll ist, müssen vier Bedingungen erfüllt sein (Abbildung 1).

- Es müssen echte Optionen identifiziert werden können. (Abgrenzung zu Varianten, etc.). Diese Optionen müssen sich niederschlagen in einem korrigierten NPV.
- Mindestens ein Punkt aus Kapitel 4.1.2 muss für die Real Options Analyse sprechen.
- Mit der Option sind Marktrisiken verbunden.
- Sofern marktunabhängige Risiken vorhanden sind, müssen diese frühzeitig, bei phasenabhängigen Optionen nach Möglichkeit bis Ende der ersten Etappe, quantifiziert werden können.

⁷ Amram/Kulatilaka (2000), S. 12 - 17

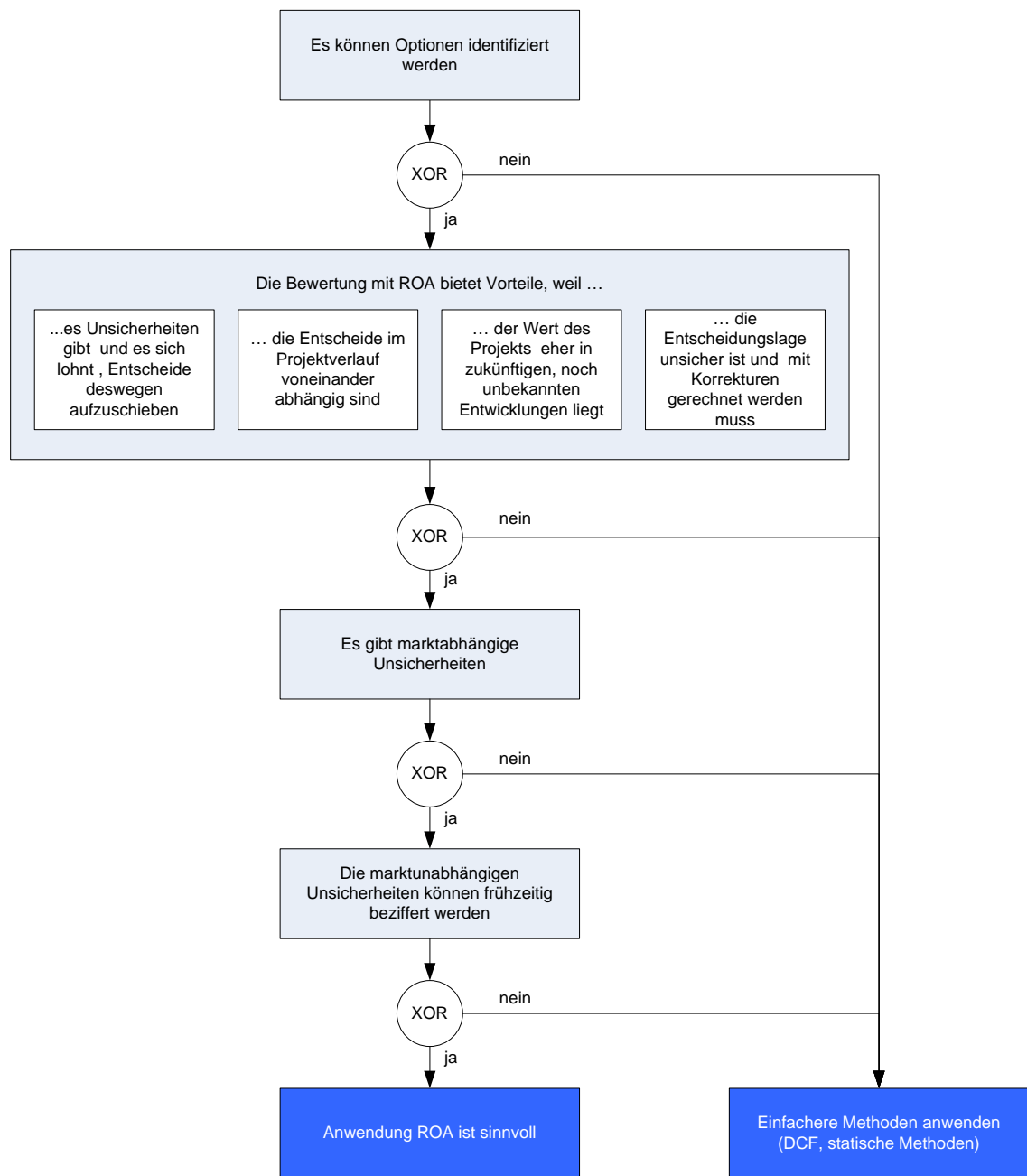


Abbildung 1: Entscheidungsbaum für Anwendung der Real Options Analyse

Damit kann der Entscheid bezüglich Einsatz der Methode auf einer sicheren Basis gefällt werden.

4.4 Real Options bei Projekten

4.4.1 Real Options auf Projekte und in Projekten

Bevor der Leitfaden für das konkret zugrunde liegende Projekt erarbeitet werden kann, muss noch auf einen wichtigen Aspekt eingegangen werden. Wang und de Neufville⁸ weisen darauf hin, dass bei Projekten unterschieden werden muss zwischen Optionen *auf* Projekte (real options *on* projects) und Real Options *in* Projekten (real options *in* projects).

Real Options auf Projekte sind normalerweise finanzielle Optionen, denen statt finanziellen Vermögenswerten reale Projekte mit technischem oder kommerziellem Hintergrund zugrunde liegen. Das Projekt selber wird als Blackbox behandelt, als Basisobjekt, dessen Eigenschaften mit Hilfe der Real Options Analyse bewertet werden können. Als Beispiele könnten die Investition in die Flexibilisierung der Produktion oder der Ausbau des öffentlichen Verkehrs zur Verbesserung der Standortqualität einer Gemeinde genannt werden.

Bei *Real Options in Projekten* handelt es sich meist um Vorinvestitionen, mit denen zusätzliche Flexibilität erkaufte werden kann. Ein Beispiel dafür sind Vorinvestitionen in die Fundation und die Tragstruktur eines Gebäudes, die es erlauben, das Gebäude zu einem späteren Zeitpunkt aufzustocken. Das Vorhalten einer Sanitär- und Elektroinfrastruktur mit Andockpunkten an verschiedenen Orten im Grundriss, die es dem Mieter erlaubt, sich seinen Grundriss selber zu gestalten, wäre ein anderes Beispiel.

Real Options in Projekten sind somit völlig andersgeartete Optionen als *Real Options auf Projekte*. *Real Options auf Projekte* sind Finanzoptionen und haben den Fokus auf der korrekten Bewertung der Investition. *Real Options in Projekten* dagegen basieren immer auch auf Schätzungen und Annahmen, sind damit nicht sehr genau, können aber trotzdem als Entscheidungshilfe dienen. *Real Options auf Projekte* sind die Domäne des Finanzspezialisten, *Real Options in Projekten* brauchen den technischen Sachverstand, meist den eines ganzen Teams. Die Unterschiede sind nachfolgend tabellarisch aufgelistet:

⁸ Wang, de Neufville (2005)

Aspekte	Real Options auf Projekte	Real Options in Projekten
Fokus	Korrekte Bewertung der Investition	Entscheidungshilfe ohne Anspruch auf absolute Genauigkeit
Definition	Sowohl Basisobjekt wie Option sind einfach zu definieren	Basisobjekt und Option sind schwierig zu definieren
Optionstyp	Pfadunabhängig	Meist pfadabhängig
Benötigtes Know How	Finanz-Know How	Finanz- und technisches Know How
Ausübungspreis	Meist abschätzbar	Meist noch unbekannt
Ausübungszeitpunkt	Kann definiert werden	Offen

Abbildung 2: Unterschied Real Options auf und in Projekten

4.4.2 Risikoart und Modellwahl

Typisch für Optionen in Projekten ist, dass sie neben dem Marktrisiko meist noch – manchmal sogar nur - marktunabhängige Risiken aufweisen, zum Beispiel Entscheide von Behörden, noch nicht verfügbare Informationen oder demographische Entwicklungen. Greden⁹ hat mögliche Unsicherheiten in Projekten systematisch klassiert:

Unsicherheitsklassen		Beispiele	Datenquellen
Im Finanzbereich	Im Entwurfsbereich		
Marktrisiko (nicht diversifizierbar)	Marktrisiko	<ul style="list-style-type: none"> - Nachfrage nach Produkten/Dienstleistungen - Preis von Produkten/Dienstleistungen - Preise von Ausgangsprodukten (z.B. Strom) 	<ul style="list-style-type: none"> - Statistiken - Expertenmeinungen
	Klimatische Unwägbarkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Klimaveränderung 	<ul style="list-style-type: none"> - Statistisch abgestützte stochastische Klimamodelle
	Gesetzliche Risiken	<ul style="list-style-type: none"> - Änderung von Vorschriften für bestehende Bauten - Veränderungen bei steuerlichen Anreizen 	<ul style="list-style-type: none"> - Expertenmeinungen
Einzel- oder technische Risiken	Technische Risiken	<ul style="list-style-type: none"> - Akzeptanz neuer Technologien - Killertechnologien 	<ul style="list-style-type: none"> - Expertenmeinungen - Stochastische Modelle
	Nutzungsrisiken	<ul style="list-style-type: none"> - Veränderungen bei Dienstleistungstyp oder -intensität 	<ul style="list-style-type: none"> - Expertenmeinungen - Statistiken

Abbildung 3: Unsicherheitsklassen

Wie in Kapitel 4.2.2 ausgeführt, versucht der für diese Arbeit gewählte Ansatz, marktunabhängige Risiken ebenfalls zu berücksichtigen. Wenn es aber nicht gelingt, diese Unsicherheiten in geeigneter Form in Marktrisiken umzuwandeln, dann ist die Anwen-

⁹ Greden (2005), S. 61

derung der Real Options Analyse nicht möglich und es muss auf herkömmliche Bewertungsinstrumente zurückgegriffen werden.

Greden¹⁰ wendet nun ihre Klassifikation an, um generische Modelle für die Bewertung von Immobilienoptionen zu bilden (Abbildung 3):

- Wenn eine der Quellen der Unsicherheit ein Marktrisiko ist und der Wert der Option nur von diesem Marktrisiko abhängt, dann ist die Anwendung eines Finanzmodells wie Black-Scholes-Merton oder binomiale Bewertung angebracht. Als Beispiel für diesen Optionstyp könnte die Entwicklung eines Projektes für ein Einkaufszentrums genannt werden.
- Wenn das Marktrisiko die Hauptquelle der Unsicherheit ist, aber weitere Risiken technischer Natur wie Vertragsklauseln dazukommen, dann schlägt sie ein hybrides Modell vor. Mittels Monte-Carlo-Methode werden die technischen Unsicherheiten modelliert, bevor mittels Finanzmodell die Option bewertet wird. Ein Beispiel dafür könnte die Wahl eines flexiblen Baukonzeptes sein.
- Wenn die Hauptquelle der Unsicherheit kein Marktrisiko ist, sondern höchstens ein Input für eine technische oder umweltbedingte Variable, dann gibt es zwei Möglichkeiten: Wenn die Ausübung abhängig ist von der physischen Leistungsfähigkeit des Projekts, dann steht ein Simulationsmodell kombiniert mit einem Engineeringmodell im Vordergrund. Und wenn die Ausübung abhängig ist von der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit des Projekts, dann ist ein Simulationsmodell kombiniert mit einem Kosten-Ertragsmodell angebracht. Beispiele dafür sind Haustechnikoptionen (zum Beispiel Solarstrom) und die technische Vorbereitung einer Maschine für den künftigen Einsatz von Zusatzgeräten.

¹⁰ Greden (2005), S. 69

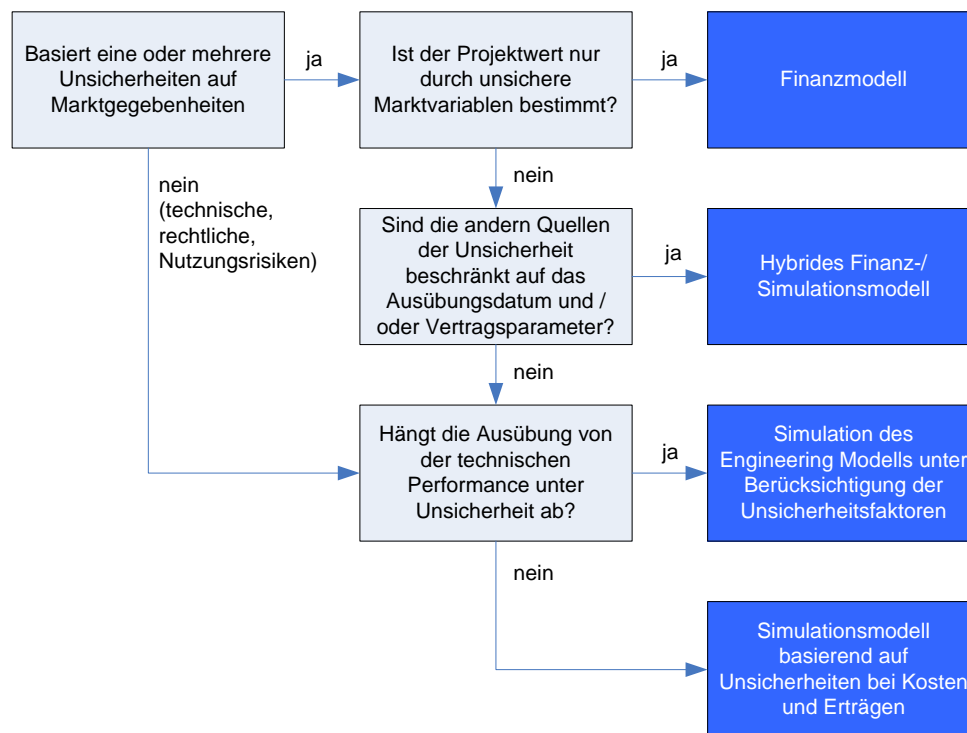


Abbildung 4: Wahl des Optionsmodells (in Anlehnung an Greden)

4.4.3 Bewertungsmöglichkeiten für Real Options in Projekten

In Kapitel 3.3 wurden die drei wichtigsten Bewertungsverfahren für Optionen kurz vorgestellt. Ihre Eignung für Real Options wird nachfolgend kurz erörtert.

Black-Scholes-Merton

Das Modell ist nur sehr beschränkt verwendbar für Real Options in Projekten:

- Es geht von einem vorhandenen Marktpreis für Option und Basisobjekt aus. Bei Real Options in Projekten ist es meist schwierig, einen Marktpreis für das Basisobjekt und unmöglich, einen für die Option zu bestimmen.
- Die No-Arbitrage-Bedingung ist kaum zu erfüllen. Es ist zum Beispiel kaum ein replizierendes Portfolio zu finden für eine Investition in eine Tragstruktur mit Aufstockungsmöglichkeiten.
- Die Annahme einer geometrischen Brownschen Bewegung dürfte nur in den wenigsten Fällen realistisch sein. Jeder Fall muss einzeln nach dem realistischsten Prozess analysiert werden.

Binomiale und Trinomiale Bewertung

Diese Modelle sind dank ihrer Flexibilität sehr vielseitig verwendbar:

- Die Baumstruktur wird normalerweise für die geometrische Brownsche Bewegung aufgebaut, kann aber auch für andere Prozesse angepasst werden.
- Die graphische Darstellungsart ist für Nichtfachleute intuitiv eher verständlich als eine abstrakte Formel wie die von Black-Scholes-Merton.

Eine Glättung der Ergebnisse wird erst mit Bäumen über viele Perioden erreicht, wobei die Anzahl Knoten - und damit der Berechnungsaufwand - überproportional zunimmt.

Monte-Carlo-Methode

Die flexibelste Methode ist die Monte-Carlo-Methode. Sie lässt beliebige Prozesse zu und auch die Auszahlungsmuster können fast nach Belieben variiert werden. Es ist aber eine anspruchsvolle Methode:

- Der verwendete Prozess muss die Realität möglichst genau wiedergeben.
- Bei komplexeren Anwendungen mit speziellen Prozessen und multiplen Unsicherheiten kann der Rechenaufwand sehr gross werden. Allerdings ist dies mit modernen Risiko-Tools kein Problem mehr.
- Die Simulation ist intuitiv nicht verständlich. Es resultiert ein einziger Datensatz, der ohne Kenntnis des Rechenganges beliebig erscheinen mag.

4.5 Vorgehensleitfäden

In der Literatur finden sich ganz verschiedene Vorgehensweisen. Oftmals werden sie von den Verfassern angewendet, ohne dass deren Eignung konkret begründet wird. Nachfolgend werden zuerst drei Vorgehensleitfäden diskutiert. Details zu den Leitfäden finden sich in Anhang 4. Anschliessend werden Überlegungen zu Teilaspekten präsentiert.

4.5.1 Der Ansatz von Amram/Kulatilaka

In Kapitel 7 ihres Buches schlagen Amram/Kulatilaka¹¹ detailliert einen Ansatz in vier Schritten vor. Sie betonen die Wichtigkeit, dass die Berechnung einfach und nachvollziehbar bleibt, so dass das Resultat von den Entscheidungsträgern auch akzeptiert wird. Sie wiederholen mehrmals, dass der erste Schritt, die Problemdefinition, der wichtigste Schritt sei:

¹¹ Amram/Kulatilaka, 1999, S. 89 - 105

Schritt 1: Die Problemdefinition

In Schritt 1 wird die Systemabgrenzung vorgenommen. Es geht um die Art der Entscheidungen, die Entscheidungsträger, die Identifikation und Quantifizierung der Unsicherheit. Es werden Entscheidungsregeln formuliert und schliesslich die Problemdefinition einem Review unterworfen. Ziel ist eine einfache und vor allem kommunizierbare Problemdefinition.

Schritt 2: Ausgangsgrössen und Bewertung

Erst jetzt werden die Ausgangsgrössen wie heutiger Wert des Basisobjekts, Geldströme vom und zum Basisobjekt vor der Ausübung, Volatilität des Basisobjekts und risikoneutraler Diskontierungssatz festgelegt. Darauf erfolgt die Bewertung der Option mit einem geeigneten Bewertungstool, zum Beispiel dem binomialen Baum.

Schritt 3: Überprüfung des Resultates

Im dritten Schritt muss das Resultat überprüft und beurteilt werden. Der Wert der Option ist nicht immer das Resultat, das am meisten interessiert. Je nach Zielsetzung der Bewertung kann die Entwicklung eines kritischen Wertes, eines Wertepaares oder des Risikoprofiles im Zentrum des Interesses stehen.

Schritt 4: Redesign

Falls kein akzeptables Resultat hervorgeht aus der Bewertung, müssen die Rahmenbedingungen angepasst werden.

4.5.2 Der Ansatz von Copeland und Antikarov

Der Vorgehensleitfaden der Autoren¹² besteht aus vier Schritten. Im ersten Schritt wird eine klassische Projektbewertung mittels Discounted Cash Flow Methode DCF gemacht, ohne allfällige Flexibilitäten zu berücksichtigen (Base Case). Anschliessend erfolgt die Modellierung der Unsicherheit mittels Ereignisbäumen. Unsicherheiten werden entweder aufgrund historischer Daten ermittelt oder basieren auf Expertenmeinungen. Im dritten Schritt erfolgt die Identifikation der Entscheidungsmöglichkeiten und Berücksichtigung derselben im Ereignisbaum. Damit wird der Ereignisbaum zum Entscheidungsbaum. Da die gewonnene Flexibilität das Risiko mindert, ändern sich auch die Kapitalkosten. Im vierten Schritt wird die Real Options Analyse durchgeführt und ein Vergleich mit dem Base Case gemacht.

¹² Copeland / Antikarov (2003), Kapitel 8, S. 219 - 243

4.5.3 Ein intuitiver Ansatz

De Neufville, Scholtes und Wang¹³ schlagen ein ähnliches Vorgehen vor und demonstrieren es am Beispiel einer Parkgarage. Sie schlagen drei Schritte vor für die Bewertung. Zuerst machen sie eine Schätzung der Daten für künftige Kosten und Erträge. Mittels Discounted Cash Flow Methode wird der Wert des Projektes ohne Berücksichtigung der Flexibilität berechnet (Base Case). In Schritt 2 werden die Auswirkungen der Unsicherheiten durch die Simulation von möglichen Szenarien erhoben. Jedes Szenario hat einen andern Net Present Value NPV. Die Gesamtheit der Szenarien führt zu einem erwarteten NPV und der Verteilung der möglichen NPV's. Kumuliert als Verteilungsfunktion dokumentieren sie die Wahrscheinlichkeit für Ausreisser und damit den Value at Risk. Das Resultat soll die Suche nach Entscheidungsmöglichkeiten stimulieren, um die möglichen Verluste zu vermeiden. Schliesslich werden durch Variieren von Kosten und Erträgen Wege zur Flexibilisierung und damit Entwurfsalternativen gesucht. Die Differenz zwischen dem besten erwarteten NPV und dem Base Case ist der Wert der Option.

4.5.4 Ein Vorgehensleitfaden für Immobilienprojekte

Der im Hinblick auf die Aufgabenstellung entwickelte Leitfaden folgt im wesentlichen Amram/Kulatilaka, enthält aber auch Elemente von Copeland/Antikarov. Im ersten Schritt wird das Projekt abgegrenzt gegenüber der Umwelt, es werden die möglichen Entscheide erörtert und überlegt, welchen exogenen Faktoren den Wert der Optionen beeinflussen. Im zweiten Schritt werden die Annahmen beziffert, es wird ein Basis gelegt für die Vergleichsrechnung mittels konventioneller Discounted Cash Flow Rechnung. In einem Ereignisbaum werden die Prognosen der Experten festgehalten und mittels Simulation die Rechenwerte ermittelt. Anschliessend wird der Ereignisbaum zum Entscheidbaum weiterentwickelt und die Optionsberechnung durchgeführt. Der dritte Schritt dient dann der Plausibilisierung und Interpretation der Ergebnisse. Allenfalls muss der Prozess ganz oder teilweise wiederholt werden, wenn sich Plausibilitätsprobleme ergeben.

¹³ Wang, Scholtes, de Neufville (2005), S. 5

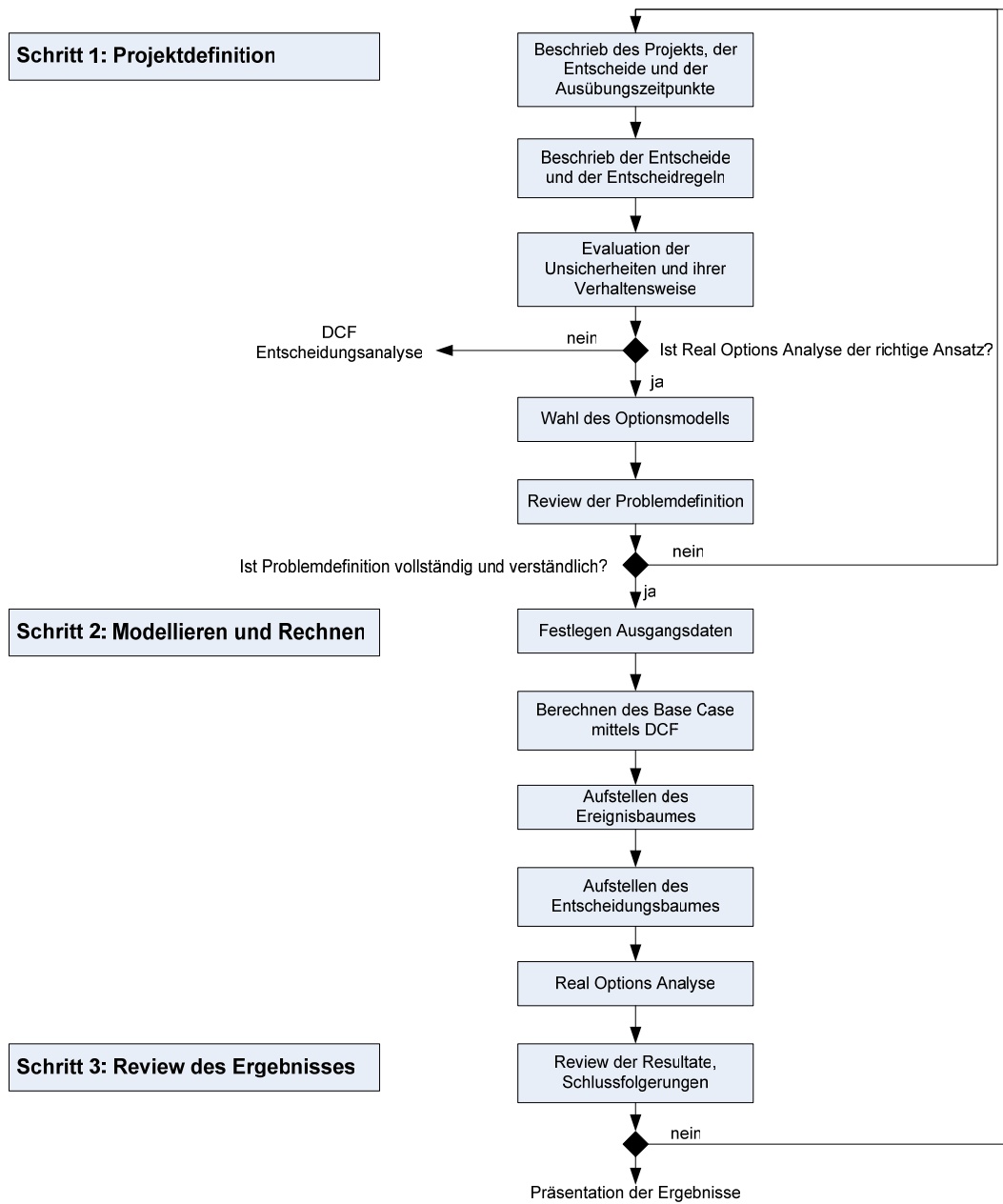


Abbildung 5: Leitfaden für Immobilien-Projekte

III. Real Options in einem Immobilienprojekt

5 Der Auftraggeber

Um die Überlegungen zur Anwendung von Real Options im Immobilienbereich möglichst realistisch zu gestalten, wurde ein konkretes Projekt gesucht. Der Leiter des Bereiches Real Estate der Publica, Danilo Menegotto, erklärte sich freundlicherweise bereit zur Mitwirkung und lieferte die nötigen Unterlagen für das Fallbeispiel.

5.1 Die Publica

5.1.1 Die Publica als institutioneller Anleger

Die Publica ist die Pensionskasse des Bundes. Sie ist rechtlich und wirtschaftlich autonom und Teil der dezentralen Bundesverwaltung und versichert Mitarbeiter der engeren Bundesverwaltung. Ihr rechtlicher Rahmen ist im Bundesgesetz über die Pensionskasse des Bundes vom 23. Juni 2000 geregelt. Mit einem Gesamtvermögen von ca. 31 Milliarden Franken gehört die Publica zu den grössten institutionellen Anlegern der Schweiz.

Der Bundesrat hat im September 2003 eine neue Anlagestrategie für das Vermögen der Publica beschlossen. Die untenstehende Tabelle zeigt die neu anzustrebende Anlagestrategie im Vergleich mit der derzeitigen Anlagestruktur.

	Ziel	Ist (Stand 31.12.05)
Nominalwerte Schweizerfranken	63%	64,5%
Nominalwerte Fremdwährungen	5%	5,6%
Aktien Schweiz	8%	8,5%
Aktien Ausland	14%	16,6%
Immobilien Schweiz	10%	4,8%

Abbildung 6: Aktuelle Anlagestruktur der Publica

Die Direktanlagen haben im Einzelnen den folgenden Qualitätsanforderungen zu genügen:

- Liquide Mittel dürfen nur bei Banken mit einem Kurzfrist-Rating von mindestens A1/P1, bei der schweizerischen Post oder bei der Bundestresorerie gehalten werden.
- Obligationen müssen ein Langfrist-Rating von mindestens A-/A3 aufweisen oder qualitativ gleichwertig sein.

- Aktien müssen in der Schweiz oder an einer der weltweit bedeutenden Börsen kotiert sein.
- Als Immobilien sind Mehrfamilienhäuser an guter Wohnlage, Geschäftshäuser und Mischformen an zentraler Lage sowie entsprechende Neubauprojekte zulässig. Jedes Objekt ist vor dem Erwerb von einem unabhängigen Sachverständigen zu begutachten.
- Der architektonischen Qualität ist Rechnung zu tragen.

5.1.2 Der Bereich Real Estate

Aus dem Rechnungsjahr 2005 der Immobilienanlagen resultiert ein Nettoertrag von CHF 63.9 Mio.; dies entspricht einer Nettorendite von 5.02% bzw. einer Bruttorendite von 5.97%. Der Gesamtwert des sich in Betrieb befindlichen Immobilienportfolios erhöhte sich auf CHF 1.308 Mia.; somit hat der Verkehrswert des gesamten Immobilienportfolios um CHF 193 Mio. bzw. 17% zugenommen.

Der Schwerpunkt der Akquisitionen der Publica lag im 2005 im Projektbereich und beim Erwerb von einzelnen Grundstücken. Die Publica hat sich im vergangenen Geschäftsjahr für acht Bauprojekte mit einem Investitionswert von rund CHF 405 Mio. verpflichtet, im weiteren sind 2005 fünf Objekte mit einem Gesamtwert von CHF 137 Mio. in Betrieb genommen worden. 19 Projekte mit einem Investitionsvolumen von ca. CHF 850 Mio. befinden sich zurzeit in Planung oder Ausführung. Diese sollten zwischen 2006 und 2009 fertig gestellt beziehungsweise in Betrieb genommen werden können.

6 Das Projekt

Die Publica besitzt an zentraler Lage in Langenthal mehrere zusammenhängende, teilweise bebaute Grundstücke. Gemäss Zonenplan der Stadt Langenthal liegen die Parzellen in der Kernzone. Massgeblich für das Gebiet ist die Überbauungsordnung Nr. 14 „Wuhr“ von 1997. Aufgrund des konkreten Interesses der Publica an den Grundstücken ist sie zurzeit gerade in Überarbeitung. Für die folgenden Überlegungen wurde von der überarbeiteten Fassung ausgegangen.

Die Überbauungsordnung legt fünf rechteckige Baufelder fest. Vier davon haben eine Länge von 28.0m und eine Breite von 16.3m, das fünfte ist 20.0m mal 22.0m. Ein Bau- feld liegt auf einer Parzelle, die nicht im Besitz der Publica ist. Die beiden Parzellen auf der Ostseite haben eine ungünstige, schmale Form und sind für einen Kinderspielplatz reserviert beziehungsweise der Wohnzone W3 zugewiesen.

Die Baufelder selber sind wiederum in Flächen mit unterschiedlichen Geschosszahlen aufgeteilt. Das Flächenschema in [Anhang 6](#) zeigt die Details. Zwischen den Baufeldern sind unterirdische Parkieranlagen vorgesehen.

6.1 Optionen

Zuerst wird untersucht, welche Optionen das Projekt aufweist. Anschliessend werden zwei interessante Optionen ausgelesen.

Sofortige Realisierung des ganzen Projekts

Zum Zeitpunkt 0 kauft die Publica das Grundstück der Gemeinde und löst die Projektplanung aus. Damit verbunden sind zwei Auszahlungen. Bei einer zügigen Realisierung könnte die Überbauung in etwa zwei Jahren realisiert werden. Somit würden ab dem dritten Jahr regelmässige Einzahlungen anfallen, zu denen sich gegebenenfalls ein Wertzuwachs der Überbauung gesellen könnte.

Aufschub der Realisierung

Alternativ dazu könnte die Realisierung aufgeschoben werden, zum Beispiel, wenn angenommen werden kann, dass der Wohnungsmarkt zum Zeitpunkt des Bezuges gesättigt sein wird. Damit kann ein Leerstand mit hohen Zinskosten vermieden werden.

Etappierung

Wenn Unsicherheit herrscht bezüglich Erfolgsaussichten der angebotenen Wohnungstypen, dann kann das Vorhaben etappiert werden. Die zweite und allenfalls eine dritte Etappe würden erst bei erfolgreicher Vermietung der ersten Etappe ausgelöst.

Flexibles Konstruktionskonzept

Die Wahl eines flexiblen Konstruktionskonzeptes anstelle einer konventionellen Bauweise würde zu einem späteren Zeitpunkt eine kostengünstigere Umnutzung erlauben.

Verkaufsoptionen

Schliesslich könnte die Publica im Sinne eines Trader Developpers das Projekt entwickeln und entweder im eigenen Portfolio behalten oder es bei günstiger Entwicklung gewinnbringend verkaufen. Der Verkauf könnte zu verschiedenen Zeitpunkten erfolgen. Typische Zeitpunkte sind das Eintreffen der Baubewilligung, das Bauende und das Erreichen der Vollvermietung.

Die Optionen, die damit verbundenen Entscheide und Unsicherheiten sind in [Anhang 5](#) beschrieben. Die Aufschuboption ist rechentechnisch ein Teilschritt der Etappierungsoption. Auch die Verkaufsoption ist eine Etappierungsoption, hat aber andere Ent-

scheidregeln. Aus diesen Gründen und um den Aufwand in Grenzen zu halten, werden nur die Optionen Etappierung und Flexible Tragkonstruktion weiterverfolgt.

6.2 Option „Etappierung“

Die Bearbeitung folgt dem Leitfaden aus Kapitel 4.5.4.

6.2.1 Projektdefinition

Entscheide und Entscheidungsregeln

Diese Option erlaubt es, das Projekt in Teilschritten zu realisieren und mit der nächsten Etappe zuzuwarten, bis sich eine günstige Konjunkturlage ankündigt und damit Vollvermietung zu kostendeckenden Mieten erlaubt. Der Auftraggeber kann jederzeit entscheiden, die nächste Etappe auszulösen. Es handelt sich also um eine amerikanische Calloption.

Der Ausübungspreis sind die Kosten für die Etappe zuzüglich die Mehrkosten, die durch die etappierte Ausführung anfallen, also im wesentlichen die Baustelleneinrichtung, die zweimal realisiert werden muss sowie eventuell schlechtere Einheitspreise als Folge des kleineren Auftragsvolumens.

Unsicherheiten und ihre Verhaltensweisen

Eine etappierte Ausführung kann aus verschiedenen Gründen sinnvoll sein. Es könnte sein, dass eine erste Etappe realisiert wird, die vom lokalen Wohnungsmarkt sicher absorbiert werden kann und eine zweite Etappe abhängig gemacht wird von lokalen Entwicklungen wie Wohnungsbestand oder Bevölkerungsentwicklung. Auslöser wäre dann zum Beispiel der Entscheid eines grossen Konzerns zur Errichtung einer Niederlassung in der Region. Die zweite Etappe wäre damit nicht von einer Marktvariablen abhängig, sondern von privaten Entscheiden, die in irgendeiner Weise den Mietzins beeinflussen. Getreu dem hier verwendeten Revidierten klassischen Ansatz wird versucht, diese privaten Risiken auf Marktrisiken zurückzuführen.

Verhalten der Variablen

Die Abschätzung der Kapitalkosten für den Base Case kann mittels Risikokomponentenmodell und/oder Capital Asset Pricing Modell CAPM und Weighted Average Cost of Capital WACC erfolgen. Die Volatilität der Mietpreisentwicklung kann aus historischen Daten berechnet werden. Es stehen verschiedene Quellen zur Verfügung. Der Lebenskostenindex, Teilindex Miete, des Bundesamtes für Statistik ist ein Bestandesindex und basiert auf einigen tausend Stichproben. Um dem Problem der ständigen Veränderung der Qualität der Wohnungen zu begegnen, wird bei der Konstruktion des

Mietpreisindex davon ausgegangen, dass die beobachteten und anschliessend miteinander verglichenen Mieten nicht die der gleichen, sondern von qualitativ vergleichbaren Wohnungen sein müssen. Deshalb werden möglichst homogene Untergruppen mit einer im Zeitablauf unveränderten Altersstruktur gebildet. Durch diesen Ansatz, der auch den ständigen Einbezug von neu erstellten Wohnungen vorsieht, werden Qualitätsvermindierungen und -verbesserungen innerhalb der homogenen Untergruppen (Wohnungen gleicher Art und gleichen Alters) weitgehend kompensiert. Der Mietpreisindex von Wüest & Partner zusammen mit der Schweizerischen Nationalbank basiert auf Angebotsmieten und ist differenziert nach Marktregionen erhältlich.

Damit ergeben sich folgende Variablen:

Basisobjekt	Wert des Base Case
Diskontierungssatz	Base Case: risikoadjustierter Zinssatz, Option: risikofreier Zinssatz
Ausübungspreis	Kosten für die Ausführung der Etappe zuzüglich Mehrkosten als Folge der Etappierung
Ausübungszeitpunkt	Innerhalb von zehn Jahren wird jährlich über Ausübung entscheiden
Volatilität	Volatilität der Mietpreisentwicklung

Ist der Real-Options-Ansatz gerechtfertigt?

Anhand des Entscheidungsbaumes für die Anwendung der Real Options Analyse (Abbildung 1) muss jetzt noch entschieden werden, ob die Real Options Analyse die richtige Methode ist:

- Es gibt echte Optionen.
- Die Real Options Analyse bietet Vorteile gegenüber herkömmlichen Methoden, weil die Investitionsentscheide voneinander abhängig sind.
- Die wesentliche Unsicherheit ist die Mietpreisentwicklung, die marktabhängig ist und für die umfangreiches statistisches Material vorliegt.

Damit ist die Anwendung der Real Options Analyse gerechtfertigt.

Wahl des Optionsmodells

Für die Bestimmung des Optionsmodells wird auf die Taxonomie von Greden zurückgegriffen, die in Kapitel 4.4.2 vorgestellt wurde.

Die Ausübung der Option ist marktgesteuert (Mietzinsentwicklung). Damit bietet sich ein Finanzmodell (siehe Abbildung 4) an.

6.2.2 Modellieren und Rechnen

Festlegen der Ausgangsdaten

Die Kosten- und Ertragsdaten wurden teilweise von der Publica zur Verfügung gestellt. Die übrigen können anhand des Flächenbaumes mittels Erfahrungswerten geschätzt werden (Anhang 8). Des weitern müssen Annahmen getroffen werden zum risikoadjustierten Diskontsatz, zu Lebensdauer, Teuerung und zu weitem, sporadisch anfallenden Kosten.

Risikoadjustierter Diskontsatz

Der risikoadjustierte Diskontsatz wird für die Berechnung des Base Case benötigt. Mit Hilfe des Weighted Average Cost of Capital WACC¹⁴ werden die Kapitalkosten ermittelt. Zu deren Berechnung wird das Capital Asset Pricing Model CAPM verwendet, das heisst, man benötigt die risikofreie Rendite, die Marktrisikoprämie und das Beta, welches aus den Aktienrenditen abgeleitet werden kann. Die Publica ist nicht börsenkotiert. Damit muss für die Berechnung des Beta auf eine vergleichbare börsenkotierte Gesellschaft abgestellt werden. Von den sieben kotierten Schweizer Immobiliengesellschaften dürfte Swiss Prime Site AG bezüglich Risikoprofil am ehesten mit der Publica vergleichbar sein. Es wird somit davon ausgegangen, dass die Aktiven der SPS dasselbe operative Risiko aufweisen wie die Aktiven der Publica, dass also die Gesamtkapitalkosten gleichhoch sind.

Ein Problem bildet die Wahl eines repräsentativen Indexes. In der Schweiz gibt es keinen Index der börsenkotierten Immobiliengesellschaften und die Anwendung eines ausländischen Immobilienindex ist kaum sinnvoll für eine Gesellschaft, die faktisch nur in Schweizer Immobilien investiert. Es wird deshalb auf den Swiss Performance Index SPI zurückgegriffen. Nachfolgend werden nur noch die Ergebnisse präsentiert, die Berechnung ist aus Anhang 9 ersichtlich:

Durchschnitt Kassazinssätze 2005 als risikofreie Rendite r_f	2.10%
Beta der Swiss Prime Site β_{SPS}	0.1422
Durchschnittliche jährliche SPI-Rendite $E(r_M)$ 1987 - 2005	9.36%
EK-Kosten = $r_f + \beta[E(r_M) - r_f]$, k_{EK}	3.13%
FK-Kosten, k_{FK}	3.04%
GK-Kosten, k_{GK}	3.08%
Weighted Average Cost of Capital WACC SPS	2.66%

¹⁴ Die Berechnung erfolgt gemäss Loderer (2006), S. 648 - 657

Für die Bestimmung des risikofreien Zinssatzes wurden die Kassazinssätze der Nationalbank genommen, und zwar für die gleiche Periode wie für den Geschäftsbericht der Swiss Prime Site, also für das Jahr 2005. Die mittlere Jahresrendite 2005 der Kassazinssätze betrug 2.10%. Die Eigenkapitalkosten sind mit 3.13% ebenfalls sehr tief. Der Grund liegt einerseits im generell sehr tiefen Zinsniveau im Jahr 2005, andererseits in den diversifizierenden Eigenschaften von Immobilienanlagen, die der SPSN ein Beta von lediglich 0.1422 beschert. Die Tiefe der Fremdkapitalkosten erklärt sich aus dem Umstand, dass rund 90% der Verbindlichkeiten grundpfandgesicherte Hypotheken sind. Entsprechend tief ist auch der WACC mit 2.66%.

Publica:

Die Publica investiert das ihr anvertraute Geld in verschiedene Anlagen unter Berücksichtigung der Risikodiversifikation. Sie dürfte ihre Investitionen an sich mit Fremdkapital unterlegen, tut es aber nicht, da sie vor dem Problem steht, genügend Anlageobjekte zu finden. Damit handelt es sich um eine reine Eigenkapitalinvestition. Massgeblich sind daher die Gesamtkapitalkosten des Vergleichsunternehmens SPS ohne Steuerersparnis durch Verschuldung:

$$k_{\text{GK}} = k_{\text{FK}} * \frac{\text{FK}}{\text{FK} + \text{EK}} + k_{\text{EK}} * \frac{\text{EK}}{\text{FK} + \text{EK}}$$

Weighted Average Cost of Capital WACC Publica
--

3.08%

Volatilität

Der Lebenskostenindex Wohnungsmieten des Bundesamtes für Statistik BfS ist ab dem Jahr 1977 erhältlich. Er weist eine Volatilität von 29% aus (Anhang 12). Der Angebotsindex Mietwohnungen von Wüest + Partner für Bern geht bis ins Jahr 1970 zurück und zeigt eine Volatilität vom 32%. Diese Zahl wird im weiteren verwendet.

Weitere Annahmen

Die Betrachtungsdauer beträgt 100 Jahre. Dies ist zweckmässig, da Immobilien langlebige Investitionen sind und grössere Kostenblöcke (Instandsetzung) nur sporadisch auftreten. Der Autor folgt dabei Wüst + Partner, modelliert die ersten 10 Jahre als Zahlenreihen und berücksichtigt die Cashflows ab Jahr 11 als Annuitäten.

Da die Publica als Pensionskasse steuerbefreit ist, kann auf die Berücksichtigung der Steuern verzichtet werden.

Alle zehn Jahre wird die Liegenschaft instand gesetzt. Die Kosten dafür betragen 10% der ursprünglichen Erstellungskosten.

Berechnen des Base Case

Die Option Etappierung hat zum Ziel, den Wert eines Aufschubes der zweiten Baustufe zu nutzen. Die erste Stufe muss damit ausgeklammert und der Base Case auf die zweite Stufe beschränkt werden. Der Base Case ist somit der Wertanteil der zweiten Stufe am gesamten Vorhaben. Zu diesem Zweck wurden die Kosten und Erträge des Bauvorhabens möglichst plausibel auf die beiden Stufen verteilt (Anhang 8). Gemäss Base Case (Anhang 10) hat die Investition einen Net Present Value NPV von Fr. 1'985'539.-. Dieser hohe Wert ist natürlich nicht repräsentativ für die gesamte Investitionsdauer, sondern Folge des tiefen Zinsniveaus im Jahr 2005 (siehe auch Kapitel 6.2.3 Review der Resultate).

Bewerten der Option

Die Optionspreise (Anhang 11) entsprechen der Summe der aufgeschobenen Investitionen (Planungs- beziehungsweise Erstellungskosten und Present Value der Bewirtschaftungskosten) sowie den Mehrkosten, die anfallen, um die Option aufrecht zu erhalten. Bei der Planungsoption sind dies die Mehrkosten für die zweimalige Submission, bei der Realisierungsoption die zweimalige Baustelleneinrichtung und allfällige höhere Baukosten als Folge des auf zwei Stufen aufgeteilten Submissionsvolumens. Allerdings sind die Preise stark marktabhängig und es ist durchaus denkbar, dass für die zweite Stufe trotz geringerem Volumen bessere Preise resultieren als bei einer gesamthaften Vergabe.

Die Bewertung erfolgt mittels zweier sequentieller Optionen (Anhang 13). Die Planungsoption muss ausgelöst werden, damit die Realisierungsoption wahrgenommen werden kann. Die Realisierungsoption wiederum fusst auf den möglichen Net Present Values des Basisobjekts, das heisst des Projekts. Die Realisierungsoption ist also das Basisobjekt der Planungsoption und dementsprechend muss, ausgehend vom Projekt, über die Realisierungsoption die Planungsoption bewertet werden. Die Laufzeit der Option wurde auf zehn Jahre festgelegt. Es ist kaum anzunehmen, dass die Option länger aufrechterhalten wird. Da zwischen Auslösung der Planung und der Realisierung rund zwei Jahre vergehen, muss die Planungsoption spätestens im Jahr 8 ausgelöst werden. Darum wurde der Wert der Planungsoption nur für die Jahre 1 bis 8 errechnet.

Der Wert der Planungsoption kann interpretiert werden als der Net Present Value des Projekts, das einen Present Value von rund 19 Mio hat, zu dessen Realisierung aber noch Investitionen für die Planung von 1.15 Mio und die Realisierung von 13.4 Mio nötig sind. Der Wert der Planungsoption ist mit rund 10 Mio erheblich höher als der Net Present Value des Base Case. Des weitern zeigt sich, dass der Ausübungszeitpunkt nur einen kleinen Einfluss auf den Optionswert hat.

6.2.3 Review der Resultate

Weiter oben wurde erwähnt, dass die angewendeten Zinssätze aus dem Jahr 2005 nicht repräsentativ sind für langlebige Investitionsgüter wie Immobilien. Das Resultat aus dem Base Case ist bereits eindeutig, die Anwendung der Real Options Analyse bringt keine neuen Erkenntnissen.

Um das Ergebnis zu überprüfen wurden verschiedene risikofreie Zinssätze gewählt, die im Bereich des langfristigen Mittelwertes liegen. Die Rendite des Eigenkapitals wurde mittels CAPM errechnet. Die Rendite des Fremdkapitals könnte aus den Spotrates und der Risikoprämie von SPS für Fremdkapital errechnet werden, aber es ist kein Rating verfügbar. Für die Sensitivitätsanalyse wird deshalb die vereinfachte Annahme gemacht, dass die Rendite des Fremdkapitals 0.5% unter derjenigen des Eigenkapitals ist. Die nachfolgende Tabelle zeigt den Vergleich der Varianten mit dem Ist:

	Ist	tief	mittel	hoch
Risikofreier Zinssatz r_f	2.1%	3.5%	4.0%	4.5%
Rendite Eigenkapital k_{EK}	3.1%	4.3%	4.8%	5.2%
Rendite Fremdkapital k_{FK}	3.0%	3.8%	4.3%	4.7%
WACC Publica	3.1%	4.02%		
NPV Base Case	1'986'000	-343'000	-1'288'000	-1'917'000
Planungsoption im Jahr 1: halten	9'840'000	7'492'000	6'417'000	5'735'000

Es zeigt sich, dass die Planungsoption im Gegensatz zum Base Case immer deutlich positiv bleibt. Dies liegt daran, dass einerseits die recht hohe Volatilität ein grosses Aufwärtspotenzial bietet, andererseits das Risiko nach unten begrenzt ist.

6.3 Option „Flexibles Konstruktionskonzept“

Flexibilität war bei langlebigen Investitionsgütern schon immer ein Thema. Beispiele sind Linienflugzeuge, die ihre zweite Lebenshälfte als Frachtmaschinen fröhen und natürlich Gebäude, die während ihrer Lebensdauer oft mehrmals umgenutzt werden. Interessant für den Investor ist insbesondere, dass eine umgenutzte Liegenschaft im Normalfall schneller auf dem Markt ist als ein Neubau. Vom Entscheid bis zum Neubezug der Räume nach dem Umbau vergeht nur etwa ein Jahr.

6.3.1 Flexibilität und Variabilität

Die Anpassung von Immobilien an neue Anforderungen und Nutzungen kann auf zwei Arten geschehen:

- Bereits bei der Erstellung wird auf Nutzungsneutralität und Redundanz geachtet und damit **Variabilität** erreicht. Das Gebäude hat in der Regel eine einfach, rechteckige Form, die Räume sind nicht funktionspezifisch ausgelegt, sondern

lassen unterschiedliche Nutzungen zu. Solche Gebäude sind kurzfristig und oft ohne bauliche Eingriffe umnutzbar.

- Wird vom Gebäude eine grosse Anpassbarkeit erwartet, dann kommt man nicht um Konzepte herum, die **Flexibilität** durch bauliche Anpassungen ermöglichen. Klassische Verhaltensweisen sind dann Aufteilung von Tragen (Stützen) und Trennen (nichttragende Wände) und redundante Grobinstallationen bei der Haustechnik.

In der Realität haben Gebäude immer beide Arten von Anpassbarkeit, aber in unterschiedlichem Ausmass.

Im Rahmen dieser Arbeit wird der Wert der Flexibilität als Vorinvestition untersucht. Für Wohnungsbauten werden solche Konzepte erst in jüngerer Zeit angewendet, da die Mehrkosten doch erheblich sein können. Im vorliegenden Fall steht aber eher eine Umnutzung von Wohnungen in Läden oder Büros zur Diskussion. Der (noch unveröffentlichte) neue Gestaltungsplan lässt laut Bauverwalter eine gewisse Nutzungsflexibilität zu und es ist denkbar, dass sich die heutigen tiefen Preise für Läden und Büros wieder erholen.

Die Umnutzung von Wohnungen in Läden oder Büros ist nur sinnvoll, wenn die Lage stimmt und die Gebäudegeometrie vernünftige Räume zulässt. Die Gebäude A, B und C (siehe [Anhang 6](#)) sind mit ihrer stark strukturierten Form schlecht geeignet. Gut geeignet ist hingegen das Gebäude D. Es hat grosse zusammenhängende Flächen und steht in unmittelbarer Nähe zur Geschäftslage von Langenthal.

6.3.2 Projektdefinition

Die Einflussfaktoren auf Detailhandelsflächen sind sehr komplex. Deren Beurteilung erfordert spezifisches Fachwissen. Um das Rechenbeispiel nicht allzu praxisfremd zu gestalten, beschränken sich die nachfolgenden Überlegungen auf die Umnutzung von Wohnungen in Büros.

Entscheide und Entscheidungsregeln

Damit eine Immobilie flexibel wird, muss bereits bei der Errichtung in Flexibilität investiert werden. Die Umnutzung ist die zweite Investition. Der Mehrertrag der neuen Nutzung muss die Kosten für die Vorinvestition und die Umnutzung übertreffen.

Unsicherheiten und ihre Verhaltensweisen

Der Entscheid zur Ausübung der Option und damit zur baulichen Umgestaltung und eventuell Umnutzung kann von verschiedenen Faktoren abhängen. Einfluss auf den Bedarf an Büroflächen haben Mikro- und Makrolage und deren Entwicklung. Demge-

genüber tritt die Bedeutung von überregionalen Tendenzen eher in den Hintergrund oder ist zumindest schwierig zu quantifizieren. Es ist offensichtlich, dass hier kein einfacher Zusammenhang zwischen Marktvariablen und Option besteht. Entscheidend ist vielmehr das Kosten-Nutzen-Verhältnis zum Entscheidungszeitpunkt, das auf eine geeignete Art simuliert werden muss.

Muncke, Dziomba und Walther¹⁵ nennen für die Nachfrage im Marktsektor Büro als „zentrale Determinanten [...]:

- Die Entwicklung der Anzahl der Bürobeschäftigten
- deren Flächeninanspruchnahme pro Kopf [...] und
- der Ersatzbedarf für Flächen, deren Ausstattungs- oder Standortqualität nicht mehr den Anforderungen entspricht.“

Es handelt sich also um marktunabhängige Risiken, für die es teilweise statistische Datenreihen gibt (Anzahl Beschäftigte im tertiären Sektor). Der Flächenbedarf pro Mitarbeiter hat zyklische Züge. Nach den sehr engen Verhältnissen in den Grossraumbüros der Siebzigerjahre hat das Pendel in den Achtziger- und Neunzigerjahren zurückgeschlagen und eher grosszügige Büros beschert. Zurzeit wird mit dem Combibüro wieder ein Typus lanciert, der sehr knapp bemessen ist. Der Ersatzbedarf dürfte lokal kaum zu quantifizieren sein. Sein Einfluss ist von untergeordneter Bedeutung. Er wird deshalb weggelassen.

Modell

Für dieses Fallbeispiel wird völlig auf Ansätze aus der Optionstheorie verzichtet. Stattdessen wird ein übliches DCF-Modell gebaut, das den wahrscheinlichsten Fall bewertet und als Base Case benutzt werden kann. Anschliessend werden Szenarien simuliert und damit die Unsicherheiten ausgelotet. Jedes Szenario führt zu einem andern Net Present Value NPV und in der Gesamtheit zu einem Erwartungswert für den NPV. Aufgrund des Ergebnisses können Veränderungen im Projekt vorgenommen werden, um Verbesserungen im erwarteten NPV zu suchen. Die Differenz zwischen dem Best Case und dem Base Case ist der Wert der Flexibilität.

Verhalten der Variablen

Die Abschätzung der Kapitalkosten erfolgte bereits für das erste Fallbeispiel und wird übernommen. Die Entwicklung der Anzahl Beschäftigten im Tertiärsektor wird vom Bundesamt für Statistik vierteljährlich veröffentlicht. Aus der Statistik für den Tertiär-

¹⁵ Schulte et al (2002), S. 173

sektor kann die Volatilität berechnet werden. Der Flächenbedarf pro Mitarbeiter ist abhängig von den vorherrschenden Bürokonzepten und dürfte zwischen zwei Extremwerten schwanken. Hier gibt es keine statistischen Daten, aber es kann auf Expertenmeinungen zurückgegriffen werden und daraus können Szenarien gebildet werden, für deren Eintreten Wahrscheinlichkeiten bestimmt werden können. Beide Möglichkeiten zur Abschätzung der Volatilität, die Benutzung historischer Daten und die Befragung von Experten, werden in der Literatur¹⁶ als gangbare Wege empfohlen.

Basisobjekt	Wert des Base Case
Diskontierungssatz	Base Case: Risikoadjustierter Zinssatz, Option: Risikofreier Zinssatz
Ausübungspreis	Vorinvestition bei der Erstellung + Umnutzungskosten
Ausübungszeitpunkt	Wenn diskontierte Mehrmiete (als Folge der Umnutzung) > Vorinvestition bei der Erstellung + Umnutzungskosten
Volatilitäten	Volatilität Beschäftigtenentwicklung im tertiären Sektor Volatilität Flächenbedarf pro Mitarbeiter

Ist der Real-Options-Ansatz gerechtfertigt?

Es wird wiederum der Entscheidungsbaum für die Anwendung der Real Options Analyse (Abbildung 1) angewendet:

- Es handelt sich um echte Optionen
- Die künftige Entwicklung ist unsicher und damit würde die Real Options Analyse vorteile bieten

aber:

- Die Unsicherheiten (Nachfrage nach höherwertigen Flächen und Zeitpunkt der Umnutzung) sind kaum in Marktrisiken zu übersetzen

Damit kommt aus Sicht des Integrierten klassischen Ansatzes die Bewertung mittels Real Options Analyse nicht in Frage. In der Literatur finden sich aber unzählige Beispiele ohne oder mit geringem Bezug zum Markt. Es soll deshalb im folgenden der Versuch gemacht werden, die mangelhafte Datenlage über Expertenmeinungen, Szenarien und Simulation wettzumachen.

Wahl des Optionsmodells

Für die Bestimmung des Optionsmodells wird auf die Taxonomie von Greden zurückgegriffen, die in Kapitel 4.4.2 vorgestellt wurde.

¹⁶ Copeland/Antikarov (2003), S. 244 - 260

Diese Option ist gesteuert durch das Kosten-Nutzen-Verhältnis, das als Variablen die Nachfrage und die Preisentwicklung enthält. Im wesentlichen ist es also ein DCF-Modell, bei dem die Unsicherheiten bei Beschäftigungsentwicklung und Flächenbedarf pro Arbeitsplatz simuliert werden.

6.3.3 Modellieren und Rechnen

Festlegen der Ausgangsdaten

Ein grosser Teil der Daten kann aus Fallbeispiel 1 übernommen werden.

Kosten Vorinvestition

Bevor ein Bauprojekt besteht können die Kosten der Vorinvestition auch nicht genau beziffert werden. Als Faustregel kann von 2% bis 7% Mehrkosten ausgegangen werden. In diesem Fallbeispiel werden Mehrkosten von 5% angenommen.

Kosten Umnutzung

Das vorher Gesagte gilt auch hier. Es werden Umbaukosten von 10% angenommen.

Volatilität Beschäftigungsentwicklung im Tertiärsektor

Das Bundesamt für Statistik veröffentlicht vierteljährlich die Beschäftigungsstatistik BESTA¹⁷. Für Langenthal kann von den Werten für den Espace Mittelland ausgegangen werden. Aus den Daten für die Jahre 1996 bis 2005 kann eine jährliche Volatilität von 0.48% und eine Driftrate von 0.9% errechnet werden (Anhang 16).

Volatilität Flächenbedarf pro Mitarbeiter

Es wird bewusst auf zwei konträre „Expertenmeinungen“ zurückgegriffen, um die Extremwerte auszuloten.

Der Bund als grosser Bauherr ist eher konservativ und hält nach wie vor an Konzepten mit Einer- und Zweier- und einem geringen Anteil an Mehrpersonenbüros fest. Die Angestellten sind mehrheitlich in traditionellen Zweierbüros untergebracht, nur die Chefs haben Anspruch auf Einerbüros. Der Bund hat eine verbindliche Weisung über die Raumbewirtschaftung in Verwaltungsbauten erlassen¹⁸. Darin gibt er als Richtwert pro Arbeitsplatz 20m² Hauptnutzfläche HNF vor. Laut FM Monitor 2003¹⁹ schwankt der Anteil der Hauptnutzfläche an der Geschossfläche GF erheblich. Der Median wird mit 50% angegeben. Dies ergäbe also 40m² Geschossfläche pro Arbeitsplatz.

¹⁷ Bundesamt für Statistik (2006)

¹⁸ Eidgenössisches Finanzdepartement (2000)

¹⁹ Pom+Consulting AG (2003)

Lengen gehört zu den Vordenkern von neuen Büroarbeitsplätzen. Work-Life-Balance ist ein zentrales Thema in seinen Konzepten. Lengen²⁰ gibt für moderne Bürokonzepte 15m² pro Arbeitsplatz vor. Nicht enthalten sind Mensa, Cafeteria, Archive und Technikzentralen. Es handelt sich somit um die Hauptnutzfläche 2, für die der FM Monitor 2003 einen Median von 33% angibt, was 45m² Geschossfläche pro Arbeitsplatz entspricht.

Berechnung Base Case

Für den Base Case werden die Daten aus Anhang 8 übernommen und für das umzunutzende Objekt aufbereitet (Anhang 14). Der Base Case ist die konventionelle Erstellung des Gebäudes D. Zu diesem Zweck wurden die Kosten und Erträge des Bauvorhabens möglichst plausibel auf das Gebäude D zugeteilt. Die Investitionskosten sind für Wohnnutzung und Büronutzung identisch, da das Gebäude als Wohnhaus errichtet wird. Hingegen sind die Kosten und Erträge während der Nutzungsphase unterschiedlich je nach Nutzungsart. Beim Base Case (Anhang 15) wurde wiederum auf die Berücksichtigung der Inflation verzichtet. Der Base Case hat einen Net Present Value NPV von Fr. 1'343'020.-.

Bewerten der Option

Die Bewertung erfolgt in zwei Schritten. Im ersten Schritt werden die beiden marktunabhängigen Risiken, die Beschäftigungsentwicklung im tertiären Sektor und der Flächenbedarf pro Arbeitsplatz, modelliert und anschliessend simuliert. Im zweiten Schritt wird das DCF-Modell aus dem Base Case ergänzt und zur Bewertung benutzt.

Modellieren und simulieren der marktunabhängigen Risiken

Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich auf die Anhänge 17 und 18. Es wird angenommen, dass die Beschäftigungsentwicklung einem Wiener-Prozess folgt. Der Wiener-Prozess ist in Anhang 1 illustriert und ist die Summe von Drift- und Varianzrate. Die Driftrate berechnet sich aus Drift und Beschäftigung des Vorjahres. Die Varianzrate ist das Produkt aus einer standardnormalverteilten Zufallszahl, der Volatilität und Beschäftigung des Vorjahres. Die Beschäftigungsentwicklung ist dann die Summe der beiden Bewegungen.

Für die Schätzung des Flächenbedarfs pro Arbeitsplatz werden drei Szenarien festgelegt. Das mittlere Szenario nimmt die beiden Expertenkenzahlen, 40m² bzw. 45 m², als Eckwerte, das maximale und das minimale dieselbe Spanne, aber um 5 m² erhöht bezie-

²⁰ Lengen (2005), S. 14

ungsweise reduziert. Dies ist eine vernünftige Annahme, da die Umsetzung von Flächenvorgaben in der Praxis immer eine gewisse Toleranz aufweist:

Szenarien	Fläche pro Arbeitsplatz		Wahrscheinlichkeiten	
	min	max	Fall 1	Fall 2
1 Flächenbedarf pro Arbeitsplatz minimal	37	42	40%	10%
2 Flächenbedarf pro Arbeitsplatz mittel	40	45	50%	50%
3 Flächenbedarf pro Arbeitsplatz maximal	43	48	10%	40%

Da bezüglich künftigem Flächenbedarf pro Arbeitsplatz keine Gesetzmässigkeit erkannt werden kann wird der Zufall zu Hilfe genommen. Wenn eine normalverteilte Zufallszahl grösser 0 ist, dann wird angenommen, dass der Flächenbedarf mit 40% Wahrscheinlichkeit minimal, mit 50% mittel und mit 10% maximal ist. Im umgekehrten Fall wird angenommen, dass der Flächenbedarf mit 10% Wahrscheinlichkeit minimal, mit 50% mittel und mit 40% maximal ist. Die Verteilung innerhalb der einzelnen Szenarien wird als gleichförmig angenommen. Die Daten werden in ein Simulationstool eingegeben und 1000 mal iteriert. Daraus resultiert die jährliche Verteilung der drei Szenarien, jeweils für Fall 1 und 2 ([Anhang 18](#)).

Das Produkt aus Beschäftigungsveränderung und Flächenbedarf pro Arbeitsplatz ergibt den Bedarf an Bürofläche im Espace Mittelland. Dies erlaubt keine Aussagen zum Büromarkt Langenthal und schon gar nicht zur fraglichen Lage. Es ist eher ein Indikator, der die Empfehlung abgibt, die Option zur Umnutzung auszuüben, wenn in zwei vorhergehenden Jahren der zusätzliche Bedarf an Büroflächen jeweils grösser ist als 100'000 m². Aufgrund der simulierten Daten (Mittelwert, Standardabweichung) kann das 95%-Konfidenzintervall bestimmt werden ([Anhang 18](#)).

Best Case

Mit diesen Daten wird ein Excel-Modell ([Anhang 19](#)) erstellt. Es unterscheidet sich vom Base Case dadurch, dass es zusätzlich die Mehrkosten für die flexible Konstruktion und die Kosten für die Umnutzung enthält. Die Kosten für die Umnutzung fallen im Jahr der Optionsausübung an. Ein Rückbau in Wohnungen wird hier nicht weiterverfolgt. Der Net Present Value NPV von Fr. 2'454'236.- ist höher als der NPV von Fr. 1'343'020.- des Base Case. Es muss betont werden, dass der dargestellte Best Case eine Momentaufnahme ist, der mit jeder Betätigung der Returntaste leicht ändert.

Ein Vergleich von Base Case und Best Case zeigen, dass der Best Case besser abschneidet, weil die höheren Erträge pro m² Geschossfläche die Zusatzkosten aus Flexibilisierung und Umbau mehr als wettmachen.

6.3.4 Review der Resultate

Dieses Fallbeispiel ist der Versuch, den im Immobilienbereich sehr häufigen Fall von *Optionen in Projekten* mittels Denken in Optionen zu bewerten. Bereits in Kapitel 6.3.2 wurde festgehalten, dass die klassischen Methoden der Optionstheorie hier nicht gebraucht werden können, da es keinen klaren Bezug zum Markt gibt. Im Wesentlichen ist es eine Bewertung mittels der Methode des Discounted Cash Flows, wobei aber die marktunabhängigen Risiken durch Expertenmeinungen oder historische Daten quantifiziert und bei unklaren Wirkungszusammenhängen simuliert werden können. Dies erscheint legitim, solange die Annahmen offengelegt werden.

Die Berechnung beruht auf verschiedenen Annahmen, die offen gelegt, aber nicht verifiziert werden können. Das Resultat kann somit auch nicht exakt sein. Wie in Kapitel 4.4.1 dargelegt geht es bei *Real Options in Projekten* lediglich um Entscheidungshilfen. Immerhin kann dank der Simulation der Szenarien ein Konfidenzintervall für die Resultate angegeben werden (Anhang 19) und der Entscheid somit auf eine saubere statistische Basis abgestützt werden.

IV. Erkenntnisse und Schlussfolgerungen

7 Eignung von Real Options für Immobilienprojekte

Der bisherige Gang der Untersuchung hat eine Reihe Schwierigkeiten bei der Anwendung von Real Options bei Immobilienprojekten aufgezeigt. Nachfolgend werden sie, aber auch die Verlockungen von Real Options, rekapituliert, bevor in Kapitel 8 ein vereinfachter Ansatz untersucht wird.

7.1 Probleme bei der Anwendung

In Kapitel 4.3 wurde ein Entscheidungsbaum vorgeschlagen, um zu überprüfen, wann die Real Options Analyse die richtige Methode sei. In Kapitel 4.4 wurde unterschieden zwischen *Optionen auf Projekten* und *Optionen in Projekten*. Es wurde festgehalten, dass in Immobilienprojekten bei Planungs- und Projektierungsentscheidungen fast ausschließlich *Optionen in Projekten* zum tragen kommen. Damit sind selten alle Voraussetzungen gegeben, um die Real Options Analyse anzuwenden. Die Gründe dafür sind nachfolgend kurz zusammengefasst:

- Preisänderungen beim Basisobjekt folgen stochastischen Prozessen. Ob die Annahme des geometrischen brownischen Prozesses auch für Immobilien mit ihren ineffizienten Märkten stimmt, ist fraglich. Binomiale Modelle setzen dies aber voraus. Ein konstantes Sigma ist realitätsfremd, ein variables Sigma könnte mit binomialen Bäumen bewertet werden.
- Es wird angenommen, dass es keine Arbitragemöglichkeiten gibt und dass die Zahlungen der Real Option perfekt nachgebildet werden können durch ein Portfolio aus dem Basisobjekt und risikofreien Obligationen. Das rechtfertigt die Anwendung von risikoneutralen Wahrscheinlichkeiten und risikolosem Zinssatz bei der Diskontierung. Da bei *Optionen in Immobilien-Projekten* das Basisobjekt nicht gehandelt wird, ist die Annahme problematisch. Eher möglich ist es bei *Optionen auf Immobilien-Projekte*. Das Hauptproblem bleibt aber bestehen: Auch wenn es immer mehr Derivate auf Immobilien gibt, wird kaum eine schlüssige Korrelation zwischen dem Derivat und dem Projekt her-zuleiten sein.

Im Rahmen dieser Arbeit interessiert aber die Sicht des Praktikers mehr. Er hat andere Probleme mit der ROA:

- Die Modelle sind, wenn auch rechnerisch einfach, mathematisch sehr anspruchsvoll. Bereits die Etappierung von Investitionen, ein sehr häufiger Fall in Projekten, ist schwierig nachzuvollziehen.
- Die Modelle müssen stark vereinfacht werden, damit die Komplexität noch handhabbar ist. Dies gilt insbesondere für die binomiale Bewertung, die nur mit grossem Aufwand mehr als einen Unsicherheitsfaktor zulässt.
- Dazu kommt die Schwierigkeit, bei einigen Variablen, vorab bei der Volatilität, zu gesicherten Werten zu kommen. Während für den Finanzbereich umfangreiche Statistiken vorhanden sind, sind Datenreihen zu markunabhängigen Risiken oft nur schwer zugänglich, besonders wenn es sich um regionale oder lokale Datenreihen handelt.
- Während der Anleger bei Finanzoptionen es mit einem einzigen Basisobjekt und einer beschränkten Anzahl Ausprägungen der Option zu tun hat (Kauf-, Verkaufsoption), ist die Welt der Realen Optionen auf Projekte viel komplexer. Zu den klassischen Optionen kommen Aufschub-, Lern-, Switch- und andere Optionen. Aber es bleibt bei einer Option auf dem immer gleichen Basisobjekt. Noch komplexer sind Optionen in Projekten. Oftmals bereitet schon die Bestimmung des Basisobjekts Mühe. Dazu kommt, dass eine Investition bereits einen ganzen Strauss an Optionen beinhalten kann, die ausserdem noch voneinander abhängig sind.

7.2 Stärken der Real Options Analyse

Insgesamt ist die Real Options Analyse also nicht gerade prädestiniert für Optionen in Immobilienprojekten. Was aber wirklich neu ist und die Methode gegenüber andern abhebt ist das Denken in Optionen. Zum Zeitpunkt der Ausübung sind die DCF-Methode und die Real Options Analyse gleichwertig. In Fällen aber, wo die Ausübung verzögert werden kann, ist die Real Options Analyse überlegen, und zwar aus zwei Gründen:

- Durch die verschobene Ausübung profitiert der Investor vom Zeitwert. Er kann das Geld bis dahin anderweitig ertragbringend einsetzen.
- In der Zwischenzeit kann sich die Lage verändern, was zu neuen Entscheiden führen kann.

Beide Aspekte sind wertvoll und können in der DCF nicht abgebildet werden. Im nächsten Kapitel soll deshalb der Frage nachgegangen werden, wie dieses Denken in Optionen für den Immobilienbereich fruchtbar gemacht werden kann.

8 Alternative Ansätze für Immobilienprojekte

Zunächst werden die Anforderungen an eine praxisgerechte Real Options Analyse festgelegt, anschliessend wird ein Vorschlag aus der Literatur vorgestellt, der die Anforderungen weitgehend erfüllt.

8.1 Anforderungen

Aus der bisherigen Diskussion können folgende Anforderungen für eine erfolgsversprechende Anwendung der Real Options Analyse für Immobilienprojekte abgeleitet werden:

- Nachvollziehbarkeit der Rechenmechanik auch für Immobilienfachleute. Im Immobilienbereich wird oft mit graphischen Mitteln gearbeitet. Die Möglichkeit, den Sachverhalt graphisch darzustellen, würde die Akzeptanz stark erhöhen.
- Mehr Sicherheit bei den Variablen, insbesondere bei der Volatilität, durch die Wahl von Variablen mit bekannten Extremwerten. Für das Fallbeispiel 2 würde das heissen, dass die statistisch gesicherten Daten des Bundesamtes für Statistik für den Espace Mittelland durch eine Befragung der Immobilienmakler bezüglich Prognose Büroflächenbedarf Raum Langenthal ersetzt würde.
- Die Discounted-Cash-Flow-Methode ist gerade dabei, sich im Immobilienbereich durchzusetzen. Viele Praktiker haben ihre Rechentabellen aufgebaut und sind gewohnt, damit zu arbeiten. Eine Ergänzung der bestehenden Tabellen durch Aspekte der Real Option Analyse würde deren Akzeptanz stark erhöhen.

Es muss zugegeben werden, dass die Real Options Analyse damit an Wissenschaftlichkeit und Genauigkeit verlieren würde. Aber im Immobilienbereich ist man seit jeher gewohnt, mit Richtwerten und Schätzungen zu rechnen. Die Genauigkeit ist nur bedingt ein Kriterium. Viel wichtiger scheint, dass damit das Denken in Optionen auch im Immobilienbereich Einzug halten könnte.

8.2 Der Vorschlag von Luehrman

8.2.1 Theoretisches Fundament

Bereits 1998 machte Luehrmann in einem Artikel²¹ auf die Überforderung der Praktiker durch die Real Options Analyse aufmerksam. Er schlägt ein vereinfachtes Modell vor, das sich auf europäische Optionen beschränkt. Damit wird die Anwendung des Modells von Black-Scholes-Merton möglich. Statt vom Present Value geht er vom modifizierten Net Present Value NPV aus. Der modifizierte NPV ist der Projektwert abzüglich diskontierter Ausübungspreis der Option. Damit trägt er dem Zeitwert der Investition Rechnung. Aus dem modifizierten NPV bildet er einen Quotient, den er mit NPV_q bezeichnet. Statt der Volatilität des Projektwertes wird die Volatilität des Returns bestimmt, ein Wert, den Praktikern leichter abschätzen können. Diese beiden Variablen werden durch die fünf Variablen einer Option wie folgt gesteuert:

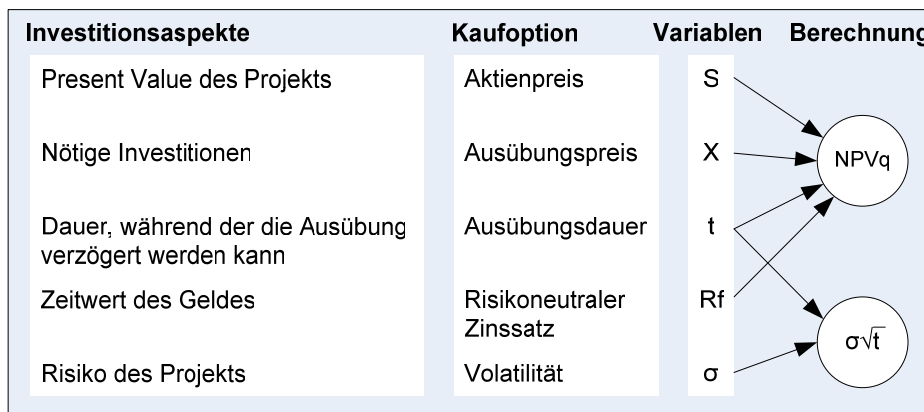


Abbildung 7: Link zwischen Metrik Luehrman und Black/Scholes (Quelle: Luehrman)

Die Verdichtung der fünf Variablen auf zwei Variablen, den Quotient NPV_q und das Produkt $\sigma\sqrt{t}$, erlaubt eine tabellarische Darstellung einer sehr grossen Anzahl von Lösungen. In [Anhang 20](#) kann der Optionswert direkt als Prozentsatz des Basisobjekts abgelesen werden.

8.2.2 Anwendung des Ansatzes

Anhand des Fallbeispiels „Ettappierung“ (Kapitel 6.2) wird der Vorschlag auf seine Durchführbarkeit überprüft. Es wird wiederum nur die zweite Bauetappe in die Überlegungen einbezogen. Die Annahmen und die Datenlage bleiben unverändert, lediglich die Berechnung mittels binomiale Baum wird ersetzt durch den Wert aus der Tabelle. Da mit diesem Ansatz nur europäische Optionen berechnet werden können,

²¹ Luehrman (1998a), S. 3

Die Leichtigkeit, mit der Resultate berechnet werden können, täuscht aber darüber hinweg, dass auch bei diesem Ansatz ein gutes Verständnis der Bewertung mit Real Options gefordert ist. Dazu gehören die Erkennung des Basisobjekts, der Laufzeit der Option und der Volatilität. Ein weiteres Problem ist, dass nur Optionen des europäischen Typs gerechnet werden können. Die in Kapitel 7.1 aufgelisteten Probleme sind unabhängig von der Berechnungsmethode und bleiben auch hier gültig.

Insgesamt handelt es sich um einen einfachen und anschaulichen Ansatz, der die Forderungen nach Nachvollziehbarkeit der Rechenmechanik und nach Integration von bestehenden DCF-Instrumenten erfüllt (siehe Kapitel 8.1), der aber klare Grenzen bei der Anwendung hat.

9 Schlussbemerkungen

In Kapitel 1.1 wurde postuliert, dass Real Options auch in Immobilienprojekten, zum Beispiel bei Planungs- und Projektierungsentscheiden, Hilfe bieten könnten. Im Laufe der Arbeit schälte sich klar heraus, warum die Real Options Analyse vor allem für marktgesteuerte Projekte wie Bergbauprojekte angewendet wird: Da sie praktisch ausschliesslich Marktrisiken aufweisen, haben sie grosse Ähnlichkeit mit Finanzoptionen, es können relativ leicht replizierende Portfolios gebildet werden und für die Volatilität sind Finanzmarktdaten verfügbar.

Immobilienprojekte weisen praktisch ausnahmslos auch marktunabhängige Risiken auf. Diese können behandelt werden, wenn sie frühzeitig während der Laufzeit neutralisiert werden können. Die Bildung von replizierenden Portfolios ist meist schwierig.

Wichtig ist die Unterscheidung von Optionen *auf* und *in* Projekten. Bei *Real Options in Projekten* handelt es sich meist um Vorinvestitionen, mit denen zusätzliche Flexibilität erkaufte werden kann. Der Bezug zu Marktrisiken ist nur noch sehr lose. Basisobjekt und Option sind oft schwierig zu definieren. Ausübungspreis und –zeitpunkt sind meist offen. Die Optionstheorie ist nur noch in hybrider Form, kombiniert mit andern Hilfsmitteln wie Szenarien und Wahrscheinlichkeiten, anwendbar. Der Anwendungsbereich solcher Bewertungen ist entsprechend eingeschränkt. Es sind Entscheidungshilfen ohne Anspruch auf absolute Genauigkeit.

Dass ausgerechnet der Normalfall des Praktikers, nämlich Optionen in Projekten, am komplexesten ist und das umfangreichste Know How in bautechnischer, mathematischer, statistischer und finanzieller Hinsicht erfordert, ist ein grosses Hindernis bei der Einführung der Methode. Mit dem Vorschlag von Luehrman²² wurde ein Versuch präsentiert, die Real Options Analyse praxistauglich zu machen. Es muss aber festgehalten werden, dass das Problem weniger im Rechnen, als im Erkennen, richtigen Beurteilen und Abgrenzen von Optionen in Projekten liegt. Hier müssen die Anstrengungen einsetzen. Denkbar sind Leitfäden, die anhand von Entscheidungsbäumen helfen, das Problem zu analysieren und zu strukturieren. Darauf aufbauend könnten mit Berechnungshilfen, wie derjenigen von Luehrman, Entscheidungshilfen geschaffen werden. Eine solide Grundausbildung in der Bewertung mittels Real Options Analyse und Statistik ist aber auch dann unabdingbar.

²² Luehrman (1998a)

Anhangverzeichnis

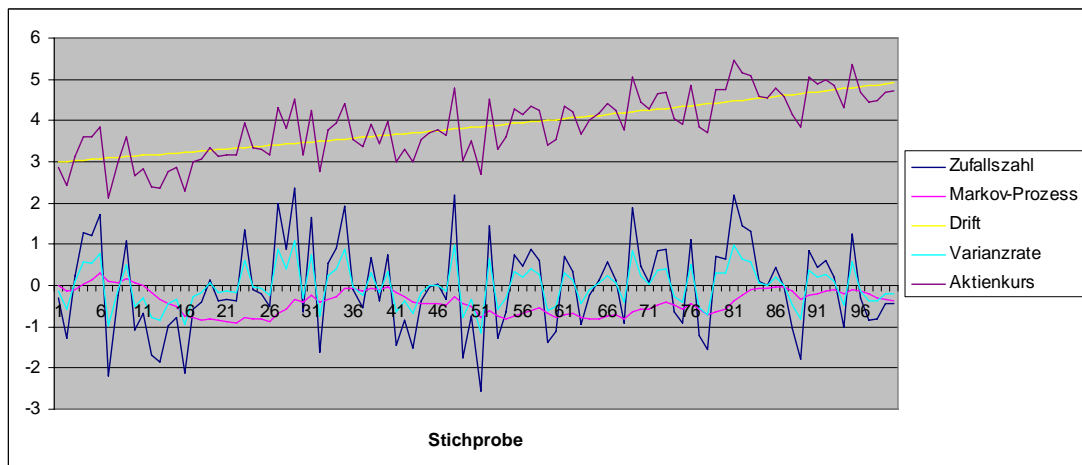
Illustration zu Markov- und Wiener-Prozess	45
Bewertung von Optionen in Investitionsmöglichkeiten.....	46
Vergleich der vorherrschenden Ansätze	47
Drei Leitfäden	49
Optionen im Projekt	51
Grundriss schemata	52
Mengengerüst.....	53
Kosten- und Ertragsdaten für Etappierung.....	54
Berechnung der Kapitalkosten der Publica.....	55
Base Case Etappierung.....	57
Option Etappierung: Optionspreise.....	58
Option „Etappierung“: Volatilität	59
Kosten- und Ertragsdaten für Flexibles Konstruktionskonzept.....	67
Base Case flexibles Konstruktionskonzept	68
Beschäftigte Tertiärsektor, Espace Mittelland, Vollzeitäquivalente.....	69
Entscheideregeln.....	70
Ergebnisse der Simulation	71
Berechnung Wert der ausgeübten Option	72
Luehrman-Tabelle	73
Bewertung mittels Luehrman-Methode	74
Luehrman-Tabelle für t=4 Jahre	75
Literaturverzeichnis	76
Ehrenwörtliche Erklärung	78

Illustration zu Markov- und Wiener-Prozess

Anhand eines kleinen Beispiels, der Kursentwicklung einer Aktie im Laufe eines Jahres, werden nachfolgend die Aussagen aus Kapitel 1.3.1 illustriert.

Es wird angenommen, dass $\Delta t = 0.01$ Jahre beträgt. Der Anfangskurs der Aktie ist 3, die Driftrate 0.5 und die Varianzrate 1.5. Die Varianzrate musste sehr gross gewählt werden, damit die Bewegungen im Chart sichtbar wurden.

Als erstes wurden 100 normalverteilte Zufallszahlen ε mit Mittelwert 0 und Standardabweichung 1 generiert, entsprechend hundert Zeitabschnitten à 3.65 Tagen des Jahres. Darauf aufbauend wurde der Markov-Prozess entwickelt, wobei $z_{x+1} = z_x + \varepsilon_{x+1}\sqrt{\Delta t}$ ist. Der allgemeine Wiener-Prozess ist die Überlagerung von zwei Prozessen, der Drift und der Varianzrate. Die Drift ist eine Gerade aus dem Produkt von Driftrate und Δt , die Varianz das Produkt von Varianzrate, Zufallszahl und Wurzel von Δt .



Bewertung von Optionen in Investitionsmöglichkeiten

Ausgangslage	Optionstyp	Beispiel
<p>Aufschuboption: Grundsätzlich stellt jedes schubladisierte Projekt eine Aufschuboption dar. Für die bisher aufgelaufenen Kosten erhält man die Option, ein Projekt rascher ausführen zu können.</p>	<p>Amerikanische Kaufoption Basispreis: Wert des Projekts</p>	<p>Ein militärisch genutztes Grundstück mit einer Lagerhalle liegt ausserhalb der Bauzone. Das Grundstück wird nicht mehr benötigt. Naheliegender wäre der Abbruch der Halle und die Rückführung in Landwirtschaftsland. Lohnt sich allenfalls ein Aufschub, verbunden mit gewissen Planungskosten, wenn eine Chance besteht, das Land durch ein Planungsverfahren umzuzonen oder das vorhandene Gebäude mit einer Ausnahmegewilligung einer neuen Nutzung zuzuführen?</p>
<p>Etappierungsoption: Nach jeder Etappe kann frei entschieden werden, ob die nächste Etappe ausgelöst werden soll. Die vorhergehenden Etappen sind Voraussetzung für die folgenden.</p>	<p>Eine Serie voneinander abhängiger amerikanischer Kaufoptionen Basispreis: Wert des Projekts</p>	<p>Eine Wohnüberbauung wird in mehreren Etappen realisiert, um den örtlichen Wohnungsmarkt nicht zu überschwemmen und um auf künftige Änderungen bei den Bedürfnissen reagieren zu können. Welches sind sinnvolle Etappengrößen?</p>
<p>Erweiterungsoption: Projekte können oftmals erweitert werden, wenn sie gut laufen.</p>	<p>Amerikanische Kaufoption Basispreis: Kosten für die Bereitstellung der zusätzlichen Kapazitäten</p>	<p>Ein Investor erstellt an innerstädtischer Lage ein Parkhaus mit 200 Plätzen. Die gesetzlichen Rahmenbedingungen würden ein Parkhaus mit 300 Plätzen zulassen. Da der Investor nicht sicher ist, ob die 300 Plätze einem Bedürfnis entsprechen, lässt er das Gebäude so konstruieren, dass eine spätere Aufstockung möglich ist. Er bezahlt heute Mehrkosten, um zu einem späteren Zeitpunkt frei entscheiden zu können. Wie viel darf er maximal investieren?</p>
<p>Reduktionsoption: In Projekten kann oftmals zu einem relativ späten Zeitpunkt entschieden werden, auf Teile zu verzichten.</p>	<p>Amerikanische Verkaufsoption Basispreis: Aufwendungen zum Zeitpunkt der Ausübung der Option</p>	<p>Ein Bundesamt entscheidet sich zum Bau eines neuen Verwaltungsgebäudes. Infolge Sparmassnahmen des Bundes steht schon während des Baus fest, dass das Gebäude zu gross sein wird. Da die Lage gut ist, wird früher oder später ein Mieter oder Käufer gefunden, der einen Teil des Gebäudes übernimmt. Mit welchen Reduktionskosten ist allenfalls zu rechnen?</p>
<p>Abbruchoption: Ein obsolet gewordenes Projekt muss nicht zu Ende geführt werden. Es kann abgebrochen oder allenfalls verkauft werden. Daraus resultieren geringere Projektkosten und somit ein höherer Barwert für das Projekt.</p>	<p>Amerikanische Verkaufsoption Basispreis: Liquidations- oder Wiederverkaufspreis des Projekts</p>	<p>Eine Pharmafirma plant die Errichtung eines neuen Produktionsgebäudes. Der Aushub ist bereits erstellt, als die Geschäftsleitung entscheidet, auf den Neubau zu verzichten. Es sind somit zwar Kosten in beträchtlicher Höhe angefallen, aber noch lange nicht die gesamten Projektkosten. Falls das Grundstück an einer begehrten Lage liegt, kann das baubewilligte Projekt allenfalls günstig weiterveräussert werden. Wieviel darf investiert werden, wenn mit einem Veräusserungspreis von X gerechnet werden kann?</p>
<p>Switchoption: Sie gibt die Möglichkeit, in Abhängigkeit der Kosten zwischen zwei Betriebsmodi zu wechseln.</p>	<p>Kaufoption Basispreis: Kosten für die Möglichkeit zu wechseln</p>	<p>Eine Unternehmung hat eine Produktionsanlage zur Herstellung eines selten gebrauchten Produkts. Die Inbetriebnahme der Anlage erzeugt fixe Kosten, so dass sich die Produktion erst ab einer bestimmten Menge lohnt. Unter welchen Bedingungen lohnt sich die Inbetriebnahme der Anlage?</p>

Vergleich der vorherrschenden Ansätze

Der sogenannte **Klassische Ansatz** übernimmt die Annahmen der Optionspreistheorie vollumfänglich. Es wird angenommen, dass immer ein marktfähiges Portfolio gebildet werden kann, das die Geldströme der Option replizieren kann. Damit gelten No-Arbitrage Argumente. Für die Preisschwankungen wird ein Wiener-Prozess angenommen. Dies rechtfertigt die Anwendung der klassischen Instrumente wie Black und Scholes. Der klassische Ansatz besticht durch seine Einfachheit und Logik. Probleme bieten aber die Zusammenstellung eines replizierbaren Portfolios und das Festlegen der Grösse der Investition relativ zum Portfolio.

Auch der **Subjektive Ansatz**²³ geht von No-Arbitrage Argumenten und von einer der Preisbildung zugrunde liegenden Brownschen Bewegung aus. Im Gegensatz zum Klassischen Ansatz wird hier aber kein replizierbares Portfolio gebildet, um vom Markt abgeleitete Werte des Basisobjekts zu erhalten sondern es wird durch subjektive Bewertungen, zum Beispiel durch eine DCF-Berechnung, ersetzt. Das Problem der Zusammenstellung eines replizierbaren Portfolios des Klassischen Ansatzes wird hier vermieden, aber lediglich durch subjektive Schätzungen für die Input-Parameter ersetzt.

Der **Marketed Asset Disclaimer MAD-Ansatz**²⁴ verabschiedet sich definitiv vom Klassischen Ansatz, indem er auf ein replizierbares Portfolio verzichtet und den Net Present Value NPV des Basisobjekts ohne Berücksichtigung der Flexibilität als Referenz verwendet. Somit sind alle zugrunde liegenden Daten subjektiv mit Ausnahme des Diskontsatzes.

Der **Revidierte klassische Ansatz**²⁵ schränkt erstmals den Anwendungsbereich von Real Options auf Fälle ein, bei denen Marktrisiken vorherrschen und diese durch marktfähige Replikationsportfolios nachgebildet werden können. In allen andern Fällen, also bei marktunabhängigen Risiken, muss auf dynamische Programmierung oder Entscheidungsbäume zurückgegriffen werden.

Der **Integrierte Ansatz** schlussendlich versucht, beide Risikoarten, Marktrisiken und unternehmensbasierte Risiken unter einen Hut zu bringen.

²³ Beispiele zu diesem Ansatz siehe Luehrmann (1998a und 1998b)

²⁴ Beispiele zu diesem Ansatz siehe Copeland/Antikarow (2003)

²⁵ Beispiele zu diesem Ansatz siehe Amram/Kulatilaka (2000)

Vergleich der vorherrschenden Ansätze

Bezeichnung	Annahmen	Vorgehen
Klassischer Ansatz	Es kann immer ein handelbares Portfolio zusammengestellt werden, das die Erträge der Option repliziert. Es gelten No-Arbitrage Argumente Der Optionspreis folgt einer Brownschen Bewegung.	1. Zusammenstellen eines replizierenden Portfolios und Berechnung von Preis und Volatilität 2. Investition dem replizierenden Portfolio anpassen 3. Berechnung des Optionswertes mittels klassischer Instrumente, vor allem Black-Scholes
Subjektiver Ansatz	Es gelten No-Arbitrage Argumente Der Optionspreis folgt einer Brownschen Bewegung.	1. Schätzung von Preis und Volatilität des Basisobjektes 2. Berechnung des Optionswertes mittels klassischer Instrumente, vor allem Black-Scholes
MAD- Ansatz		1. Aufbau einer Tabellenkalkulation mit den geschätzten Cash Flows des Basisobjektes. Berechnung des NPV unter Verwendung eines CAPM-basierten Betas. 2. Subjektive Schätzung der Unsicherheiten bei den Inputs und Durchführung einer Monte Carlo Simulation zum Feststellen der Verteilung. 3. Aufbau eines risikoneutralen Binomialbaumes
Revidierter klassischer Ansatz	Es gelten die Annahmen des klassischen Ansatzes. Die Anwendung beschränkt sich auf Fälle, die mit marktfähigen Portfolios repliziert werden können.	1. Analyse der Risikoart: öffentlich oder privat 2. wenn marktabhängiges Risiko: Anwendung des klassischen Ansatzes 3. Wenn marktunabhängiges Risiko: - Entscheidungsbaum mit den Investitionsalternativen - Festlegen der subjektiven Risikovorgaben - Aufbau einer Tabellenkalkulation zur Berechnung des NPV unter Berücksichtigung eines angemessenen WACC
Integrierter Ansatz		1. Entscheidungsbaum mit den Investitionsalternativen 2. Analyse der Risikoart: öffentlich oder privat 3. für öffentliche Risiken: replizierendes Portfolio mit risikoneutralen Wahrscheinlichkeiten 4. für marktunabhängige Risiken: subjektive Abschätzung der Wahrscheinlichkeiten 5. Aufbau einer Tabellenkalkulation zur Berechnung des NPV unter Berücksichtigung des risikolosen Zinssatzes 6. Absuchen des Baumes nach der optimalen Strategie

Drei Leitfäden

Amram/Kulatilaka

Schritt 1: die Problemdefinition

Der Schritt besteht aus den folgenden Elementen:

- Festlegen, welches die möglichen Entscheidungen sein werden und wer sie trifft.
- Identifikation der Unsicherheiten und des Prozesses, dem sie folgen. Nicht zu vergessen sind Unsicherheiten als Folge von Auszahlungen auf dem Basisobjekt, zum Beispiel Dividenden, die den Wert des Basisobjekts mindert oder Convenience Yields. Darunter versteht man den Gewinn, der erzielt werden kann durch die sofortige Verfügbarkeit eines Gutes bei Versorgungsengpässen.
- Entscheidungsregeln, nach denen entschieden wird, wenn möglich als operable Formel. Dazu bietet sich ein Entscheidungsbaum an.
- Untersuchen, welche Quellen der Unsicherheit privater Natur sind und welche Marktkräften gehorchen.
- Review der Problemdefinition: Ist sie verständlich für die Entscheidungsträger?

Schritt 2: Ausgangsgrößen und Bewertung

Folgende Elemente gehören zu Schritt 2:

- Festlegen der Ausgangsgrößen. Dazu gehören der heutige Wert des Basisobjekts, die Geldströme vom und zum Basisobjekt vor der Ausübung, die Volatilität des Basisobjekts, die Beurteilung der privaten Risiken und der risikoneutrale Diskontierungssatz.
- Bewertung der Option mit einem geeigneten Bewertungstool, zum Beispiel dem Binomialen Baum.

Schritt 3: Überprüfung des Resultates

Im dritten Schritt muss das Resultat überprüft und beurteilt werden. Der Wert der Option ist nicht immer das Resultat, das am meisten interessiert. Je nach Zielsetzung der Bewertung kann die Entwicklung eines kritischen Wertes, eines Wertepaares oder des Risikoprofiles im Zentrum des Interesses stehen.

Schritt 4: Redesign

Falls kein akzeptables Resultat hervorgeht aus der Bewertung, müssen die Rahmenbedingungen angepasst werden.

Copeland und Antikarov

Die Autoren schlagen ein Vorgehen in vier Schritten vor:

Schritt 1

Bewertung des Projektes mittels Discounted Cash Flow DCF Methode ohne allfällige Flexibilitäten zu berücksichtigen (Base Case).

Schritt 2

Modellierung der Unsicherheit mittels Ereignisbäumen. Unsicherheiten werden entweder aufgrund historischer Daten ermittelt oder basieren auf Expertenmeinungen.

Schritt 3

Identifikation der Entscheidungsmöglichkeiten und Berücksichtigung derselben im Ereignisbaum. Damit wird der Ereignisbaum zum Entscheidungsbaum. Da die gewonnene Flexibilität das Risiko mindert, ändern sich auch die Kapitalkosten.

Schritt 4

Durchführen der Real Options Analyse und Vergleich mit dem Base Case.

De Neufville, Scholtes und Wang

Die Autoren haben ihr Verfahren explizit für Bauprojekte entwickelt. Sie schlagen drei Schritte vor für die Bewertung:

Schritt 1

Schätzung der Daten für künftige Kosten und Erträge. Mittels Discounted Cash Flow Methode wird der Wert des Projektes ohne Berücksichtigung der Flexibilität berechnet (Base Case).

Schritt 2

Abschätzen der Auswirkungen der Unsicherheiten durch die Simulation von möglichen Szenarien. Jedes Szenario hat einen andern Net Present Value NPV. Die Summe der Szenarien führt zu einem erwarteten NPV und der Verteilung der möglichen NPV's. Kumuliert als Verteilungsfunktion dokumentieren sie die Wahrscheinlichkeit für Ausreisser und damit den Value at Risk. Das Resultat soll die Suche nach Entscheidungsmöglichkeiten stimulieren, um die möglichen Verluste zu vermeiden.

Schritt 3

Durch Variieren von Kosten und Erträgen werden Wege zur Flexibilisierung und damit Entwurfsalternativen gesucht. Die Differenz zwischen besten erwarteten NPV und dem Base Case ist der Wert der Option.

Optionen im Projekt

Aufschub der Realisierung

Optionstyp:	Amerikanische Calloption
Entscheidregel:	Die Option wird ausgeübt, wenn die Aussicht besteht, dass die Vollvermietung zu kostendeckenden Mietzinsen erreicht werden kann.
Unabhängige Variablen:	Volatilität der Mietpreisentwicklung
Formalisierte Entscheidregel:	Kapitalisierter Mietzins $t=2 \geq$ Baukosten $t=0$ + Aufschubkosten

Etappierung der Realisierung

Optionstyp:	Amerikanische Calloption
Entscheidregel:	Die Option wird ausgeübt, wenn die Aussicht besteht, dass zwei Jahre nach Ausübung (nach Planung und Realisierung) die Aussicht besteht, um die Vollvermietung der Etappe zu kostendeckenden Mietzinsen zu erreichen.
Unabhängige Variablen:	Volatilität der Mietpreisentwicklung
Formalisierte Entscheidregel:	Kapitalisierter Mietzins $\text{Etappe } k \geq$ Baukosten $\text{Etappe } k$ + Aufschubkosten

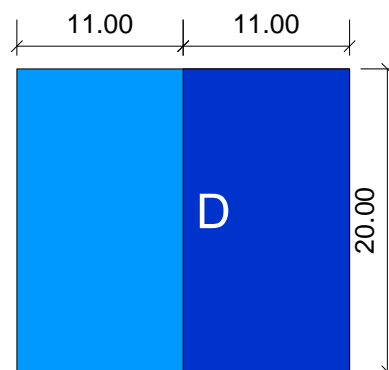
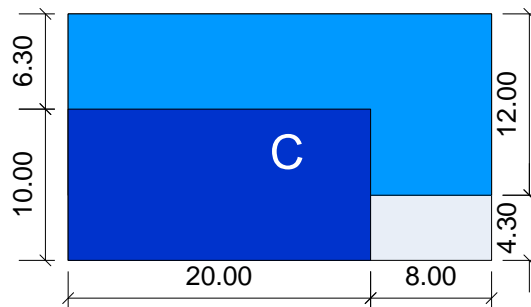
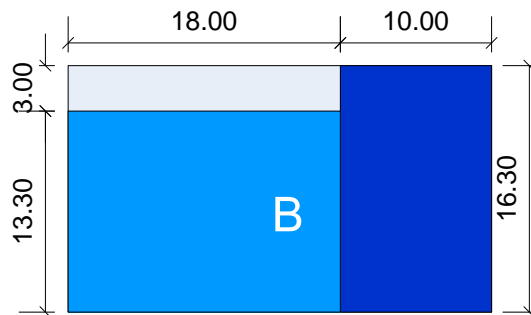
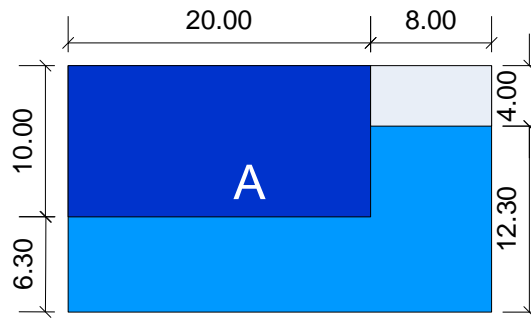
Flexibles Konstruktionskonzept

Optionstyp:	Amerikanische Calloption
Entscheidregel:	Die Option wird ausgeübt, wenn die Aussicht besteht, dass mit einer neuen Nutzung einen kapitalisierten Mietzins zu erreichen, der höher ist als die Investitionen, die nötig sind für die Umnutzung.
Unabhängige Variablen:	<ul style="list-style-type: none"> - Beschäftigungsentwicklung - Entwicklung Flächenbedarf pro Arbeitsplatz
Formalisierte Entscheidregel:	Kapitalisierter Zusatzmietzins \geq Umbaukosten + Mehrkosten für Flexibilität

Projektentwicklung

Optionstyp:	Europäische Calloption
Entscheidregel:	Die Option wird ausgeübt, wenn ein Angebot die aufgelaufenen Kosten deckt und gleichzeitig aufgrund der Marktprognose kein höherer Optionspreis zu erwarten ist.
Unabhängige Variablen:	Volatilität der Mietpreisentwicklung
Formalisierte Entscheidregel:	Verkaufspreis Projekt \geq aufgelaufene Projektkosten und Konjunkturprognose $t+1 <$ Konjunkturlage t

Grundrisschemata



- 1-geschossig
- 3-geschossig
- 4-geschossig

Mengengerüst

Gebäude A

Lage	Flächen		Korrekturen		Geschoss Flächen	Nutzung			
	Länge	Breite	Länge	Breite		Wohnen	Büros	Läden	Keller
Erdgeschoss	28.00	16.30			456.40	456.40			
1. Obergeschoss	28.00	16.30	8.00	4.00	424.40	424.40			
2. Obergeschoss	28.00	16.30	8.00	4.00	424.40	424.40			
3. Obergeschoss	20.00	10.00			200.00	200.00			
1. Untergeschoss	28.00	16.30			456.40				456.40
Total Gebäude A					1'961.60	1'505.20	0.00	0.00	456.40

Gebäude B

Lage	Flächen		Korrekturen		Geschoss Flächen	Nutzung			
	Länge	Breite	Länge	Breite		Wohnen	Büros	Läden	Keller
Erdgeschoss	28.00	16.30			456.40	456.40			
1. Obergeschoss	28.00	16.30	18.00	3.00	402.40	402.40			
2. Obergeschoss	28.00	16.30	18.00	3.00	402.40	402.40			
3. Obergeschoss	10.00	16.30			163.00	163.00			
1. Untergeschoss	28.00	16.30			456.40				456.40
Total Gebäude A					1'880.60	1'424.20	0.00	0.00	456.40

Gebäude C

Lage	Flächen		Korrekturen		Geschoss Flächen	Nutzung			
	Länge	Breite	Länge	Breite		Wohnen	Büros	Läden	Keller
Erdgeschoss	28.00	16.30			456.40	456.40			
1. Obergeschoss	28.00	16.30	8.00	4.30	422.00	422.00			
2. Obergeschoss	28.00	16.30	8.00	4.30	422.00	422.00			
3. Obergeschoss	20.00	10.00			200.00	200.00			
1. Untergeschoss	28.00	16.30			456.40				456.40
Total Gebäude A					1'956.80	1'500.40	0.00	0.00	456.40

Gebäude D

Lage	Flächen		Korrekturen		Geschoss Flächen	Nutzung			
	Länge	Breite	Länge	Breite		Wohnen	Büros	Läden	Keller
Erdgeschoss	22.00	20.00			440.00	440.00			
1. Obergeschoss	22.00	20.00			440.00	440.00			
2. Obergeschoss	22.00	20.00			440.00	440.00			
3. Obergeschoss	11.00	20.00			220.00	220.00			
1. Untergeschoss	22.00	20.00			440.00				440.00
Total Gebäude A					1'980.00	1'540.00	0.00	0.00	440.00

Gesamttotal Gebäude A - D					7'779.00	5'969.80	0.00	0.00	1'809.20
----------------------------------	--	--	--	--	-----------------	-----------------	-------------	-------------	-----------------

Kosten- und Ertragsdaten für Etappierung

Kategorien	Kosten-/Ertragsart	Einheitskosten	1. Etappe		2. Etappe		Total	
			Fläche	Kosten	Fläche	Kosten		
Grundstück	Grundstück	400	9'700	1'940'000		1'940'000	3'880'000	
Erstellungskosten	Vorbereitungsarbeiten			150'000		150'000		
	Wohnung	1'700	3'349	5'693'980	3'460	5'882'680		
	Keller	900	493	443'520	476	428'760		
	Tiefgarage (Kosten/Platz)	30'000	35	1'050'000	30	900'000		
	Umgebung	75	4'000	300'000	4'000	300'000		
	Nebenkosten					700'000	700'000	
	Total Erstellungskosten				8'337'500		8'361'440	16'698'940
Bewirtschaftungskosten	Betriebskosten	30.00	3'349	100'482	3'460	103'812		
	Verwaltungskosten	7.50	3'349	25'121	3'460	25'953		
	Instandhaltungskosten	20.00	3'349	66'988	3'460	69'208		
Total Bewirtschaftungskosten				192'591		198'973	391'564	
Erträge	Wohnung	195	3'349	703'374	3'460	726'684		
	Tiefgarage (Miete/Platz)	130	35	54'600	30	46'800		
	Total Ertrag			757'974		773'884	1'531'458	

Bemerkungen

Grundstück, Vorbereitungsarbeiten, Umgebung: pro m2 Landfläche, Nutzungen: pro m2 Geschossfläche GF, Tiefgarage: pro Abstellplatz

Gesamte Grundstückskosten fallen zu Projektbeginn an

Vorbereitungsarbeiten beinhalten Rohdungen und den Abbruch von bestehenden Bauten

Die Tiefgaragen liegen zwischen den Häusern und können ebenfalls etappiert erstellt werden

Die Nebenkosten als Folge der Planungsarbeiten und der Baueingabe fallen schwergewichtig in der ersten Etappe an

Annahmen

Kellerräume sind Bestandteil der Wohnungen und im Mietzins inbegriffen

Alle zehn Jahre wird die Liegenschaft instand gesetzt. Die Kosten dafür betragen 10% der ursprünglichen Erstellungskosten.

Berechnung der Kapitalkosten der Publica

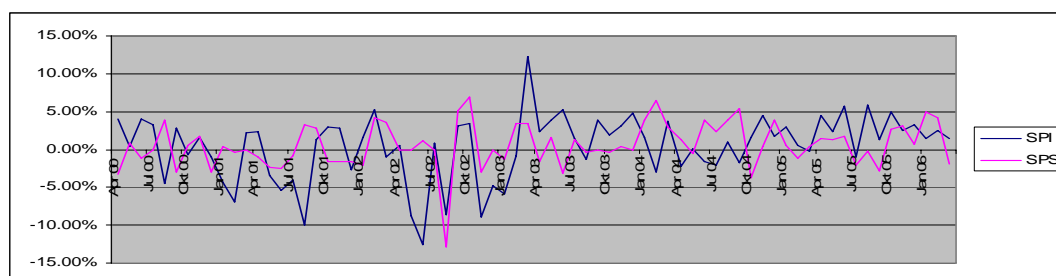
Eigenkapitalkosten Swiss Prime Site AG

Die Aktien der Swiss Prime Site AG werden an der SWX Swiss Exchange seit dem 5. April 2000 gehandelt. Anhand der Indexwerte am Monatsende des Swiss Performance Indexes SPI und der Namenaktie der Swiss Prime Site SPSN können Varianz und Kovarianz und damit das Beta der SPSN berechnet werden. Für die risikofreie Rendite wurde der Durchschnitt der Kassazinssätze 2005 der Schweizerischen Nationalbank genommen, für die langjährige Rendite des Marktportfolios der Mittelwert des SPI der Periode Januar 1987 bis Dezember 2005. Mit diesen Daten können mittels CAPM-Formel die Eigenkapitalkosten berechnet werden.

Datum	SPI		SPSN	
	monatl. Indexwerte	monatliche Rendite	monatl. Indexwerte	monatliche Rendite
04 - 2000	5 062.7		45.0	
05 - 2000	5 269.7	4.09%	43.5	-3.33%
06 - 2000	5 293.3	0.45%	43.8	0.77%
07 - 2000	5 504.1	3.98%	43.3	-1.14%
08 - 2000	5 681.8	3.23%	43.3	0.00%
09 - 2000	5 423.6	-4.54%	45.0	3.85%
10 - 2000	5 572.9	2.75%	43.6	-2.96%
08 - 2005	4 977.2	-0.95%	58.9	-2.03%
09 - 2005	5 271.0	5.90%	58.9	-0.17%
10 - 2005	5 338.4	1.28%	57.2	-2.89%
11 - 2005	5 601.7	4.93%	58.7	2.62%
12 - 2005	5 742.4	2.51%	60.5	3.15%
01 - 2006	5 929.0	3.25%	61.0	0.74%
02 - 2006	6 012.3	1.41%	64.0	5.00%
03 - 2006	6 163.4	2.51%	66.7	4.22%
04 - 2006	6 251.5	1.43%	65.4	-1.95%

Durchschnitt Kassazinssätze 2005:	2.10%
Beta der Swiss Prime Site β_{SPS}	0.1422
SPI-Index Ende Januar 1987	1'049.7
SPI-Index Ende Dezember 2005	5'742.2
Durchschnittliche jährliche SPI-Rendite 1987 - 2005	9.36%
EK-Kosten = $r_f + \beta[E(r_M) - r_f]$	3.13%

Kursverlauf SPI und SPS:



Weighted Average Cost of Capital WACC der Swiss Prime Site AG

Die Daten für die Berechnung des WACC stammen aus dem Jahresbericht 2005²⁶

Marktwert Eigenkapital Jahresende	2005	2004
Anzahl ausstehende Aktien	25'653'598	
Aktienkurs am 31.12.05	60.50	
Marktwert Eigenkapital	1'552'000'000	
./. Minderheitenbeteiligungen	-196'100'000	
Eigenkapital vor Minderheiten	1'355'900'000	
Fremdkapital Jahresende (Buchwerte)		
Total kurzfristige Verbindlichkeiten	313'283'000	565'510'000
Total langfristige Verbindlichkeiten	1'700'181'000	1'575'317'000
Total verzinsliches Fremdkapital	2'013'464'000	2'140'827'000
Unternehmenswert (EK + FK)	3'369'364'000	
Fremdkapitalkosten	63'191'000	
Verzinsung FK als Mittelwert FK 2004 - 2005	3.04%	
Eigenkapitalquote	40.24%	
Fremdkapitalquote	59.76%	
Steuersatz (Durchschnittssatz gemäss Jahresbericht)	23%	
Verzinsung EK (siehe Eigenkapitalkosten weiter oben)	3.13%	
WACC	2.66%	

Weighted Average Cost of Capital WACC der Publica

$$k_{GK} = k_{FK} * \frac{FK}{FK + EK} + k_{EK} * \frac{EK}{FK + EK} = 0.0304 * 0.5976 + 0.0313 * 0.4024 = 3.08\%$$

Bemerkungen:

- Die im Jahresbericht ausgewiesene Eigenkapitalquote geht von einem um Minderheitenbeteiligungen korrigierten Eigenkapital aus.
- Für die Berechnung der Verzinsung des Fremdkapitals wurde als Näherung der Mittelwert der Jahre 2004 und 2005 genommen.
- Das Fremdkapital für die Berechnung der Verzinsung müsste um die nichtverzinslichen Positionen (z.B. Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen) reduziert werden. Da es sich bei den fraglichen Positionen durchwegs um kleine bis kleinste Beträge handelt, wurde auf die Bereinigung verzichtet. Der Autor wurde in seiner Haltung bestärkt durch eine Aussage auf Seite 77 des Jahresberichts: „Der durchschnittliche gewichtete Zinssatz aller Finanzverbindlichkeiten betrug 3.01%“

²⁶ Swiss Prime Site (2005)

Base Case Etappierung

Es werden nur die Kosten- und Ertragsanteile der zweiten Etappe berücksichtigt.

Annahmen

- Betrachtungsdauer in Jahren: es werden 100 Jahre berücksichtigt. Die ersten 10 Jahre als Zahlenreihen detailliert werden, ab Jahr 11 als Annuität.
- Diskontsatz: 3.1%
- Instandsetzungskosten 10% der Erstellungskosten alle 10 Jahre

Kostenarten	Present Value	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016 - 2105
Investitionen	-11'372'501	-2'485'747	-4'184'062	-3'638'315	0	0	0	0	0	0	0	-1'907'546
. Grundstück	-1'940'000	-1'940'000										
. Planungskosten	-1'075'085	-545'747	-545'747									
. Erstellung der Überbauung	-6'951'730		-3'638'315	-3'638'315								
. Instandsetzung	-1'405'686											-1'907'546
	0											
Bewirtsch.-kosten n. SIA D0213	-5'976'680	0	0	-205'894	-205'894	-205'894	-205'894	-205'894	-205'894	-205'894	-205'894	-6'216'135
. Betriebskosten	-3'013'452			-103'812	-103'812	-103'812	-103'812	-103'812	-103'812	-103'812	-103'812	-3'134'186
. Verwaltungskosten	-753'363			-25'953	-25'953	-25'953	-25'953	-25'953	-25'953	-25'953	-25'953	-783'546
. Instandhaltungskosten	-2'209'865			-76'129	-76'129	-76'129	-76'129	-76'129	-76'129	-76'129	-76'129	-2'298'403
	0											
Erträge total	19'334'720	0	0	666'072	666'072	666'072	666'072	666'072	666'072	666'072	666'072	20'109'366
Mieten	18'080'711			622'872	622'872	622'872	622'872	622'872	622'872	622'872	622'872	18'805'116
Tiefgaragen	1'254'008			43'200	43'200	43'200	43'200	43'200	43'200	43'200	43'200	1'304'250
Summen	1'985'539	-2'485'747	-4'184'062	-3'178'137	460'178	460'178	460'178	460'178	460'178	460'178	460'178	11'985'684

Option Etappierung: Optionspreise

Es werden nur die Kostenanteile der zweiten Etappe berücksichtigt.

Preis Planungsoption

Planungskosten				1'091'495
Annahmen:				
- Mehrkosten für die Planung in zwei Etappen	Annahme			60'000
Total Preis Planungsoption				1'151'495

Preis Ausführungsoption

Kosten für die Erstellung				7'276'630
Bewirtschaftungskosten PV				5'976'680
Annahmen:				
- Kosten für Baustelleneinrichtung bei Etappierung:				
0.5% des Base Case	0.5%	von	7'276'630	36'000
- Kosten für höhere Einheitspreise infolge kleinerem Bauvolumen pro Etappe	1.5%	von	7'276'630	109'000
Total Preis Ausführungsoption				13'398'310

Ausgangsgrößen				Berechnete Parameter
Present Value Erträge aus Base Case 2. Etappe	19'334'720	Anhang 10	u	1.375418658
Preis Planungsoption	1'151'495	Anhang 11	d	0.727051356
Preis Ausführungsoption	13'398'310	Anhang 11	p	0.453367471
Risikofreier Zinssatz (Durchschnitt Kassazinssätze 2005)	2.10%	Anhang 9		
Jährliche Standardabweichung	32%	Anhang 12		
Anzahl Zeitschritte/Jahr	1			

Basisobjekt

	Jahr											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0	19'334'720	26'593'334	36'576'968	50'308'644	69'195'447	95'172'709	130'902'320	180'045'493	247'637'931	340'605'830	468'475'613	
1		14'057'334	19'334'720	26'593'334	36'576'968	50'308'644	69'195'447	95'172'709	130'902'320	180'045'493	247'637'931	
2			10'220'404	14'057'334	19'334'720	26'593'334	36'576'968	50'308'644	69'195'447	95'172'709	130'902'320	
3				7'430'758	10'220'404	14'057'334	19'334'720	26'593'334	36'576'968	50'308'644	69'195'447	
4					5'402'543	7'430'758	10'220'404	14'057'334	19'334'720	26'593'334	36'576'968	
5						3'927'926	5'402'543	7'430'758	10'220'404	14'057'334	19'334'720	
6							2'855'804	3'927'926	5'402'543	7'430'758	10'220'404	
7								2'076'316	2'855'804	3'927'926	5'402'543	
8									1'509'589	2'076'316	2'855'804	
9										1'097'548	1'509'589	
10											797'974	

Ausführungsoption

		Jahr										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	halten	10'967'602	17'074'154	26'073'459	39'057'802	57'442'721	83'096'760	118'572'775	167'457'028	234'785'108	327'483'098	455'077'304
	ausüben	5'936'410	13'195'024	23'178'658	36'910'334	55'797'138	81'774'400	117'504'010	166'647'184	234'239'621	327'207'520	455'077'304
1	halten		6'324'278	10'266'225	16'306'136	25'310'157	38'372'488	56'865'903	82'584'244	118'049'497	166'922'761	234'239'621
	ausüben		659'025	5'936'410	13'195'024	23'178'658	36'910'334	55'797'138	81'774'400	117'504'010	166'647'184	234'239'621
2	halten			3'297'856	5'651'227	9'464'792	15'448'829	24'508'531	37'720'179	56'342'624	82'049'977	117'504'010
	ausüben			0	659'025	5'936'410	13'195'024	23'178'658	36'910'334	55'797'138	81'774'400	117'504'010
3	halten				1'472'705	2'705'425	4'865'346	8'528'368	14'492'566	23'724'145	37'185'912	55'797'138
	ausüben				0	0	659'025	5'936'410	13'195'024	23'178'658	36'910'334	55'797'138
4	halten					506'885	1'017'960	2'014'211	3'909'401	7'392'817	13'470'602	23'178'658
	ausüben					0	0	0	659'025	5'936'410	13'195'024	23'178'658
5	halten						102'482	230'793	519'754	1'170'505	2'636'019	5'936'410
	ausüben						0	0	0	0	659'025	5'936'410
6	halten								0	0	0	0
	ausüben								0	0	0	0
7	halten									0	0	0
	ausüben									0	0	0
8	halten										0	0
	ausüben										0	0
9	halten											0
	ausüben											0
10	halten											
	ausüben											

Planungsoption
Ausübung im Jahr 8

		Jahr								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	halten	10'201'561	16'177'376	25'084'078	38'019'956	56'383'080	82'014'866	117'468'162	166'329'218	233'633'613
	ausüben	9'816'108	15'922'659	24'921'965	37'906'308	56'291'226	81'945'265	117'421'281	166'305'534	233'633'613
1	halten		5'637'239	9'411'799	15'318'943	24'250'516	37'290'595	55'761'289	81'456'434	116'898'003
	ausüben		5'172'784	9'114'731	15'154'642	24'158'663	37'220'994	55'714'408	81'432'750	116'898'003
2	halten			2'723'251	4'874'090	8'499'762	14'366'935	23'403'917	36'592'368	55'191'130
	ausüben			2'146'361	4'499'732	8'313'298	14'297'334	23'357'036	36'568'684	55'191'130
3	halten				1'044'002	2'054'269	3'960'166	7'423'755	13'364'756	22'572'650
	ausüben				321'210	1'553'931	3'713'851	7'376'874	13'341'071	22'572'650
4	halten					246'212	552'470	1'239'664	2'781'591	6'241'323
	ausüben					0	0	862'717	2'757'907	6'241'323
5	halten						1'664	3'748	8'441	19'010
	ausüben						0	0	0	19'010
6	halten							0	0	0
	ausüben							0	0	0
7	halten								0	0
	ausüben								0	0
8	halten									0
	ausüben									0

Ausübung im Jahr 7

		Jahr							
		0	1	2	3	4	5	6	7
0	halten	10'185'893	16'158'812	25'063'402	37'998'161	56'360'827	81'992'146	117'444'965	166'305'534
	ausüben	9'816'108	15'922'659	24'921'965	37'906'308	56'291'226	81'945'265	117'421'281	166'305'534
1	halten		5'623'369	9'394'275	15'298'401	24'228'263	37'267'875	55'738'092	81'432'750
	ausüben		5'172'784	9'114'731	15'154'642	24'158'663	37'220'994	55'714'408	81'432'750
2	halten			2'711'879	4'858'396	8'479'848	14'344'215	23'380'720	36'568'684
	ausüben			2'146'361	4'499'732	8'313'298	14'297'334	23'357'036	36'568'684
3	halten				1'035'778	2'041'472	3'941'816	7'400'558	13'341'071
	ausüben				321'210	1'553'931	3'713'851	7'376'874	13'341'071
4	halten					241'465	543'787	1'224'628	2'757'907
	ausüben					0	0	862'717	2'757'907
5	halten						0	0	0
	ausüben						0	0	0
6	halten							0	0
	ausüben							0	0
7	halten								0
	ausüben								0

Ausübung im Jahr 6

		Jahr						
		0	1	2	3	4	5	6
0	halten	10'086'127	16'076'808	25'013'818	37'975'909	56'338'107	81'968'949	117'421'281
	ausüben	9'816'108	15'922'659	24'921'965	37'906'308	56'291'226	81'945'265	117'421'281
1	halten		5'505'040	9'282'232	15'224'242	24'205'543	37'244'678	55'714'408
	ausüben		5'172'784	9'114'731	15'154'642	24'158'663	37'220'994	55'714'408
2	halten			2'583'790	4'710'628	8'360'178	14'321'018	23'357'036
	ausüben			2'146'361	4'499'732	8'313'298	14'297'334	23'357'036
3	halten				919'089	1'864'723	3'737'535	7'376'874
	ausüben				321'210	1'553'931	3'713'851	7'376'874
4	halten					170'105	383'083	862'717
	ausüben					0	0	862'717
5	halten						0	0
	ausüben						0	0
6	halten							0
	ausüben							0

Ausübung im Jahr 5

		Jahr					
		0	1	2	3	4	5
0	halten	10'000'261	16'025'484	24'991'565	37'953'189	56'314'911	81'945'265
	ausüben	9'816'108	15'922'659	24'921'965	37'906'308	56'291'226	81'945'265
1	halten		5'387'226	9'204'824	15'201'523	24'182'347	37'220'994
	ausüben		5'172'784	9'114'731	15'154'642	24'158'663	37'220'994
2	halten			2'427'938	4'584'890	8'336'982	14'297'334
	ausüben			2'146'361	4'499'732	8'313'298	14'297'334
3	halten				732'274	1'649'108	3'713'851
	ausüben				321'210	1'553'931	3'713'851
4	halten					0	0
	ausüben					0	0
5	halten						0
	ausüben						0

Ausübung im Jahr 4

		Jahr				
		0	1	2	3	4
0	halten	9'960'924	15'992'260	24'968'845	37'929'992	56'291'226
	ausüben	9'816'108	15'922'659	24'921'965	37'906'308	56'291'226
1	halten		5'341'309	9'161'612	15'178'326	24'158'663
	ausüben		5'172'784	9'114'731	15'154'642	24'158'663
2	halten			2'378'014	4'523'416	8'313'298
	ausüben			2'146'361	4'499'732	8'313'298
3	halten				690'012	1'553'931
	ausüben				321'210	1'553'931
4	halten					0
	ausüben					0

Ausübung im Jahr 3

		Jahr			
		0	1	2	3
0	halten	9'885'709	15'969'540	24'945'649	37'906'308
	ausüben	9'816'108	15'922'659	24'921'965	37'906'308
1	halten		5'219'664	9'138'415	15'154'642
	ausüben		5'172'784	9'114'731	15'154'642
2	halten			2'170'045	4'499'732
	ausüben			2'146'361	4'499'732
3	halten				321'210
	ausüben				321'210

Ausübung im Jahr 2

		Jahr		
		0	1	2
0	halten	9'862'989	15'946'343	24'921'965
	ausüben	9'816'108	15'922'659	24'921'965
1	halten		5'196'468	9'114'731
	ausüben		5'172'784	9'114'731
2	halten			2'146'361
	ausüben			2'146'361

Ausübung im Jahr 1

		Jahr	
		0	1
0	halten	9'839'792	15'922'659
	ausüben	9'816'108	15'922'659
1	halten		5'172'784
	ausüben		5'172'784

Kosten- und Ertragsdaten für Flexibles Konstruktionskonzept

Kategorien	Kosten-/Ertragsart	Gebäude D als Wohngebäude			Gebäude D als Bürohaus		
		Einheitskosten	Fläche	Kosten	Einheitskosten	Fläche	Kosten
Grundstück	Grundstück	400	2'425	485'000	400	2'425	485'000
Planungskosten	15% der Erstellungskosten			666'094			666'094
Erstellungskosten	Vorbereitungsarbeiten			150'000			150'000
	Wohnung/Büros	1'460	1'750	2'555'000	1'460	1'750	2'555'000
	Keller	765	125	95'625	765	125	95'625
	Tiefgarage (Kosten/Platz)	25'000	35	875'000	25'000	35	875'000
	Umgebung	65	1'000	65'000	65	1'000	65'000
	Nebenkosten			700'000			700'000
	Total Erstellungskosten			4'440'625			4'440'625
	Bewirtschaftungskosten	Betriebskosten	30.00	1'750	52'500	32.00	1'750
Verwaltungskosten		7.50	1'750	13'125	7.50	1'750	13'125
Instandhaltungskosten		22.00	1'750	38'500	22.00	1'750	38'500
Total Bewirtschaftungskosten			104'125			107'625	
Erträge	Wohnung/Büros	180	1'750	315'000	220	1'750	385'000
	Tiefgarage (Miete/Platz)	120	35	50'400	120	35	50'400
Total Ertrag			365'400			435'400	

Bemerkungen

¹Grundstück, Vorbereitungsarbeiten, Umgebung: pro m2 Landfläche, Nutzungen: pro m2 Geschossfläche GF, Tiefgarage: pro Abstellplatz

Gesamte Grundstückskosten fallen zu Projektbeginn an

Vorbereitungsarbeiten beinhalten Rohdungen und den Abbruch von bestehenden Bauten

Annahmen

Kellerräume sind Bestandteil der Wohnungen und im Mietzins inbegriffen

Alle zehn Jahre wird die Liegenschaft instand gesetzt. Die Kosten dafür betragen 10% der ursprünglichen Erstellungskosten.

Base Case flexibles Konstruktionskonzept

Annahmen

- Betrachtungsdauer in Jahren: es werden 100 Jahre berücksichtigt. Die ersten 10 Jahre als Zahlenreihen detailliert werden, ab Jahr 11 als Annuität.
- Diskontsatz: 3.1%
- Instandsetzungskosten 10% der Erstellungskosten alle 10 Jahre

Kostenarten	Present Value	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016 - 2105
Investitionen	-6'241'264	-818'047	-2'553'359	-2'220'313	0	0	0	0	0	0	0	-1'164'096
. Grundstück	-485'000	-485'000										
. Planungskosten	-656'080	-333'047	-333'047									
. Erstellung der Überbauung	-4'242'352		-2'220'313	-2'220'313								
. Instandsetzung	-857'832											-1'164'096
	0											
Bewirtsch.-kosten n. SIA D0213	-3'022'538	0	0	-104'125	-104'125	-104'125	-104'125	-104'125	-104'125	-104'125	-104'125	-3'143'636
. Betriebskosten	-1'523'969			-52'500	-52'500	-52'500	-52'500	-52'500	-52'500	-52'500	-52'500	-1'585'026
. Verwaltungskosten	-380'992			-13'125	-13'125	-13'125	-13'125	-13'125	-13'125	-13'125	-13'125	-396'257
. Instandhaltungskosten	-1'117'577			-38'500	-38'500	-38'500	-38'500	-38'500	-38'500	-38'500	-38'500	-1'162'353
	0											
Erträge	10'606'821	0	0	365'400	365'400	365'400	365'400	365'400	365'400	365'400	365'400	11'031'784
Mieten	9'143'811			315'000	315'000	315'000	315'000	315'000	315'000	315'000	315'000	9'510'158
Tiefgaragen	1'463'010			50'400	50'400	50'400	50'400	50'400	50'400	50'400	50'400	1'521'625
Summen	1'343'020	-818'047	-2'553'359	-1'959'038	261'275	261'275	261'275	261'275	261'275	261'275	261'275	6'724'052

Beschäftigte Tertiärsektor, Espace Mittelland, Vollzeitäquivalente

Jahr	Quartal	Beschäftigte	rel. Veränd. pro Quartal	Jahresmittelwert	rel. Veränderung zum Vorjahr	ln rel. Veränderung zum Vorjahr
1996	IV	507'028				
	I	507'660	1.0012	0.9996		
	II	506'388	0.9975			
	III	507'666	1.0025			
1997	IV	506'207	0.9971			
	I	505'379	0.9984	0.9995	0.999907016	-9.29881E-05
	II	508'982	1.0071			
	III	516'754	1.0153			
1998	IV	505'000	0.9773			
	I	507'837	1.0056	1.0051	1.005572913	0.005557441
	II	508'169	1.0007			
	III	512'944	1.0094			
1999	IV	515'319	1.0046			
	I	511'457	0.9925	1.0087	1.003565884	0.003559541
	II	520'810	1.0183			
	III	528'438	1.0146			
2000	IV	533'297	1.0092			
	I	538'510	1.0098	1.0009	0.992260867	-0.007769236
	II	537'903	0.9989			
	III	538'046	1.0003			
2001	IV	535'085	0.9945			
	I	539'716	1.0087	1.0035	1.002624379	0.002620941
	II	539'366	0.9994			
	III	541'041	1.0031			
2002	IV	542'558	1.0028			
	I	544'946	1.0044	0.9995	0.996038376	-0.003969492
	II	545'619	1.0012			
	III	549'039	1.0063			
2003	IV	541'413	0.9861			
	I	543'123	1.0032	1.0043	1.004786792	0.004775372
	II	547'457	1.0080			
	III	553'698	1.0114			
2004	IV	550'716	0.9946			
	I	553'686	1.0054	1.0037	0.999403265	-0.000596913
	II	553'846	1.0003			
	III	556'205	1.0043			
2005	IV	558'883	1.0048			
	I	558'160	0.9987	0.9976	0.993909941	-0.006108679
	II	558'114	0.9999			
	III	553'273	0.9913			
	IV	553'469	1.0004			

Standardabweichung:

0.004829242

Volatilität:

0.48%

Standardabweichung 2005:

2'673

Mittlere jährliche Wachstumsrate 1996 - 2005:

0.9%

Entscheideregeln

		Wahrscheinlichkeiten, wenn Zufallszahl Flächenentwicklung:			min	max	>0	<0
Volatilität Beschäftigungsentwicklung	0.48%	Szenarien:	Flächenbedarf pro Arbeitsplatz minimal	1	37	42	40%	10%
Driftrate	0.9%		Flächenbedarf pro Arbeitsplatz mittel	2	40	45	50%	50%
Anzahl Beschäftigte 4. Q. 2005	553'469		Flächenbedarf pro Arbeitsplatz maximal	3	43	48	10%	40%

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Beschäftigungsentwicklung										
Zufallszahl Beschäftigungsentwicklung	0.883501403	-0.49763719	-1.03939525	-0.84622285	0.867499353	-0.43127342	-1.77725622	-0.06025541	-1.96984382	0.958146681
Drift	4'981	5'047	5'081	5'101	5'126	5'193	5'229	5'232	5'277	5'274
Varianz	2'361	-1'348	-2'834	-2'316	2'386	-1'202	-4'987	-169	-5'578	2'712
Beschäftigung	560'812	564'511	566'758	569'543	577'055	581'047	581'289	586'352	586'051	594'037
Veränderung gegenüber Vorjahr	7'343	3'700	2'247	2'785	7'512	3'992	242	5'062	-301	7'986
Flächenentwicklung Arbeitsplatz										
Zufallszahl Flächenentwicklung	-0.14992845	0.169193019	0.278629312	-0.0724699	0.329073723	-0.87480173	0.434496663	0.873920689	-0.31341147	0.717975735
Szenario	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Flächenbedarf in Abh. Szenario	42.5	42.5	42.5	42.5	42.5	42.5	42.5	42.5	42.5	42.5
Bedarfsentwicklung Büroflächen Espace Mittelland	312'064	157'231	95'499	118'350	319'256	169'645	10'303	215'154	-12'780	339'413
Ausüben, wenn Bedarf der letzten zwei Jahre je > 100'000m2			nicht ausüben	nicht ausüben	ausüben	ausüben	ausüben	ausüben	ausüben	ausüben

Ergebnisse der Simulation

Szenarien

Jahr	2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015	
Fall	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Minimum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Maximum	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Mittelwert	1.7033	2.2786	1.7019	2.2689	1.7058	2.2724	1.6844	2.2949	1.6973	2.3249	1.7192	2.3066	1.7059	2.2994	1.6653	2.3180	1.7399	2.2877	1.6948	2.2835
Standardabw.	0.6432	0.6562	0.6491	0.6404	0.6404	0.6457	0.6399	0.6326	0.6389	0.6326	0.6385	0.6453	0.6429	0.6346	0.6482	0.6367	0.6411	0.6231	0.6279	0.6278

Bedarf Büroflächen Espace Mittelland

Jahr	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Minimum	-125900.4	-140197.7	-170612.2	-248494.5	-201908.6	-159724.9	-87587.42	-152167.7	-133174.8	-171254.4
Maximum	598985.7	671541	598949.8	555846.5	644590.9	634966.4	594639.7	594232.4	618775.6	708240.4
Mittelwert	209112.6	213364	213606.8	221620.8	220259.6	226825.7	219653.8	221641.9	229545.9	236909.7
Standardabw.	113717.5	117477.1	119072.4	117084.4	116866.4	118779.8	120211.9	122317.9	120037.5	125680.3
95%-Konfidenzintervall										
Obergrenze	216'305	220'794	221'138	229'026	227'651	234'338	227'257	229'378	237'138	244'858
Untergrenze	201'920	205'934	206'076	214'216	212'868	219'313	212'051	213'906	221'954	228'961

Berechnung Wert der ausgeübten Option

Annahmen

- Betrachtungsdauer in Jahren: es werden 100 Jahre berücksichtigt. Die ersten 10 Jahre als Zahlenreihen detailliert werden, ab Jahr 11 als Annuität.
- Diskontsatz: 3.1%
- Instandsetzungskosten 10% der Erstellungskosten alle 10 Jahre

Kostenarten	Present Value	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016 - 2105
Investitionen	-6'937'167	-818'047	-2'681'027	-2'347'980	0	-510'672	0	0	0	0	0	-1'164'096
. Grundstück	-485'000	-485'000										
. Planungskosten	-656'080	-333'047	-333'047									
. Erstellung der Überbauung	-4'242'352		-2'220'313	-2'220'313								
. Mehrkosten flexible Konstruktion	-243'935		-127'668	-127'668								
. Umnutzungskosten	-451'968			0	0	-510'672	0	0	0	0	0	
. Instandsetzung	-857'832											-1'164'096
	0											
Bewirtsch.-kosten n. SIA D0213	-3'117'649	0	0	-104'125	-104'125	-107'625	-107'625	-107'625	-107'625	-107'625	-107'625	-3'249'304
. Betriebskosten	-1'619'080			-52'500	-52'500	-56'000	-56'000	-56'000	-56'000	-56'000	-56'000	-1'690'695
. Verwaltungskosten	-380'992			-13'125	-13'125	-13'125	-13'125	-13'125	-13'125	-13'125	-13'125	-396'257
. Instandhaltungskosten	-1'117'577			-38'500	-38'500	-38'500	-38'500	-38'500	-38'500	-38'500	-38'500	-1'162'353
	0											
Erträge	12'509'052	0	0	365'400	365'400	435'400	435'400	435'400	435'400	435'400	435'400	13'145'152
Mieten	11'046'042			315'000	315'000	385'000	385'000	385'000	385'000	385'000	385'000	11'623'527
Tiefgaragen	1'463'010			50'400	50'400	50'400	50'400	50'400	50'400	50'400	50'400	1'521'625
Summen	2'454'236	-818'047	-2'681'027	-2'086'705	261'275	-182'897	327'775	327'775	327'775	327'775	327'775	8'731'752

Luehrman-Tabelle

$\sigma\sqrt{t}$	NPVq																					
	0.80	0.82	0.84	0.86	0.88	0.90	0.92	0.94	0.96	0.98	1.00	1.02	1.38	1.40	1.42	1.44	1.46	1.48	1.50	1.52	1.54	1.56
0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.6	1.2	2.1	3.2	27.6	28.7	29.7	30.6	31.6	32.5	33.4	34.3	35.1	36.0
0.10	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.2	1.7	2.4	3.1	4.0	5.1	27.6	28.7	29.7	30.6	31.6	32.5	33.4	34.3	35.1	36.0
0.15	0.5	0.7	1.0	1.4	1.8	2.3	2.9	3.5	4.3	5.1	6.0	7.0	27.7	28.7	29.7	30.7	31.6	32.5	33.4	34.3	35.2	36.0
0.20	1.5	1.9	2.3	2.8	3.4	4.0	4.7	5.5	6.3	7.1	8.0	9.0	28.0	29.0	29.9	30.9	31.8	32.7	33.5	34.4	35.2	36.0
0.25	2.9	3.4	3.9	4.5	5.2	5.9	6.6	7.4	8.3	9.1	10.0	10.9	28.6	29.5	30.4	31.3	32.2	33.0	33.9	34.7	35.5	36.3
0.30	4.4	5.0	5.7	6.4	7.1	7.8	8.6	9.4	10.2	11.1	12.0	12.9	29.4	30.3	31.1	32.0	32.8	33.6	34.4	35.2	35.9	36.7
0.35	6.2	6.9	7.6	8.3	9.0	9.8	10.6	11.4	12.2	13.1	13.9	14.8	30.5	31.3	32.1	32.8	33.6	34.4	35.1	35.9	36.6	37.3
0.40	8.0	8.7	9.5	10.2	11.0	11.8	12.6	13.4	14.2	15.1	15.9	16.7	31.6	32.4	33.1	33.9	34.6	35.3	36.0	36.7	37.4	38.1
0.45	9.9	10.7	11.4	12.2	13.0	13.8	14.6	15.4	16.2	17.0	17.9	18.7	32.8	33.6	34.3	35.0	35.7	36.3	37.0	37.7	38.3	39.0
0.50	11.9	12.6	13.4	14.2	15.0	15.8	16.6	17.4	18.2	19.0	19.8	20.6	34.2	34.8	35.5	36.2	36.8	37.5	38.1	38.7	39.4	40.0
0.55	13.8	14.6	15.4	16.2	17.0	17.8	18.6	19.4	20.1	20.9	21.7	22.5	35.5	36.2	36.8	37.4	38.1	38.7	39.3	39.9	40.5	41.1
0.60	15.8	16.6	17.4	18.2	19.0	19.8	20.5	21.3	22.1	22.9	23.6	24.4	36.9	37.5	38.1	38.7	39.3	39.9	40.5	41.1	41.6	42.2
0.65	17.8	18.6	19.4	20.2	20.9	21.7	22.5	23.3	24.0	24.8	25.5	26.3	38.3	38.9	39.5	40.1	40.6	41.2	41.8	42.3	42.8	43.4
0.70	19.8	20.6	21.4	22.1	22.9	23.7	24.4	25.2	25.9	26.7	27.4	28.1	39.7	40.3	40.9	41.4	42.0	42.5	43.0	43.6	44.1	44.6
0.75	21.8	22.6	23.4	24.1	24.9	25.6	26.4	27.1	27.8	28.6	29.3	30.0	41.2	41.7	42.3	42.8	43.3	43.8	44.3	44.8	45.3	45.8
0.80	23.8	24.6	25.3	26.1	26.8	27.6	28.3	29.0	29.7	30.4	31.1	31.8	42.6	43.1	43.7	44.2	44.7	45.2	45.6	46.1	46.6	47.1
0.85	25.8	26.5	27.3	28.0	28.8	29.5	30.2	30.9	31.6	32.3	33.0	33.6	44.1	44.6	45.1	45.6	46.0	46.5	47.0	47.4	47.9	48.3
0.90	27.7	28.5	29.2	29.9	30.7	31.4	32.1	32.8	33.4	34.1	34.8	35.4	45.5	46.0	46.5	46.9	47.4	47.9	48.3	48.7	49.2	49.6
0.95	29.7	30.4	31.1	31.9	32.6	33.3	33.9	34.6	35.3	35.9	36.6	37.2	46.9	47.4	47.9	48.3	48.8	49.2	49.6	50.1	50.5	50.9
1.00	31.6	32.3	33.0	33.7	34.4	35.1	35.8	36.4	37.1	37.7	38.3	38.9	48.4	48.8	49.3	49.7	50.1	50.5	51.0	51.4	51.8	52.2
1.05	33.5	34.2	34.9	35.6	36.3	36.9	37.6	38.2	38.9	39.5	40.1	40.7	49.8	50.2	50.6	51.1	51.5	51.9	52.3	52.7	53.1	53.4
1.10	35.4	36.1	36.8	37.4	38.1	38.8	39.4	40.0	40.6	41.2	41.8	42.4	51.2	51.6	52.0	52.4	52.8	53.2	53.6	54.0	54.3	54.7
1.15	37.3	37.9	38.6	39.3	39.9	40.5	41.2	41.8	42.4	42.9	43.5	44.1	52.6	53.0	53.4	53.8	54.1	54.5	54.9	55.2	55.6	56.0
1.20	39.1	39.8	40.4	41.1	41.7	42.3	42.9	43.5	44.1	44.6	45.2	45.7	54.0	54.3	54.7	55.1	55.5	55.8	56.2	56.5	56.9	57.2
1.25	40.9	41.6	42.2	42.8	43.4	44.0	44.6	45.2	45.7	46.3	46.8	47.4	55.3	55.7	56.1	56.4	56.8	57.1	57.5	57.8	58.1	58.4
1.30	42.7	43.3	44.0	44.6	45.2	45.7	46.3	46.9	47.4	47.9	48.5	49.0	56.7	57.0	57.4	57.7	58.1	58.4	58.7	59.0	59.4	59.7

Bewertung mittels Luehrman-Methode

Werte aus Fallbeispiel "Etappierung"

Present Value Erträge aus Base Case	19'334'720
Preis Planungsoption	1'151'495
Preis Ausführungsoption	13'398'310
Diskontierungssatz	3.1%
Risikofreier Zinssatz (Durchschnitt Kassazinssätze 2005)	2.1%
Jährl. Standardabweichung	32%
Ausübungszeitpunkt	4

DCF-Berechnung

	Present Value	1	2	3	4	5	6
Preis Planungsoption	1'019'124				1'151'495		
Preis Ausführungsoption	11'155'731						13'398'310
Present Value Erträge aus Base Case	19'334'720						

Berechnung des Optionswertes

Wert Basisobjekt	19'334'720
Ausübungspreis	12'174'855
NPVq	1.46
$\sigma\sqrt{t}$	0.64
Optionswert in % Wert Basisobjekt (in Luehrman-Tabelle, Anhang 20, nachgeschlagen)	40.6%
Optionswert	7'849'896

Berechnung des Optionswertes mit angepasster Laufzeit, t = 4 Jahre

Wert Basisobjekt	19'334'720
Ausübungspreis	12'174'855
NPVq	1.46
$\sigma\sqrt{t}$	0.64
Optionswert in % Wert Basisobjekt (in Luehrman-Tabelle, Anhang 22, nachgeschlagen)	46.8%
Optionswert	9'048'649

Luehrman-Tabelle für t=4 Jahre

$\sigma\sqrt{t}$	NPVq																					
	0.80	0.82	0.84	0.86	0.88	0.90	0.92	0.94	0.96	0.98	1.00	1.02	1.38	1.40	1.42	1.44	1.46	1.48	1.50	1.52	1.54	1.56
0.05	0.2	0.5	1.1	2.0	3.3	5.0	6.8	8.6	10.5	12.3	14.0	15.7	37.7	38.6	39.5	40.3	41.1	41.9	42.7	43.4	44.2	44.9
0.10	1.4	2.1	3.0	4.0	5.2	6.5	8.0	9.5	11.1	12.7	14.3	15.9	37.7	38.6	39.5	40.3	41.1	41.9	42.7	43.4	44.2	44.9
0.15	3.2	4.0	4.9	6.0	7.1	8.4	9.6	11.0	12.4	13.8	15.2	16.6	37.7	38.6	39.5	40.3	41.1	41.9	42.7	43.4	44.2	44.9
0.20	5.1	6.0	6.9	8.0	9.1	10.2	11.4	12.6	13.9	15.2	16.4	17.7	37.8	38.6	39.5	40.3	41.1	41.9	42.7	43.5	44.2	44.9
0.25	7.0	7.9	8.9	10.0	11.0	12.1	13.3	14.4	15.6	16.7	17.9	19.1	37.9	38.8	39.6	40.4	41.2	42.0	42.8	43.5	44.2	44.9
0.30	9.0	9.9	10.9	11.9	13.0	14.0	15.1	16.2	17.3	18.4	19.5	20.6	38.3	39.1	39.9	40.7	41.5	42.2	43.0	43.7	44.4	45.1
0.35	11.0	11.9	12.9	13.9	14.9	15.9	17.0	18.0	19.0	20.1	21.1	22.1	38.8	39.6	40.4	41.1	41.9	42.6	43.3	44.0	44.7	45.4
0.40	13.0	13.9	14.9	15.9	16.9	17.8	18.8	19.8	20.8	21.8	22.8	23.8	39.5	40.3	41.0	41.7	42.4	43.1	43.8	44.5	45.1	45.8
0.45	15.0	15.9	16.9	17.8	18.8	19.7	20.7	21.6	22.6	23.5	24.5	25.4	40.3	41.1	41.8	42.4	43.1	43.8	44.4	45.1	45.7	46.3
0.50	17.0	17.9	18.8	19.8	20.7	21.6	22.5	23.5	24.4	25.3	26.2	27.1	41.3	41.9	42.6	43.3	43.9	44.5	45.2	45.8	46.4	47.0
0.55	18.9	19.9	20.8	21.7	22.6	23.5	24.4	25.3	26.2	27.0	27.9	28.8	42.3	42.9	43.6	44.2	44.8	45.4	46.0	46.6	47.2	47.7
0.60	20.9	21.8	22.7	23.6	24.5	25.4	26.2	27.1	27.9	28.8	29.6	30.4	43.4	44.0	44.6	45.2	45.8	46.3	46.9	47.5	48.0	48.5
0.65	22.9	23.7	24.6	25.5	26.4	27.2	28.1	28.9	29.7	30.5	31.3	32.1	44.5	45.1	45.7	46.2	46.8	47.3	47.9	48.4	48.9	49.4
0.70	24.8	25.7	26.5	27.4	28.2	29.0	29.9	30.7	31.5	32.3	33.0	33.8	45.6	46.2	46.8	47.3	47.8	48.4	48.9	49.4	49.9	50.4
0.75	26.7	27.6	28.4	29.2	30.1	30.9	31.7	32.4	33.2	34.0	34.7	35.5	46.8	47.4	47.9	48.4	48.9	49.4	49.9	50.4	50.9	51.4
0.80	28.6	29.5	30.3	31.1	31.9	32.7	33.4	34.2	35.0	35.7	36.4	37.1	48.1	48.6	49.1	49.6	50.1	50.5	51.0	51.5	51.9	52.4
0.85	30.5	31.3	32.1	32.9	33.7	34.5	35.2	35.9	36.7	37.4	38.1	38.8	49.3	49.8	50.3	50.7	51.2	51.7	52.1	52.6	53.0	53.4
0.90	32.4	33.2	34.0	34.7	35.5	36.2	37.0	37.7	38.4	39.1	39.7	40.4	50.5	51.0	51.5	51.9	52.4	52.8	53.2	53.7	54.1	54.5
0.95	34.3	35.0	35.8	36.5	37.3	38.0	38.7	39.4	40.1	40.7	41.4	42.0	51.8	52.2	52.7	53.1	53.5	54.0	54.4	54.8	55.2	55.6
1.00	36.1	36.8	37.6	38.3	39.0	39.7	40.4	41.1	41.7	42.4	43.0	43.6	53.0	53.4	53.9	54.3	54.7	55.1	55.5	55.9	56.3	56.7
1.05	37.9	38.6	39.3	40.1	40.7	41.4	42.1	42.7	43.4	44.0	44.6	45.2	54.2	54.7	55.1	55.5	55.9	56.3	56.7	57.0	57.4	57.8
1.10	39.7	40.4	41.1	41.8	42.4	43.1	43.7	44.4	45.0	45.6	46.2	46.8	55.5	55.9	56.3	56.7	57.1	57.4	57.8	58.2	58.5	58.9
1.15	41.4	42.1	42.8	43.5	44.1	44.8	45.4	46.0	46.6	47.2	47.7	48.3	56.7	57.1	57.5	57.9	58.2	58.6	58.9	59.3	59.6	60.0
1.20	43.2	43.9	44.5	45.2	45.8	46.4	47.0	47.6	48.2	48.7	49.3	49.8	57.9	58.3	58.7	59.0	59.4	59.7	60.1	60.4	60.7	61.1
1.25	44.9	45.5	46.2	46.8	47.4	48.0	48.6	49.2	49.7	50.3	50.8	51.3	59.1	59.5	59.9	60.2	60.5	60.9	61.2	61.5	61.9	62.2
1.30	46.6	47.2	47.8	48.4	49.0	49.6	50.2	50.7	51.3	51.8	52.3	52.8	60.3	60.7	61.0	61.4	61.7	62.0	62.3	62.6	62.9	63.2

Literaturverzeichnis

Amram, Martha, Kulatilaka, Nalin: Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World, Boston MA 1999 (Amram/Kulatilaka, 1999)

Amram, Martha and Kulatilaka, Nalin: Strategy and Shareholder Value Creation: The Real Options Frontier, Journal of Applied Corporate Finance, Summer 2000, Volume 15, Number 2, Seiten 15 – 28 (Amram/Kulatilaka, 2000)

Borison, Adam: Real Options Analysis: Where are the Emperor's Clothes? Real Options Conference 2003, Washington 2003

Bundesamt für Statistik (Hrsg.): Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung der Schweiz 2000–2060, Vollständiger Szenariensatz, Neuchâtel 2002

Bundesamt für Statistik (Hrsg.): Beschäftigungsstatistik (BESTA), , Neuchâtel 2006

Copeland, Tom/Antikarov, Vladimir: Real Options, a Practitioners Guide, New York 2003.

De Neufville, Richard, L.M. ASCE, Scholtes, Stefan and Wang, Tao: Real Options by Spreadsheet: parking garage case example (technical note), Cambridge MA 2005 (Wang, Scholtes, de Neufville 2005)

De Neufville, Richard, L.M. ASCE, and Wang, Tao: Real Options “in” Projects. Real Options Conference 2005, Paris 2005 (Wang, de Neufville 2005)

Eidgenössisches Finanzdepartement (Hrsg.): Weisung über die Raumbewirtschaftung in Verwaltungsbauten des Bundes, Bern 2000

Geltner, David M., Miller, Norman G.: Commercial Real Estate Analysis and Investments, Mason 2001

Greden, Lara V., Glicksman, Leon: Option Valuation of Architectural Flexibility: a case study of the option to convert office space. Real Options Conference 2004, Montreal 2004

Greden, Lara V.: Flexibility in Building Design: a real options approach and valuation methodology to address risk, Cambridge MA 2005

Hull, John C/White, Alan: Numerical Procedures for Implementing Term structure Models I: Single-Factor Models, Journal of Derivatives, Fall 1994

Hull, John C.: Optionen, Futures und andere Derivate, 6. erweiterte Auflage, München 2006.

Lengen, Toni: Büro: Layout, Organisation, Trends (Vorlesungsmanuskript), Zürich 2005

Loderer, Claudio, et al: Handbuch der Bewertung, 3. erweiterte Auflage, Zürich 2005

Luehrman, Timothy A., Investment Opportunities as Real Options: Getting Started on the Numbers, Harvard Business Review, July-August 1998 (Luehrman 1998a)

Luehrman, Timothy A., Strategy as a Portfolio of Real Options, Harvard Business Review, September-October 1998 (Luehrman 1998b)

Pom+Consulting AG (Hrsg): FM Monitor 2003, Zürich 2003

Schulte, Karl-Werner und Bone-Winkel, Stefan (Hrsg.): Handbuch Immobilien-Projektentwicklung, 2. Auflage 2002

Swiss Prime Site (Hrsg.): Swiss Prime Insight: Jahresbericht per 31. Dezember 2005

Trigeorgis, Lenos: Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation, Cambridge MA 1996

Vose, D.: Risk Analysis: A Quantitative Guide, 2. Auflage, New York 2000.

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Masterthesis

Anwendung von Real Options in der Immobilienpraxis

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.

Bern, den 23.7.2006

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'T. Maurer', written in a cursive style.

Thomas Maurer