

Number 19

Working Paper Series by the University of Applied Sciences of bfi Vienna



Die Berücksichtigung von Ungewissheit und Risiko in der Investitionsrechnung

November 2005

Thomas Wala

Fachhochschule des bfi Wien

Stephanie Messner

Fachhochschule des bfi Wien

Inhaltsverzeichnis

Abstract	4
1 Einleitung und Aufbau der Arbeit	4
2 Kapitalwert	5
3 Unsicherheit	7
3.1 Entscheidungsregeln bei Ungewissheit	8
3.1.1 <i>Maximin-Regel</i>	8
3.1.2 <i>Maximax-Regel</i>	8
3.1.3 <i>Laplace-Regel</i>	8
3.1.4 <i>Sensitivitätsanalyse</i>	10
3.1.5 <i>Dynamische Amortisationsrechnung</i>	11
3.2 Entscheidungsregeln bei Risiko	12
3.2.1 <i>Entscheidungsbaumverfahren</i>	12
3.2.2 <i>Risikoanalyse</i>	18
3.2.3 <i>μ-σ-Regel</i>	23
3.2.4 <i>Korrekturverfahren</i>	23
4 Zusammenfassung	27
5 Literaturverzeichnis	29

Abstract

Der vorliegende Beitrag zeigt auf, welche grundsätzlichen Verfahren eingesetzt werden können, um Investitionsentscheidungen unter Unsicherheit zu treffen.

In Kapitel 2 wird mit dem Kapitalwert das wohl grundlegendste Verfahren der Investitionsbeurteilung beschrieben.

Kapitel 3 beschäftigt sich in der Folge mit der Unterscheidung der Begriffe Ungewissheit und Risiko. Denn in Abhängigkeit davon, ob eine Investitionsentscheidung unter ungewissen oder aber unter riskanten Erwartungen getroffen werden muss, kommen jeweils unterschiedliche Methoden der Vorteilhaftigkeitsbeurteilung in Frage.

Die einzelnen Verfahren (z.B. Sensitivitätsanalyse, Entscheidungsbaumverfahren, Korrekturverfahren etc.) werden in der Folge in Kapitel 4 ausführlich vorgestellt. Kapitel 5 fasst die wichtigsten Inhalte der Arbeit zusammen.

Der Beitrag soll keine wissenschaftliche Arbeit in dem Sinn darstellen, dass Antworten auf bestimmte Forschungsfragen gesucht werden. Besonderer Wert wird vielmehr auf eine einfache und leicht nachvollziehbare Aufbereitung des Themas für Praktiker und Studierende gelegt. Diesem Anspruch wird insbesondere durch zahlreiche konkrete Beispiele Rechnung getragen.

This paper illustrates the methods that can be used to account for uncertainty and risk when evaluating investment projects. Chapter 2 presents the net present value as the most important tool in modern investment analysis. Chapter 3 focuses on the difference between uncertainty and risk and its consequences for investment decisions. The different methods available to account for uncertainty and risk (sensitivity analyses, CAPM etc.) are outlined in chapter 4 of this paper. Chapter 5 gives a short summary of the contents presented. This paper is not supposed to find answers to particular scientific problems. The main emphasis is rather put on giving a simple and practical guideline to dealing with risk and uncertainty in modern investment analysis.

1 Einleitung und Aufbau der Arbeit

Im Gegensatz zur Kostenrechnung soll die **Investitionsrechnung** für Kapazitäten verändernde und damit in der Regel langfristig wirkende Entscheidungen eine Hilfestellung liefern. Bei der Beurteilung der Vorteilhaftigkeit von Investitionsprojekten ist allerdings zu berücksichtigen, dass diese mit Unsicherheit behaftet sind, da sich die durch eine Investition ausgelösten Zahlungsströme stets in die Zukunft erstrecken.

Der vorliegende Beitrag zeigt auf, welche grundsätzlichen Verfahren eingesetzt werden können, um Investitionsentscheidungen unter Unsicherheit zu treffen. In Kapitel 2 wird mit dem Kapitalwert das wohl grundlegendste Verfahren der Investitionsbeurteilung kurz beschrieben. Kapitel 3 beschäftigt sich in der Folge mit der Unterscheidung der Begriffe „Ungewissheit“ und „Risiko“. In Abhängigkeit davon, ob eine Investitionsentscheidung unter ungewissen oder aber unter riskanten Erwartungen getroffen werden muss, kommen jeweils unterschiedliche Verfahren der Vorteilhaftigkeitsbeurteilung in Frage. Die einzelnen Verfahren werden in der Folge in Kapitel 4 ausführlich vorgestellt. Kapitel 5 fasst die wichtigsten Inhalte der Arbeit zusammen.

Der Aufsatz ist keine wissenschaftliche Arbeit in dem Sinne, dass Antworten auf eine bestimmte Forschungsfrage gesucht werden sollen. Besonderer Wert wird vielmehr auf eine einfache und somit leicht nachvollziehbare Aufbereitung des Themas für Praktiker und Studierende gelegt. Dies erfolgt insbesondere durch zahlreiche konkrete Rechenbeispiele.

2 Kapitalwert

Die in der Literatur am häufigsten propagierte Kennzahl zur Beurteilung der Vorteilhaftigkeit eines Investitionsprojektes ist der Kapitalwert. Der **Kapitalwert** (KW) ist die Summe der mit dem Zinssatz für alternative Kapitalveranlagungen (Kalkulationszinssatz) auf den Zeitpunkt t_0 abgezinsten Einzahlungsüberschüsse (C_t) eines Investitionsprojektes.

Da die Anschaffungszahlung (A_0) zum Zeitpunkt t_0 anfällt, muss diese bei der Kapitalwertermittlung nicht mehr diskontiert werden.

$$KW = -A_0 + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

Der Kapitalwert eignet sich in besonderem Maß für die Überprüfung der Vorteilhaftigkeit eines Investitionsobjektes, da er die aus der Durchführung der Investition erwachsende Vermögensmehrung im Zeitpunkt t_0 ausdrückt. Es gilt folgende Entscheidungsregel: Ein Investitionsprojekt soll genau dann durchgeführt werden, wenn der Kapitalwert positiv ist. Von mehreren miteinander konkurrierenden Projekten wird jenes mit dem größten positiven Kapitalwert gewählt (vgl. Geyer et al 2003, S. 83).

Andere in der Praxis verwendete Investitionskalküle sind die Annuitätenmethode sowie die Methode des internen Zinssatzes. Auf beide Verfahren wird in dieser Arbeit jedoch nicht weiter eingegangen.

Die Ermittlung des Kapitalwerts soll anhand eines einfachen Beispiels demonstriert werden.

Beispiel 1 (vgl. Fischer 1996, S. 231)

Ein kleiner Industriebetrieb plant die Einführung eines neuen Produkts, für dessen Herstellung folgende Maschine benötigt wird:

Anschaffungsauszahlung:	100.000
Geplante Nutzungsdauer:	3 Jahre
Liquidationserlös am Ende der Nutzungsdauer:	20.000

Die Marketingabteilung hält es für realistisch, dass von dem neuen Produkt jährlich 10.000 Stück zu einem Nettoverkaufspreis von 14 pro Stück abgesetzt werden können. Jedoch gibt sie zu bedenken, dass es bei Einführung des neuen Produkts wahrscheinlich zu Umsatzeinbußen bei bereits vorhandenen, ähnlichen Produkten der Unternehmung in Höhe von jährlich 20.000 kommen würde.

Die Controlling-Abteilung ermittelt variable auszahlungswirksame Stückkosten für Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe und Löhne in Höhe von 6.

Die Fertigungsabteilung rechnet mit folgenden Auszahlungen für die Instandhaltung der Maschine:

Jahr	1	2	3
Instandhaltungskosten	10.000	22.000	33.000

Der Kalkulationszinssatz wird mit 10% veranschlagt.

Es soll der Kapitalwert des Investitionsobjektes ermittelt und interpretiert werden.
Zunächst werden die jährlichen Einzahlungsüberschüsse wie folgt ermittelt:

Jahr	1	2	3
Umsatzerlöse	140.000,00	140.000,00	140.000,00
Liquidationserlös			20.000,00
Umsatzeinbußen	-20.000,00	-20.000,00	-20.000,00
Variable Auszahlungen	-60.000,00	-60.000,00	-60.000,00
Fixe Auszahlungen	-10.000,00	-22.000,00	-33.000,00
Einzahlungsüberschuss	50.000,00	38.000,00	47.000,00

Als Kapitalwert erhält man dann:

$$KW = -100.000 + \frac{50.000}{1,1^1} + \frac{38.000}{1,1^2} + \frac{47.000}{1,1^3} = 12.171,30$$

Da der Kapitalwert positiv ist, sollte das Investitionsprojekt realisiert werden.

3 Unsicherheit

In Kapitel 2 wurde implizit davon ausgegangen, dass die zur Vorteilhaftigkeitsbestimmung mittels Kapitalwert verwendeten Zahlen sichere Größen darstellen. Betrachtet man konkrete Investitionsentscheidungen, ist jedoch zu berücksichtigen, dass die real existierende Welt unsicher ist. Die Einzahlungsüberschüsse aus einem Investitionsprojekt können von sehr vielen zukünftigen Umweltzuständen abhängen.

Sie werden beispielsweise durch die konjunkturelle Entwicklung, die Wirtschaftspolitik des Staates, technische Entwicklungen, Naturkatastrophen, Wandlungen in den Bedürfnissen der Kunden etc. beeinflusst. Zwar ist es nicht möglich, diese **Unsicherheit** aufzuheben, jedoch kann man versuchen, sie im Investitionskalkül quantitativ abzubilden (vgl. Manz/Dahmen 1999, S. 63). In der Folge wird gezeigt, mit welchen Methoden der Investitionsrechnung diese Unsicherheit rechenbar gemacht werden kann.

In der Literatur werden zwei Formen der Unsicherheit unterschieden:

- **Ungewissheitssituationen** liegen vor, wenn der Entscheidungsträger nicht imstande ist, die Eintrittswahrscheinlichkeiten der zukünftig für möglich gehaltenen Umweltzustände anzugeben.
- Von **Risikosituationen** spricht man, wenn die Eintrittswahrscheinlichkeiten (p) von verschiedenen Umweltzuständen bekannt sind. Dabei muss die Summe der Wahrscheinlichkeiten definitionsgemäß gleich 1 sein.

3.1 Entscheidungsregeln bei Ungewissheit

3.1.1 Maximin-Regel

Bei der **Maximin-Regel** wird die Alternative mit dem größten Minimalerfolg gewählt. Diese Regel ist somit für große Pessimisten mit geringer Risikobereitschaft geeignet. Man rechnet mit dem schlechtesten Fall, dessen Ergebnis maximiert werden soll. Die möglichen positiven Folgen der zur Auswahl stehenden Investitionsalternativen werden außer Acht gelassen.

In der **Entscheidungsmatrix**, welche die Ausprägungen der gewählten Zielgröße (z.B. Kapitalwert, Annuität etc.) in Abhängigkeit von der gewählten Alternative und dem eintretenden Umweltzustand angibt, wird somit jene Investitionsalternative mit dem maximalen Zeilenminimum gewählt.

3.1.2 Maximax-Regel

Bei der **Maximax-Regel** wird die Alternative mit dem größten Maximalerfolg gewählt. Diese Regel wird vom Optimisten angewandt, der keine Rücksicht auf die möglichen negativen Konsequenzen seines Handelns nimmt. In der Entscheidungsmatrix wird somit die Alternative mit dem maximalen Zeilenmaximum ausgewählt.

3.1.3 Laplace-Regel

Die beiden bislang vorgestellten Regeln berücksichtigen von jeder Alternative nur ein Ergebnis. Von einem Abwägen der möglichen Ergebnisse kann nicht die Rede sein. Diesen Fehler vermeidet die Laplace-Regel. Die **Laplace-Regel** geht davon aus, dass es in einer Ungewissheitssituation keinen Grund für die Vermutung gibt, dass irgendein Zustand mit einer höheren Wahrscheinlichkeit eintritt als ein anderer. Folglich werden alle Zustände als gleich wahrscheinlich angenommen, womit die Ungewissheitssituation „künstlich“ in eine Risikosituation transformiert wird. Anschließend wird jene Alternative gewählt, die den maximalen Erwartungswert aufweist.

Beispiel 2

Gegeben ist eine Entscheidungssituation mit fünf Investitionsalternativen ($A_1 - A_5$) und fünf zukünftig möglichen Umweltzuständen ($S_1 - S_5$). Die Entscheidungsmatrix, welche die Ausprägungen der Zielgröße „Kapitalwert“ in Abhängigkeit von der gewählten Alternative und dem eintretenden Umweltzustand angibt, hat folgendes Aussehen:

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
A_1	2	7	2	4	4
A_2	5	2	4	7	3
A_3	6	5	3	6	4
A_4	4	1	4	6	3
A_5	3	4	2	7	2

Mittels der obigen Entscheidungsregeln soll die jeweils optimale Investitionsalternative bestimmt werden.

Alternative 4 wird von Alternative 2 (absolut) dominiert, denn bei Alternative 2 wird in jedem Umweltzustand ein höherer oder zumindest gleich hoher Kapitalwert als bei Alternative 1 erzielt. Alternative 2 ist daher jedenfalls suboptimal und braucht daher nicht weiter betrachtet zu werden.

Nach der Maximin-Regel wird Alternative 4 gewählt (maximales Zeilenminimum in Höhe von 3):

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	Zeilenminimum
A_1	2	7	2	4	4	2
A_2	5	2	4	7	3	2
A_3	6	5	3	6	4	3
A_5	3	4	2	7	2	2

Max!

Nach der Maximax-Regel kann entweder Alternative 1, Alternative 2 oder Alternative 4 gewählt werden (maximales Zeilenmaximum in Höhe von 7):

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	Zeilenmaximum
A_1	2	7	2	4	4	7
A_2	5	2	4	7	3	7
A_3	6	5	3	6	4	6
A_5	3	4	2	7	2	7

Max!
Max!
Max!

Nach der Laplace-Regel entscheidet man sich für Alternative 3 (maximaler Laplace-Wert in Höhe von 4,8):

	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	Laplace-Wert
p	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	$\Sigma=1$
A ₁	0,4	1,4	0,4	0,8	0,8	3,8
A ₂	1	0,4	0,8	1,4	0,6	4,2
A ₃	1,2	1	0,6	1,2	0,8	4,8
A ₅	0,6	0,8	0,4	1,4	0,4	3,6

Max!

3.1.4 Sensitivitätsanalyse

Ein sinnvolles Mittel, um erste Einblicke in die mit der Realisierung eines Investitionsobjektes verbundene Ungewißheit zu gewinnen, sind **Sensitivitätsanalysen**. Dabei wird zunächst die Outputgröße der Investitionsrechnung (z.B. Kapitalwert, interner Zinsfuß etc.) auf Basis der erwarteten Zahlungen ermittelt. Im nächsten Schritt wird gefragt, wie sich die Outputgröße oder auch die Wahl zwischen zwei Alternativen ändert, falls bestimmte Inputgrößen (z.B. Absatzmenge, Absatzpreise, Anschaffungsauszahlungen, Liquidationswert etc.) von den Plandaten abweichen. Eine besondere Ausprägung der Sensitivitätsanalyse ist die **Ermittlung kritischer Werte**. Hier kann z.B. gefragt werden, um wie viel die jährliche Absatzmenge höchstens abnehmen darf, damit der Kapitalwert (der interne Zinsfuß etc.) im positiven Bereich bleibt. Können sich die analysierten Inputdaten relativ stark ändern, ohne dass etwa der Kapitalwert in den negativen Bereich gelangt oder sich die Rangfolge von Investitionsprojekten verschiebt, sind also die Resultate in Hinblick auf Änderungen der Inputdaten nicht sensitiv, kann das Investitionsrisiko als gering eingestuft werden (vgl. Swoboda 1996, S. 133).

Beispiel 3 (vgl. Swoboda 1996, S. 146)

Es ist folgendes Investitionsprojekt zur Erzeugung von Produkt XY zu bewerten:

- Anschaffungsauszahlung: 100.000
- geplante Absatzmenge von Produkt XY pro Jahr: 2.000 Stück
- geplanter Absatzpreis: 40
- laufende variable Auszahlungen pro Stück: 15
- laufende fixe Auszahlungen pro Jahr: 15.000
- Nutzungsdauer: 5 Jahre
- geschätzter Liquidationserlös am Ende des 5. Jahres: 10.000

Es wird mit einem Kalkulationszinssatz von 10% gerechnet.

Um wie viel Stück darf die Absatzmenge (x) gegenüber dem Plan sinken, damit der Kapitalwert nicht negativ wird?

Zunächst setzt man den Kapitalwert auf Basis der erwarteten Ausprägungen aller übrigen Inputdaten gleich 0:

$$0 = -100.000 + [(40 - 15) \cdot x - 15.000] \cdot \frac{1,1^5 - 1}{0,1 \cdot 1,1^5} + \frac{10.000}{1,1^5}$$

Löst man diese Gleichung nach der kritischen Absatzmenge (x) auf, erhält man als Ergebnis einen Mindestabsatz von 1.590 Stück. Die Absatzmenge darf bei Konstanz aller übrigen Inputdaten somit um maximal 410 Stück sinken. Auf analoge Art und Weise könnten nun auch die kritischen Werte für die anderen Parameter (Absatzpreis etc.) ermittelt werden.

3.1.5 Dynamische Amortisationsrechnung

Bei der **dynamischen Amortisationsrechnung** wird jener Zeitpunkt ermittelt, zu dem die diskontierten Einzahlungsüberschüsse erstmals die Anschaffungsauszahlung übersteigen und somit zum ersten Mal ein positiver Kapitalwert erzielt wird. Je früher dieser Zeitpunkt eintritt, desto vorteilhafter wird das Projekt beurteilt. Es handelt sich somit um eine spezielle Form der Sensitivitätsanalyse, in deren Rahmen die Nutzungsdauer eines Projekts die zu variierende Inputgröße darstellt.

Die dynamische Amortisationsdauer sollte allerdings nicht für Aussagen betreffend die Vorteilhaftigkeit eines Investitionsobjektes verwendet werden, da sie nur Zahlungen bis zum Zeitpunkt der Amortisation berücksichtigt. Dadurch wird möglicherweise vernachlässigt, dass für die gesamte Laufzeit ein Vermögensverlust eintritt (z.B. aufgrund hoher Abbruchkosten). Man kann das Kriterium der dynamischen Amortisationsdauer jedoch motivieren, wenn man unterstellt, dass Zahlungen umso riskanter sind, je weiter sie in der Zukunft liegen. Aus dieser Sichtweise ist eine möglichst frühe Amortisation anzustreben: Je kürzer die Amortisationszeit, desto geringer ist das Risiko des Projekts.

Es kann festgehalten werden, dass die dynamische Amortisationsdauer als Instrument zur Beurteilung der Vorteilhaftigkeit einer Investition abzulehnen ist. Als grobes Risikomaß ist die dynamische Amortisationsdauer jedoch brauchbar (vgl. Seicht 1995, S. 134).

Beispiel 4 (vgl. Schulte 1999, S. 116)

Für das Investitionsprojekt XZ (Anschaffungsauszahlung: 190.000) wurden folgende Einzahlungsüberschüsse ermittelt:

Periode	1	2	3	4	5	6	7
Einzahlungsüberschuss	55.000	61.000	64.000	47.000	60.000	43.000	48.000

Der Kalkulationszinssatz wird mit 10% angenommen.

Die Ermittlung der dynamischen Amortisationsdauer von 5 Jahren kann anhand der nachfolgenden Tabelle nachvollzogen werden:

Zeitpunkt	Einzahlungsüberschuss	Diskontierter Einzahlungsüberschuss	kumulierter diskontierter Einzahlungsüberschuss (= Kapitalwert)
0	-190.000,00	-190.000,00	-190.000,00
1	55.000,00	50.000,00	-140.000,00
2	61.000,00	50.413,22	-89.586,78
3	64.000,00	48.084,15	-41.502,63
4	47.000,00	32.101,63	-9.401,00
5	60.000,00	37.255,28	27.854,28
6	43.000,00	24.272,38	52.126,66
7	48.000,00	24.631,59	76.758,25

3.2 Entscheidungsregeln bei Risiko

3.2.1 Entscheidungsbaumverfahren

Mit dem **Entscheidungsbaumverfahren** wird das Ziel verfolgt, aus einer Vielzahl möglicher Entscheidungsfolgen die optimale auszuwählen.

Ein Entscheidungsbaum ist ein Graph, der alle relevanten Entscheidungsfolgen zeigt (vgl. Abb. 1). In der einfachsten Form besteht der Entscheidungsbaum aus den folgenden Elementen: Entscheidungsknoten (E), das sind Rechtecke, die Entscheidungen kennzeichnen; Zufallskno-

ten (z), das sind Kreise, die den Eintritt eines Zufallsereignisses darstellen; Ergebnisknoten (R), das sind Rauten, die das Ergebnis von Entscheidungen und/oder Zufallsereignissen einer abgelaufenen Periode symbolisieren; Kanten, das sind Verbindungslinien zwischen den Entscheidungs-, Zufalls- und Ergebnisknoten.

Wird das Ergebnis einer abgelaufenen Periode festgestellt und gleichzeitig auf der Basis dieses Ergebnisses eine neue Entscheidung gefällt, so wird dies mit R/E gekennzeichnet. Das Rechteck R/E ist quasi eine Vereinigung eines Ergebnis- und eines Entscheidungsknotens.

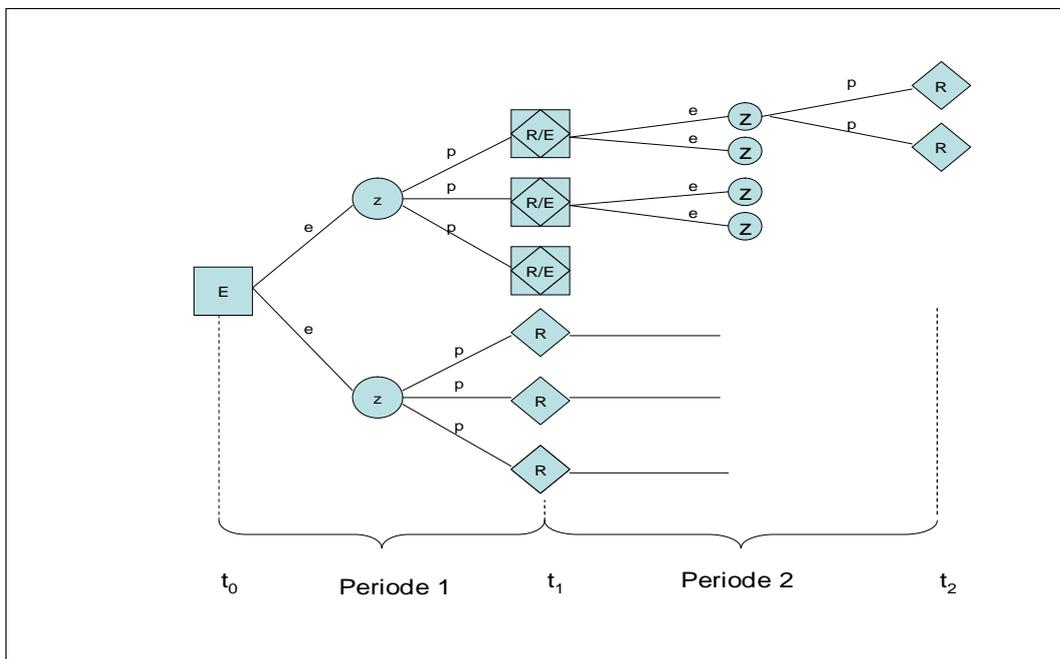


Abbildung 1: Entscheidungsbaum

Das Entscheidungsbaumverfahren ist ein flexibles Planungsverfahren, d.h., die Entscheidungen richten sich nach den jeweils eingetretenen Umweltzuständen. Im Zeitpunkt t_0 muss der Investor auf Basis der im ersten Entscheidungsknoten geltenden Erwartungswerte der Kapitalwerte eine von mehreren Entscheidungsmöglichkeiten (e) wählen.

In der Periode 1 tritt dann einer der zuvor mit der Wahrscheinlichkeit (p) prognostizierten Umweltzustände ein. Erst nachdem der Investor Kenntnis über den eingetretenen Umweltzustand bekommen hat, fällt er im Zeitpunkt t_1 wiederum auf Basis der in dem jeweiligen Entscheidungsknoten geltenden Erwartungswerte der Kapitalwerte die zweite Entscheidung. Die tatsächliche Entscheidungsfolge bzw. die Vorgangsweise ergibt sich somit erst im Laufe der Projektentwicklung (vgl. Schulte 1999, S. 144 ff.).

Beispiel 5 (vgl. Schulte 1999, S. 147)

Ein Unternehmen der Konsumgüterindustrie plant die Errichtung eines zusätzlichen Werkes. Das Unternehmen hat einerseits die Möglichkeit, das Werk so zu bauen, dass dessen Kapazität voraussichtlich ausreicht. Die Nachfrage nach dem Produkt könnte dann während der gesamten Lebensdauer des Produktes (5 Jahre) gedeckt werden. Eine spätere Erweiterung wäre nicht erforderlich. Das Unternehmen hat aber andererseits die Möglichkeit, die Kapazität des Werkes zunächst verhältnismäßig gering zu halten und das Werk erst nach Ablauf der Einführungsphase des Produktes nötigenfalls zu erweitern.

Die Investitionsausgaben bei Realisierung des großen Werkes werden auf 28 Mio. geschätzt. Wird zunächst das kleine Werk gebaut, so werden die Investitionsausgaben auf 14 Mio. geschätzt.

Die Investitionsausgaben bei späterer Erweiterung des kleinen Werkes werden mit 17,5 Mio. veranschlagt.

Die Einführungsphase des Produktes beträgt ein Jahr. Danach schätzt man die Nutzungsdauer auf weitere 4 Jahre, so dass das Produkt nach voraussichtlich insgesamt 5 Jahren wieder aufgegeben wird. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 40% wird für das erste Jahr eine hohe Nachfrage erwartet, die bei einem kleinen Werk Rückflüsse in Höhe von 11 Mio. und bei einem großen Werk Rückflüsse in Höhe von 22 Mio. zur Folge hat.

Mit einer Wahrscheinlichkeit von 60% wird für das erste Jahr eine niedrige Nachfrage erwartet, die bei einem kleinen Werk Rückflüsse in Höhe von 6 Mio. und bei einem großen Werk Rückflüsse in Höhe von ebenfalls 6 Mio. erbringen soll.

Ist die Nachfrage im ersten Jahr hoch, so beträgt die Wahrscheinlichkeit dafür, dass sie auch in den Jahren 2 – 5 hoch ist, 80%. Mit 20% Wahrscheinlichkeit muss man daher in den Jahren 2 – 5 mit einer niedrigen Nachfrage rechnen, wenn die Nachfrage im 1. Jahr hoch war.

Ist die Nachfrage im ersten Jahr niedrig, so beträgt die Wahrscheinlichkeit dafür, dass sie auch in den Jahren 2 – 5 niedrig ist, 90%. Mit 10% Wahrscheinlichkeit kann man daher in den Jahren 2 – 5 mit einer hohen Nachfrage rechnen, wenn die Nachfrage im 1. Jahr niedrig war. Wird ein großes Werk gebaut oder wird das zunächst kleine Werk erweitert, so ergeben sich in den Jahren 2 – 5 bei hoher Nachfrage jährlich Rückflüsse in Höhe von 22 Mio.

Wird das kleine Werk nicht erweitert, so ergeben sich in den Jahren 2 – 5 bei hoher Nachfrage jährlich Rückflüsse von 11 Mio.

Ist die Nachfrage in den Jahren 2 – 5 niedrig, so betragen die jährlichen Rückflüsse in jedem Fall 6 Mio.

Die Unternehmung rechnet für das 1. Jahr mit einem Kalkulationszinssatz von 8%, für die Jahre 2 – 5 mit einem Kalkulationszinssatz von 10%.

Der Entscheidungsbaum (Anm.: Auszahlungen erfolgen jeweils am Anfang und Einzahlungen jeweils am Ende eines Jahres) hat folgendes Aussehen:

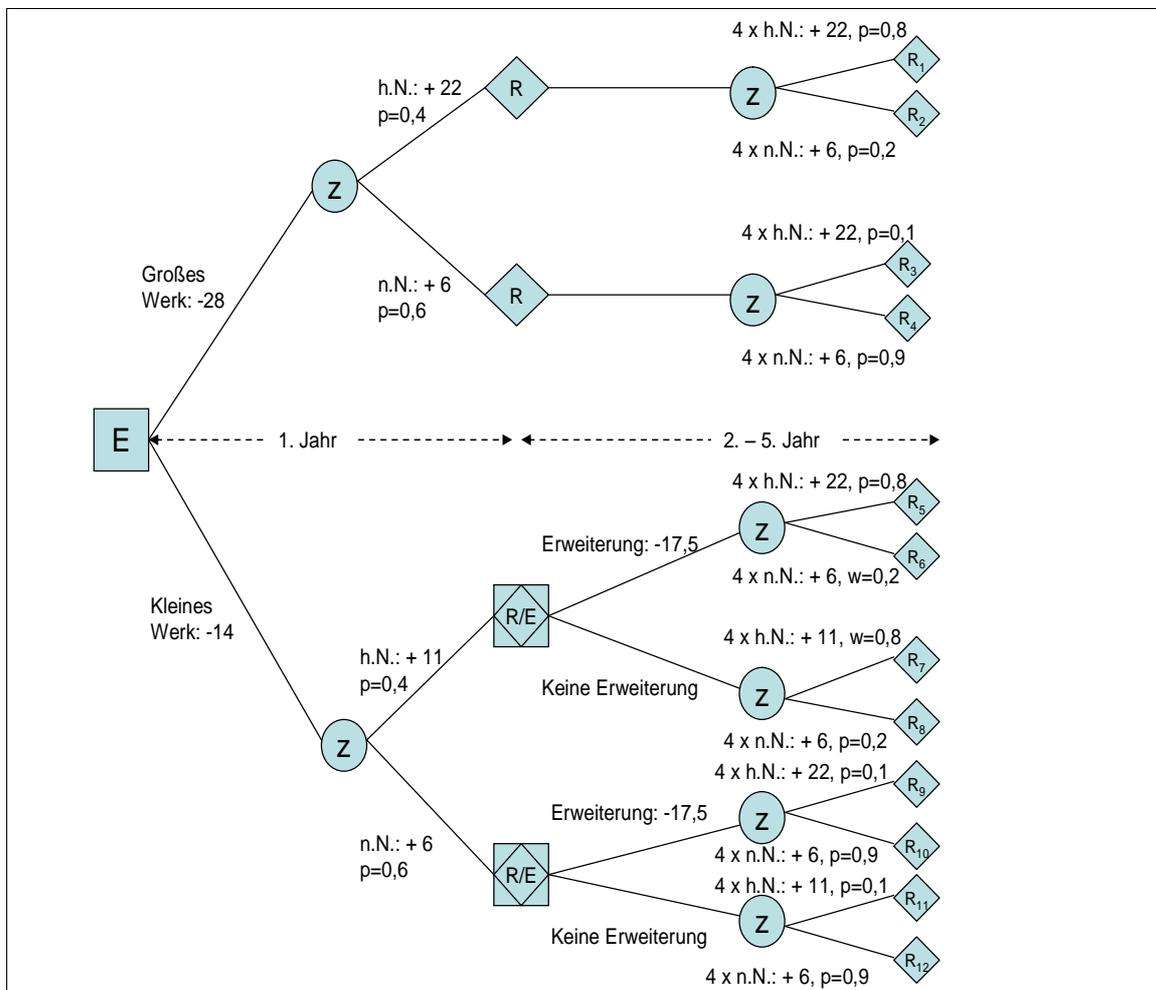


Abbildung 2: Beispiel - Entscheidungsbaum

Nachfolgend sind die Kapitalwertermittlungen für die Ergebnisknoten R_1 bis R_{12} dargestellt:

$$R_1 = -28 + \frac{22}{1,08} + \frac{22}{1,08 \cdot 1,10} + \frac{22}{1,08 \cdot 1,10^2} + \frac{22}{1,08 \cdot 1,10^3} + \frac{22}{1,08 \cdot 1,10^4} = 56,94$$

$$R_2 = -28 + \frac{22}{1,08} + \frac{6}{1,08 \cdot 1,10} + \frac{6}{1,08 \cdot 1,10^2} + \frac{6}{1,08 \cdot 1,10^3} + \frac{6}{1,08 \cdot 1,10^4} = 9,98$$

$$R_3 = -28 + \frac{6}{1,08} + \frac{22}{1,08 \cdot 1,10} + \frac{22}{1,08 \cdot 1,10^2} + \frac{22}{1,08 \cdot 1,10^3} + \frac{22}{1,08 \cdot 1,10^4} = 9,98$$

$$R_4 = -28 + \frac{6}{1,08} + \frac{6}{1,08 \cdot 1,10} + \frac{6}{1,08 \cdot 1,10^2} + \frac{6}{1,08 \cdot 1,10^3} + \frac{6}{1,08 \cdot 1,10^4} = -4,83$$

$$R_5 = \dots = 44,55$$

$$R_6 = \dots = -2,41$$

$$R_7 = \dots = 28,47$$

$$R_8 = \dots = 13,80$$

$$R_9 = \dots = 39,92$$

$$R_{10} = \dots = -7,04$$

$$R_{11} = \dots = 23,84$$

$$R_{12} = \dots = 9,17$$

Die Ermittlung der erwarteten Kapitalwerte ist in Abbildung 5 dargestellt:

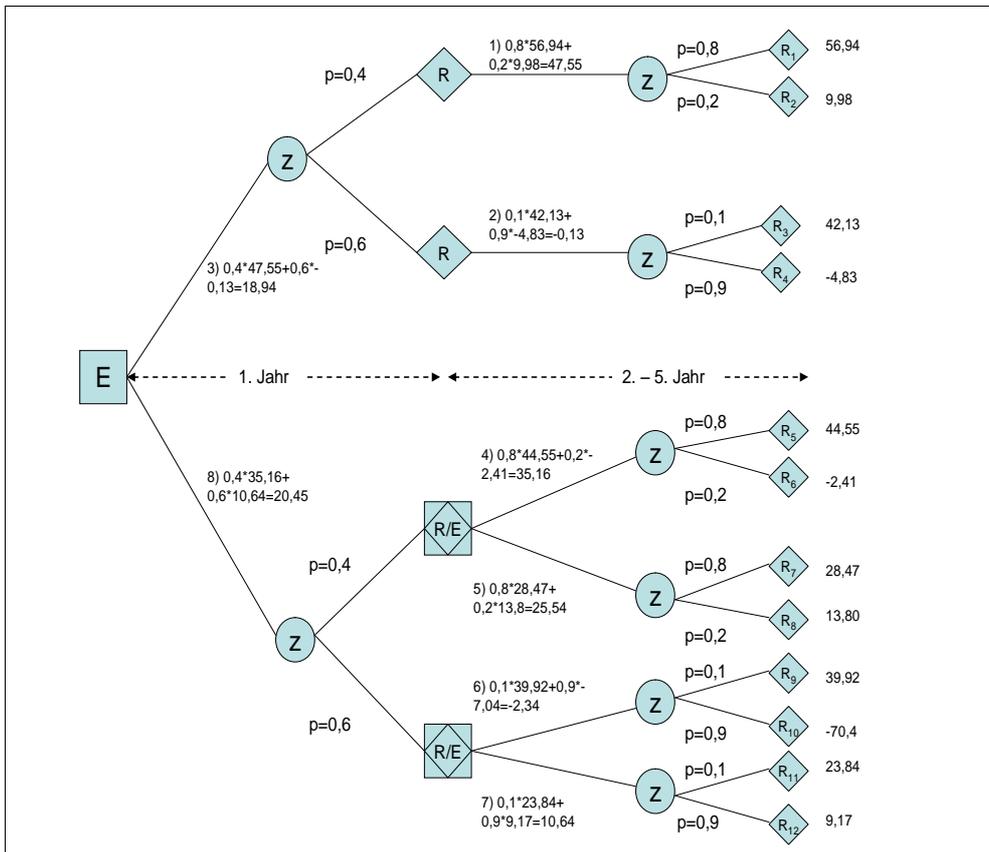


Abbildung 3: Beispiel - erwartete Kapitalwerte

Der Erwartungswert des Kapitalwertes für das kleine Werk beträgt 20,45 Mio. und ist damit höher als der Erwartungswert des Kapitalwertes für das große Werk mit 18,94 Mio. [vgl. Berechnungen 3) und 8)]. Das Unternehmen sollte daher zunächst das kleine Werk bauen. Bei Vorlage neuer Informationen im Zeitpunkt t_1 wird abhängig von der Nachfrageentwicklung im ersten Jahr entschieden, ob der Ausbau des kleinen Werkes erfolgen soll oder nicht. Sollte im ersten Jahr eine hohe Nachfrage eingetreten sein, so wird das Werk erweitert; denn der Erwartungswert 35,16 Mio. [Berechnung 4)] ist höher als der Erwartungswert 25,54 Mio., wenn das Unternehmen die Erweiterung nicht vornimmt [Berechnung 5)]. Sollte im ersten Jahr eine niedrige Nachfrage eingetreten sein, so wird keine Erweiterung vorgenommen [Berechnungen 7) und 6)], da der Erwartungswert für die Alternative „keine Erweiterung“ mit 10,64 Mio. höher ist als der Erwartungswert im Falle einer Erweiterung (-2,34 Mio.).

Gegen das Entscheidungsbaumverfahren lässt sich einwenden, dass die Anzahl der in einen Entscheidungsbaum aufzunehmenden Möglichkeiten begrenzt ist, da die Übersichtlichkeit mit der Zunahme der für möglich gehaltenen Zustände und Handlungsoptionen rasch abnimmt und

der Rechenaufwand schnell steigt. Deshalb wird das Entscheidungsbaumverfahren lediglich in Großunternehmen für ausgewählte Fragestellungen eingesetzt. (vgl. Schulte 1999, S. 151).

3.2.2 Risikoanalyse

Die **Risikoanalyse** ist ein Verfahren, das die Wahrscheinlichkeitsverteilungen einzelner unsicherer Inputgrößen so überlagert, dass nach Anwendung der Analyse eine einzige Verteilungsfunktion für die Outputgröße existiert.

Die Durchführung der Risikoanalyse erfolgt in folgenden 6 Stufen:

- 1) Auswahl der als unsicher geltenden Inputgrößen, wobei man bei der Risikoanalyse automatisch davon ausgeht, dass immer mehrere Größen unsicher sind.
- 2) Man nimmt eine Schätzung der Wahrscheinlichkeitsverteilungen der unsicheren Inputgrößen vor.
- 3) Erstellung eines Satzes von sicheren und unsicheren Inputdaten, die in die Outputgröße (z.B. Kapitalwert) eingehen. Die unsicheren Inputgrößen werden mittels **Monte-Carlo-Simulation** generiert. Mit Hilfe eines Zufallsgenerators werden Zufallszahlen für die unsicheren Inputgrößen erzeugt, die zur Berechnung der Outputgröße herangezogen werden.
- 4) Berechnung der Outputgröße aus den vorliegenden Inputgrößen.
- 5) Ermittlung der relativen Häufigkeiten der Outputgröße. Die kumulierten relativen Häufigkeiten stellen ihrerseits die Verteilungsfunktion der Outputgröße dar.
- 6) Wiederholung der Schritte 3-5 bis sich auch durch weitere Wiederholungen nur noch unwesentliche Änderungen der Verteilungsfunktion der Outputgröße ergeben.

Beispiel 6 (vgl. Manz/Dahmen 1999, S. 68 ff.)

Der Einzelunternehmer Hase möchte den Kauf einer neuen Verpackungsmaschine anhand des Kapitalwertes beurteilen, allerdings diese Kennzahl mit einer Risikoanalyse verbinden, um der Unsicherheit der Inputgrößen Rechnung zu tragen. Den Kalkulationszinsfuß nimmt Hase mit 10% an.

1. Stufe:

Zunächst prognostiziert Hase für die von ihm als unsicher eingestuft Inputgrößen wie Absatzmenge (x), Höhe der Anschaffungsauszahlung (A_0), Nutzungsdauer (n), variable Stückkosten (k_v) sowie Verkaufspreis der erzeugten Verpackungen (v) die möglichen Wertausprägungen.

Dabei kann Hase aus Praktikabilitätsgründen keine exakten Werte angeben, sondern nur Bereichsangaben machen.

2. Stufe:

Für die Intervallschätzwerte gibt Hase von ihm erwartete subjektive Wahrscheinlichkeiten (p) an:

A_0	500.000 bis 550.000	550.001 bis 600.000	600.001 bis 650.000	650.000 bis 700.000	
$p(A_0)$	0,2	0,2	0,4	0,2	
n	4	5	6	7	
$p(n)$	0,2	0,2	0,4	0,2	
k_v	0,50 bis 0,55	0,56 bis 0,60	0,61 bis 0,65		
$p(k_v)$	0,2	0,6	0,2		
x	400.000 bis 600.000	600.000 bis 800.000	800.000 bis 1.000.000	1.000.001 bis 1.200.000	1.200.001 bis 1.400.000
$p(x)$	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
v	0,80 bis 0,90	0,901 bis 1,00	1,001 bis 1,10	1,101 bis 1,20	
$p(v)$	0,2	0,4	0,2	0,2	

3. Stufe:

Im Rahmen der Monte-Carlo-Simulation nimmt Hase eine Zufallsauswahl von Kombinationen der Inputgrößen unter Berücksichtigung der Wahrscheinlichkeiten vor. Hase verwendet als Zufallsgenerator einen Würfel, wobei er nur die Zahlen 1 bis 5 verwendet. Wenn die Zahl 6 eintritt, würfelt er nochmals.

Bevor Hase anfängt zu würfeln, ordnet er den durchschnittlichen Wertausprägungen seiner unsicheren Inputgrößen (Zufallsvariablen) die möglichen Zufallszahlen (1 bis 5) gemäß seinem Wahrscheinlichkeitsurteil zu:

Zahl	Zufallsvariable				
	A_0	n	k_v	x	v
1	525.000	4	0,525	500.000	0,85
2	575.000	5	0,575	700.000	0,95
3	625.000	6	0,575	900.000	0,95
4	625.000	6	0,575	1.100.000	1,05
5	675.000	7	0,625	1.300.000	1,15

Die Zielfunktion für Hase stellt die Maximierung des Kapitalwerts unter der Zugrundelegung einer endlichen Rente dar, da Hase vereinfachend von konstanten Inputgrößen während der Nutzungsdauer seiner Verpackungsmaschine ausgeht:

$$K_W = -A_0 + x \cdot (v - k_v) \cdot RBF(n)$$

Nun werden mittels einer Monte-Carlo-Simulation Kapitalwerte generiert. Dazu nimmt Hase eine Simulation nach den folgenden, mit dem Würfel ermittelten Zufallszahlen vor:

	A_0	n	k_v	x	v
1. Würfeln	2	2	5	1	4
2. Würfeln	2	5	1	5	4
3. Würfeln	1	5	1	5	5
4. Würfeln	4	3	2	3	2
5. Würfeln	1	5	5	3	3
6. Würfeln	5	2	2	3	1
7. Würfeln	5	5	4	4	5
8. Würfeln	3	2	4	1	2
9. Würfeln	3	2	5	1	1
10. Würfeln	5	5	1	5	5
11. Würfeln	3	1	3	1	1
12. Würfeln	5	1	4	1	2

4. Stufe:

Jetzt berechnet Hase die Kapitalwerte für die 12 generierten Eingabesätze.

Würfeln	A_0	n	k_v	x	v	KW
1.	575.000,00	5	0,625	500.000,00	1,05	230.542,19
2.	575.000,00	7	0,525	1.300.000,00	1,05	2.747.695,84
3.	525.000,00	7	0,525	1.300.000,00	1,15	3.430.590,29
4.	625.000,00	6	0,575	900.000,00	0,95	844.900,49
5.	525.000,00	7	0,625	900.000,00	0,95	899.012,50
6.	675.000,00	5	0,575	900.000,00	0,85	263.219,73
7.	675.000,00	7	0,575	1.100.000,00	1,15	2.404.274,90
8.	625.000,00	5	0,575	500.000,00	0,95	85.772,52
9.	625.000,00	5	0,625	500.000,00	0,85	-198.536,49
10.	675.000,00	7	0,525	1.300.000,00	1,15	3.280.590,29
11.	625.000,00	4	0,575	500.000,00	0,85	-189.143,50
12.	675.000,00	4	0,575	500.000,00	0,95	-80.650,23

5. Stufe:

Hase bringt nun die 12 ermittelten Kapitalwerte in eine Rangfolge und erhält die folgende Tabelle:

Rang	Kapitalwert Nr.	Kapitalwert	Kumulierte rel. Häufigkeit
12	9	-198.536,49	0,08
11	11	-189.143,50	0,17
10	12	-80.650,23	0,25
9	8	85.772,52	0,33
8	1	230.542,19	0,42
7	6	263.219,73	0,50
6	4	844.900,49	0,58
5	5	899.012,50	0,67
4	7	2.404.274,90	0,75
3	2	2.747.695,84	0,83
2	10	3.280.590,29	0,92
1	3	3.430.590,29	1,00

Hase erhält als Ergebnis die Verteilungsfunktion des Kapitalwertes (**Risikoprofil**), indem er die ermittelten Kapitalwerte auf der Abszisse eines Koordinatensystems gegen die kumulierte relative Häufigkeit der aufgetretenen Kapitalwerte auf der Ordinate abträgt. Grundsätzlich gibt ein solches Risikoprofil an, wie groß die Wahrscheinlichkeit ist, dass ein bestimmter Kapitalwert erreicht oder unterschritten, d.h. höchstens erreicht wird.

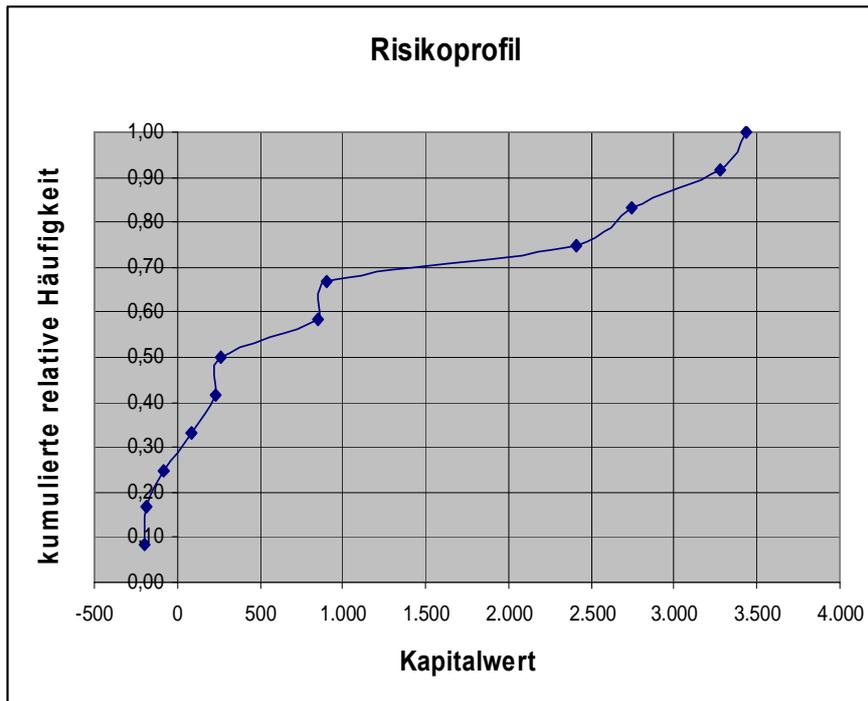


Abbildung 4: Risikoprofil

Die 6. Stufe wurde im Beispiel nur durch die 12 Würfelvorgänge integriert. Es wurde also aus Vereinfachungsgründen nicht so lange gewürfelt, bis eine stabile Verteilungsfunktion des Kapitalwerts entstanden ist. Um eine stabile Verteilung zu schätzen, benötigt man sicherlich 100 oder mehr Datensätze (vgl. Dörsam 2003, S. 83).

Aus dem Verlauf lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

- Im ungünstigsten Fall der Risikosimulation beträgt der Kapitalwert -198.536,49.
- Die Wahrscheinlichkeit, nach Durchführung der Investition einen negativen Kapitalwert zu erzielen, beträgt knapp 30%.
- Umgekehrt beträgt die Wahrscheinlichkeit, einen positiven Kapitalwert mit der Investition zu erreichen, ca. 70%.

Zusammenfassend kommt man zu folgenden Ergebnissen:

- Aus dem Beispiel wird deutlich, dass die Risikoanalyse in der Regel keine eindeutige Aussage über die Vorteilhaftigkeit eines Investitionsobjektes macht. Ihr Ziel ist vielmehr, Informationen über die möglichen ökonomischen Konsequenzen der Investitionsentscheidung transparent zu machen. Eine Entscheidung über die Annahme oder Ablehnung des Projekts richtet sich nach der individuellen Risikoeinstellung des Entscheidungsträgers. Dieser kann im Risikoprofil jedoch Nebenbedingungen formulieren (z.B. Verlustwahrscheinlichkeit $\leq 20\%$ oder maximaler Verlust $\leq 10\%$ des Eigenkapitals etc.).
- Die Risikoanalyse ermöglicht die Berücksichtigung der unterschiedlichsten Informationen von verschiedenen Entscheidungsträgern durch die Zusammenfassung der einzelnen Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Inputgrößen in einer Verteilungsfunktion der Outputgröße in einem einzigen Modell.
- Insgesamt ist zu erwarten, dass infolge der verfügbaren Softwareprogramme die Durchführung von Risikosimulationen insbesondere bei größeren Investitionsprojekten deutlich zunehmen wird.

3.2.3 μ - σ -Regel

Bei der **μ - σ -Regel** (mü-sigma-Regel) ist die Entscheidung neben dem Erwartungswert (μ) noch von der die Streuung und damit das Risiko der Ergebnisse messenden Standardabweichung (σ) abhängig. Handelt der Entscheidungsträger z.B. nach der individuell festzulegenden Nutzenfunktion $N=\mu-2\cdot\sigma\rightarrow\max!$, kann er als risikoscheu eingestuft werden, da die Standardabweichung den Nutzwert (N) negativ beeinflusst. Bei einer Nutzenfunktion der Form $N=\mu+\sigma$ läge hingegen risikofreudiges Verhalten vor. Entscheidet der Investor ausschließlich auf der Basis des Erwartungswertes (**μ -Regel** oder **Bayes-Regel**), läge risikoneutrales Verhalten vor (vgl. Bea/Dichtl/Schweitzer 1992, S. 328).

3.2.4 Korrekturverfahren

Eine erste Möglichkeit zur Berücksichtigung des Risikos im Rahmen des Korrekturverfahrens besteht darin, riskante Zahlungen durch ihre Sicherheitsäquivalente zu ersetzen und anschließend den risikolosen Zinssatz zur Diskontierung zu verwenden (sog. **Sicherheitsäquivalenzmethode**). Das **Sicherheitsäquivalent** kann dabei als jene (fiktive) sichere Zahlung definiert werden, die für einen Investor gleich viel wert ist wie eine Wahrscheinlichkeitsverteilung von zwei oder mehreren unsicheren Einzahlungsüberschüssen.

Beispiel 7 (vgl. Geyer et al 2003, S. 117)

Ein Investitionsprojekt, das zum Zeitpunkt t_0 eine Auszahlung von 135 erfordert, bringt in t_1 entweder eine Einzahlung von 200 ($p=0,6$) oder 120 ($p=0,4$), abhängig von der wirtschaftlichen Entwicklung. Der risikolose Zinssatz beträgt 6%. Der Investor gibt an, zwischen den beiden riskanten Zahlungen und einem sicheren Betrag von 150 (=Sicherheitsäquivalent) indifferent zu sein.

Der Kapitalwert ermittelt sich mittels Sicherheitsäquivalenzmethode wie folgt:

$$KW = -135 + 150 \cdot (1 + 0,06)^{-1} = 6,51$$

Der Kapitalwert ist positiv, daher sollte der Investor das Projekt realisieren.

Mit Hilfe des Sicherheitsäquivalents können ebenfalls Aussagen über die **Risikopräferenzen** des Investors gemacht werden. Bei einem risikoneutralen Investor ist das Sicherheitsäquivalent gleich dem Erwartungswert der Wahrscheinlichkeitsverteilung, bei einem risikofreudigen ist es größer und bei einem risikoscheuen kleiner als der Erwartungswert. Üblicherweise verhalten sich Entscheidungsträger risikoscheu.

Da das im vorangegangenen Beispiel vom Investor angegebene Sicherheitsäquivalent von 150 kleiner ist als der Erwartungswert der Wahrscheinlichkeitsverteilung von 168 ($0,6 \cdot 200 + 0,4 \cdot 120 = 168$), kann dieser Investor als risikoscheu eingestuft werden.

Eine zweite Möglichkeit zur Berücksichtigung des Risikos im Rahmen des Korrekturverfahrens besteht darin, riskante Zahlungen an die Eigenkapitalgeber durch deren Erwartungswerte abzubilden und diese anschließend mit der einen Risikozuschlag enthaltenden Renditeforderung der Eigenkapitalgeber abzuzinsen (sog. **Risikozuschlagsmethode**).

Zur Berechnung der Renditeforderungen der Eigenkapitalgeber (= Eigenkapitalkosten) eignet sich das **Capital Asset Pricing Model (CAPM)**. Dieses Gleichgewichtsmodell postuliert Eigenkapitalkosten (k) in Höhe einer risikolosen Verzinsung (i) zuzüglich einer Risikoprämie, die sich ihrerseits aus dem Marktpreis für die Übernahme von Risiko, ausgedrückt als Differenz zwischen Marktrendite (m) und risikoloser Verzinsung, multipliziert mit der unternehmensspezifischen Risikohöhe Beta (β) ergibt. Den **Beta-Faktor** berechnet man in der Praxis aus dem Quotienten der Kovarianz zwischen den historischen Aktienrenditen des Unternehmens und den im gleichen Zeitraum erzielten Renditen des Marktportfolios und der Renditevarianz des Marktportfolios:

$$k = i + (m - i) \cdot \beta$$

$$\beta = \frac{\text{cov}(k, m)}{\text{var}(m)} \quad (\text{berechnet aus historischen Renditeschwankungen})$$

Der Beta-Faktor drückt die Sensibilität der Aktienrendite gegenüber allgemeinen, nicht diversifizierbaren Marktschwankungen aus. Ein Beta von 0,9 bringt beispielsweise zum Ausdruck: Falls die Rendite des Marktportfolios um 1% steigt, so steigt die Aktienrendite des Unternehmens nur um 0,9% (vgl. Kruschwitz 1999, S. 174). Demgegenüber wird das unternehmensindividuelle Risiko nicht durch einen Zuschlag zum sicheren Zinssatz entlohnt, da es, zumindest modelltheoretisch, durch geeignete Portfoliostreuung eliminiert werden kann. Die Betas einzelner Unternehmen kann man der Wirtschaftspresse oder dem Internet entnehmen. Die bei der Risikozuschlagsmethode mittels CAPM ermittelten firmenspezifischen Eigenkapitalkosten sollten allerdings nur dann zur Diskontierung im Rahmen der Kapitalwertermittlung verwendet werden, wenn die bereits getätigten Investitionen und das neue Projekt sowohl hinsichtlich des Geschäftsrisikos als auch hinsichtlich des Finanzierungsrisikos identisch sind.

Beispiel 8 (vgl. Henselmann/Kniest 2001, S. 180)

Für ein börsennotiertes Unternehmen liegen folgende historische Aktienrenditen (k) und für den gleichen Zeitraum die historischen Renditen des Marktportfolios (m) vor:

Jahr (j)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aktienrendite (k)	2	9	6	10	2	7	10	6	2	5
Marktrendite (m)	5	7	9	7	6	8	9	5	7	6

Außerdem sei der risikolose Kapitalmarktzins mit $i=6\%$ bekannt, der auch in Zukunft gelten soll. Die künftige Marktrendite (m) wird auf 10% geschätzt.

Die aus einer möglichen Erweiterungsinvestition mit Anschaffungsauszahlungen in t_0 in Höhe von 1.000 künftig resultierenden Zahlungsüberschüsse an die Eigenkapitalgeber werden auf unendlich mit 150 prognostiziert. Steuern sind nicht zu berücksichtigen.

Es ist der Kapitalwert des Projekts mit Hilfe der Risikozuschlagsmethode zu ermitteln!

Es gilt folgende Formel für die Ermittlung des Beta-Faktors:

$$\beta = \frac{\text{Cov}(k,m)}{\text{Var}(m)} = \frac{\sum_{j=1}^T (m_j - \mu_m) \cdot (k_j - \mu_k)}{\sum_{j=1}^T (m_j - \mu_m)^2}$$

Durch lineare Regression der historischen Unternehmensrenditen an den historischen Marktrenditen ergibt sich ein Beta-Faktor von 1,159 (=21,90/18,90). Die nachfolgende Tabelle verdeutlicht den Rechenweg.

j	m	k	(m-μ _m)	(k-μ _k)	(m-μ _m)·(k-μ _k)	(m-μ _m) ²
1	5	2	-1,90	-3,90	7,41	3,61
2	7	9	0,10	3,10	0,31	0,01
3	9	6	2,10	0,10	0,21	4,41
4	7	10	0,10	4,10	0,41	0,01
5	6	2	-0,90	-3,90	3,51	0,81
6	8	7	1,10	1,10	1,21	1,21
7	9	10	2,10	4,10	8,61	4,41
8	5	6	-1,90	0,10	-0,19	3,61
9	7	2	0,10	-3,90	-0,39	0,01
10	6	5	-0,90	-0,90	0,81	0,81
SUMME	69,00	59,00	0,00	0,00	21,90	18,90
μ	6,90	5,90				

Die erwarteten Eigenkapitalkosten ermittelt man dann mittels CAPM-Gleichung wie folgt:

$$k = 0,06 + (0,10 - 0,06) \cdot 1,159 = 10,64\%$$

Der Kapitalwert ergibt sich schließlich aus der Diskontierung der auf ewig erwarteten durchschnittlichen Zahlungsüberschüsse von 150 mit dem eben errechneten Kapitalkostensatz unter Abzug der in t_0 fälligen Anschaffungsauszahlung von 1.000.

$$KW = -1.000 + (150 / 0,1064) = 410,45$$

4 Zusammenfassung

In der Folge werden die wichtigsten Inhalte dieser Arbeit kurz zusammengefasst:

- Der Kapitalwert eignet sich in besonderem Maß für die Überprüfung der Vorteilhaftigkeit eines Investitionsobjektes, da er die aus der Durchführung einer Investition erwachsende Vermögensmehrung im Zeitpunkt t_0 ausdrückt.
- Die Einzahlungsüberschüsse aus einem Investitionsprojekt können von sehr vielen zukünftigen Umweltzuständen abhängen. Sie werden beispielsweise durch die konjunkturelle Entwicklung, die Wirtschaftspolitik des Staates, technische Entwicklungen, Naturkatastrophen, Wandlungen in den Bedürfnissen der Kunden etc. beeinflusst.
- Ungewissheitssituationen liegen vor, wenn der Entscheidungsträger nicht imstande ist, die Eintrittswahrscheinlichkeiten der zukünftig für möglich gehaltenen Umweltzustände anzugeben. Von Risikosituationen spricht man, wenn die Eintrittswahrscheinlichkeiten von verschiedenen Umweltzuständen bekannt sind.
- Bei der Maximin-Regel wird die Alternative mit dem größten Minimalerfolg gewählt. Bei der Maximax-Regel wird die Alternative mit dem größten Maximalerfolg gewählt. Die Laplace-Regel geht davon aus, dass es in einer Ungewissheitssituation keinen Grund für die Vermutung gibt, dass irgendein Zustand mit einer höheren Wahrscheinlichkeit eintritt als ein anderer. Folglich werden alle Zustände als gleich wahrscheinlich angenommen und wird in der Folge jene Alternative gewählt, die den maximalen Erwartungswert aufweist.
- Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse wird gefragt, wie sich die Outputgröße (z.B. Kapitalwert) oder auch die Wahl zwischen zwei Investitionsalternativen ändert, falls bestimmte Inputgrößen (z.B. Absatzmenge, Absatzpreise, Anschaffungsauszahlungen, Liquidationswert etc.) von den Plandaten abweichen. Eine besondere Ausprägung der Sensitivitätsanalyse ist die Ermittlung kritischer Werte. Hier kann z.B. gefragt werden, um wie viel die jährliche Absatzmenge höchstens abnehmen darf, damit der Kapitalwert (der interne Zinsfuß etc.) im positiven Bereich bleibt. Die dynamische Amortisationsdauer stellt das Ergebnis einer Sensitivitätsanalyse im Hinblick auf die kritische Nutzungsdauer des Investitionsprojekts dar.
- Mit dem Entscheidungsbaumverfahren wird das Ziel verfolgt, aus einer Vielzahl möglicher Entscheidungsfolgen die optimale auszuwählen.
- Die Risikoanalyse ist ein Verfahren, das die Wahrscheinlichkeitsverteilungen einzelner unsicherer Inputgrößen so überlagert, dass nach Anwendung der Analyse eine einzige Verteilungsfunktion für die Outputgröße existiert.

- Bei der μ - σ -Regel ist die Entscheidung neben dem Erwartungswert noch von der die Streuung und damit das Risiko der Ergebnisse messenden Standardabweichung abhängig.
- Eine Möglichkeit zur Berücksichtigung von Risiko im Rahmen des Korrekturverfahrens besteht darin, riskante Zahlungen durch ihre Sicherheitsäquivalente zu ersetzen und anschließend den risikolosen Zinssatz zur Diskontierung zu verwenden (Sicherheitsäquivalenzmethode). Eine andere Möglichkeit zur Berücksichtigung des Risikos im Rahmen des Korrekturverfahrens besteht darin, riskante Zahlungen an die Eigenkapitalgeber durch deren Erwartungswerte abzubilden und diese anschließend mit der einen Risikozuschlag enthaltenden Renditeforderung der Eigenkapitalgeber zu diskontieren (Risikozuschlagsmethode).

5 Literaturverzeichnis

Bea/Dichtl/Schweitzer, Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. Bd. 1: Grundfragen, 6. Aufl., Stuttgart 1992.

Dörsam, Grundlagen der Investitionsrechnung, 3. Aufl., Heidenau 2003.

Fischer, Finanzwirtschaft für Anfänger, 2. Aufl., Wien 1996.

Geyer/Hanke/Littich/Nettekoven, Grundlagen der Finanzierung, Wien 2003.

Henselmann/Kniest, Unternehmensbewertung: Praxisfälle mit Lösungen, Herne 2001.

Kruschwitz, Finanzierung und Investition, München 1999.

Linnhoff/Pellens, Investitionsrechnung, in: Busse von Colbe / Conenberg / Kajüter / Linnhoff (Hrsg.), Betriebswirtschaft für Führungskräfte, 2. Aufl., Stuttgart 2002.

Manz/Dahmen, Investition, 3. Aufl., München 1999.

Schulte, Investition, Stuttgart 1999.

Seicht, Investition und Finanzierung, 8. Aufl., Wien 1995.

Swoboda, Investition und Finanzierung, 5. Aufl., Göttingen 1996.

Working Papers und Studien der Fachhochschule des bfi Wien

2005 erschienene Titel

Working Paper Series No. 10

Thomas Wala: Aktuelle Entwicklungen im Fachhochschul-Sektor und die sich ergebenden Herausforderungen für berufsbegleitende Studiengänge. Wien Jänner 2005.

Working Paper Series No. 11

Martin Schürz: Monetary Policy's New Trade-Offs? Wien Jänner 2005.

Working Paper Series No. 12

Christian Mandl: 10 Jahre Österreich in der EU. Auswirkungen auf die österreichische Wirtschaft. Wien Februar 2005.

Working Paper Series No. 13

Walter Wosner: Corporate Governance im Kontext investorenorientierter Unternehmensbewertung. Mit Beleuchtung Prime Market der Wiener Börse. Wien März 2005.

Working Paper Series No. 14

Stephanie Messner: Die Ratingmodelle österreichischer Banken. Eine empirische Untersuchung im Studiengang Bank- und Finanzwirtschaft der Fachhochschule des bfi Wien. Wien April 2005.

Working Paper Series No. 15

Christian Cech / Michael Jeckle: Aggregation von Kredit und Marktrisiko. Wien Mai 2005.

Johannes Jäger (ed.): Basel II: Perspectives of Austrian Banks and medium sized enterprises. Study. Vienna March 2005.

Stephanie Messner / Dora Hunziker: Ratingmodelle österreichischer und schweizerischer Banken. Eine ländervergleichende empirische Untersuchung in Kooperation der Fachhochschule des bfi Wien mit der Fachhochschule beider Basel. Study. Vienna June 2005.

Working Paper Series No. 16

Thomas Benesch / Ivancsich, Franz: Aktives versus passives Portfoliomanagement. Wien Juni 2005.

Working Paper Series No. 17

Franz Krump: Ökonomische Abschreibung als Ansatz zur Preisrechtfertigung in regulierten Märkten. Wien August 2005

Working Paper Series No. 18

Homlong, Nathalie / Springer, Elisabeth: Thermentourismus in der Ziel 1-Region Burgenland und in Westungarn als Mittel für nachhaltige Regionalentwicklung? Wien September 2005.

2004 erschienene Titel

Working Paper Series No. 1

Christian Cech: Die IRB-Formel zur Berechnung der Mindesteigenmittel für Kreditrisiko. Laut Drittem Konsultationspapier und laut „Jänner-Formel“ des Baseler Ausschusses. Wien März 2004.

Working Paper Series No. 2

Johannes Jäger: Finanzsystemstabilität und Basel II - Generelle Perspektiven. Wien März 2004.

Working Paper Series No. 3

Robert Schwarz: Kreditrisikomodelle mit Kalibrierung der Input-Parameter. Wien Juni 2004.

Working Paper Series No. 4

Markus Marterbauer: Wohin und zurück? Die Steuerreform 2005 und ihre Kritik. Wien Juli 2004.

Working Paper Series No. 5

Thomas Wala / Leonhard Knoll / Stephanie Messner / Stefan Szauer: Europäischer Steuerwettbewerb, Basel II und IAS/IFRS. Wien August 2004.

Working Paper Series No. 6

Thomas Wala / Leonhard Knoll / Stephanie Messner: Temporäre Stilllegungsentscheidung mittels stufenweiser Grenzkostenrechnung. Wien Oktober 2004.

Working Paper Series No. 7

Johannes Jäger / Rainer Tomassovits: Wirtschaftliche Entwicklung, Steuerwettbewerb und *politics of scale*. Wien Oktober 2004.

Working Paper Series No. 8

Thomas Wala / Leonhard Knoll: Finanzanalyse - empirische Befunde als Brennglas oder Zerrspiegel für das Bild eines Berufstandes? Wien Oktober 2004.

Working Paper Series No. 9

Josef Mugler / Clemens Fath: Added Values durch Business Angels. Wien November 2004.

Andreas Breinbauer / Rudolf Andexlinger (Hg.): Logistik und Transportwirtschaft in Rumänien. Marktstudie durchgeführt von StudentInnen des ersten Jahrgangs des FH-Studiengangs „Logistik und Transportmanagement“ in Kooperation mit Schenker & Co AG. Wien Frühjahr 2004.

Christian Cech / Michael Jeckle: Integrierte Risikomessung für den österreichischen Bankensektor aus Analystenperspektive. Studie in Kooperation mit Walter Schwaiger (TU Wien). Wien November 2004.

Robert Schwarz / Michael Jeckle: Gemeinsame Ausfallswahrscheinlichkeiten von österreichischen Klein- und Mittelunternehmen. Studie in Kooperation mit dem „Österreichischen Kreditschutzverband von 1870“. Wien November 2004.



IMPRESSUM:
Fachhochschule des bfi Wien Gesellschaft m.b.H.
Wohlmutterstraße 22, A-1020 Wien, Tel. ++43/1/720 12 86
E-Mail: info@fh-vie.ac.at, <http://www.fh-vie.ac.at>