

Veröffentlicht in
**Controlling im Wandel der Zeit -
Festschrift für Prof. Dr. Hoitsch**
(Hrsg. Winter/Nietzel/Otte)

2006

„Simulationsverfahren
in der Investitionsrechnung“
S. 346-370

Mit freundlicher Genehmigung des
Verlag Josef Eul, Lohmar
(www.eul-verlag.de)

DIS AG

Viel mehr als Zeitarbeit.

Peter Winter
Volker Nietzel
Michael Otte
(Herausgeber)

Controlling im Wandel der Zeit

Festschrift anlässlich
der Emeritierung von
Prof. Dr. Hans-Jörg Hoitsch


EUL VERLAG

Simulationsverfahren in der Investitionsrechnung

Dr. Werner Gleißner

Vorstand FutureValue Group AG und Geschäftsführer RMCE RiskCon GmbH, Leinfelden-Echterdingen

Inhaltsverzeichnis

1. Investitionsrechnung: Risiken explizit erfassen	349
1.1 Einleitung	349
1.2 Grundlagen der Investitionsrechnung: Erträge und Risiken verbinden.....	350
2. Problem der Investitionsrechnung	352
3. Die Herleitung risikoabhängiger und planungskonsistenter Diskontierungszinsen.....	355
4. Risikoorientierte Kalkulation	359
5. Quantitative Analyse einer Investition: Fallbeispiel	362
6. Zusammenfassung und Ausblick	367

1. Investitionsrechnung: Risiken explizit erfassen

1.1 Einleitung

Der Erfolg von Unternehmen resultiert zu einem erheblichen Teil aus der Auswahl und Realisierung der richtigen, d.h. wertsteigernden, Investitionen. Im Rahmen der Investitionspolitik eines Unternehmens müssen die (knappen) finanziellen Ressourcen auf diejenigen Investitionsprojekte gelenkt werden, die in Anbetracht der Strategie und der Erfolgspotentiale des Unternehmens die höchste (relative) Wertsteigerung erwarten lassen. Die Investitionsentscheidungen basieren dabei auf einem Abwägen der erwarteten Erträge (Zahlungen) und der mit diesen verbundenen Risiken, was im Kapitalwertkriterium ausgedrückt wird. Die Auswahl von Investitionen mit positivem Kapitalwert (Netto-Barwert) auf Ebene der Einzelprojekte entspricht der Zielsetzung der Maximierung des Unternehmenswerts.

Investitionsentscheidungen gehören damit zu den für die Unternehmenszukunft wichtigsten Entscheidungen unter Unsicherheit. In diesem Beitrag wird auf die Möglichkeit der Beurteilung von Investitionen anhand ihres Wertbeitrags (Kapitalwert) eingegangen, wobei insbesondere die Möglichkeiten einer adäquaten Berücksichtigung der Risiken gezeigt wird. Gerade in der Berücksichtigung der Risiken sind bei den in der Praxis implementierten Verfahren noch besondere Defizite vorhanden. Der Beitrag ist wie folgt gegliedert: Im ersten Teil werden die Grundlagen der Investitionsrechnung vorgestellt, wobei speziell auf das Kapitalwertkalkül der traditionellen Kapitalmarkttheorie (Finanzierungstheorie) mit dem Capital Asset Pricing Modell (CAPM) als wichtigstem Instrument der Risikobewertung eingegangen wird. Darauf aufbauend werden im zweiten Abschnitt die wesentlichen Herausforderungen der Investitionsrechnung in diesem Kontext aufgezeigt, wobei wiederum insbesondere die Notwendigkeit der adäquaten Berücksichtigung der Risiken im Kalkulationszinssatz thematisiert wird. Hierbei wird verdeutlicht, dass die Verwendung von Kapitalmarktdaten (wie dem Beta-Faktor des CAPM) in Anbetracht der Unvollkommenheit von Kapitalmärkten und den fehlenden Kapitalmarktinformationen im Hinblick auf das Risikoprofil einer zu bewertenden Investition keinen adäquaten Weg darstellt. Im anschließenden Kapitel 4 wird mit dem „Risikodeckungsansatz der Bewertung“ ein Weg vorgeschlagen, wie basierend auf den Risikoinformationen aus der Investitionspro-

jektplanung unmittelbar – ohne Bezug auf Risikoinformationen des Kapitalmarkts – ein risikogerechter und planungskonsistenter Kapitalkostensatz für die Investitionsrechnung abgeleitet werden kann. Die Berechnung eines derartigen risikogerechten Diskontierungszinssatzes (Kapitalkostensatzes) erfordert die Aggregation aller bewertungsrelevanter Risiken mit Hilfe von Simulationsverfahren. In dieser Hinsicht entspricht die hier vorgeschlagene Bewertungskonzeption einer „simulationsbasierten Investitionsrechnung“¹. Im Kapitel 5 wird das Vorgehen anhand eines einfachen Fallbeispiels verdeutlicht. Im abschließenden Kapitel 6 erfolgt eine Zusammenfassung und Ausblick.

1.2 Grundlagen der Investitionsrechnung: Erträge und Risiken verbinden

Für die Beurteilung der ökonomischen Sinnhaftigkeit (des Wertbeitrags) einer Investition ist neben dem Erwartungswert der zukünftigen Cash-Flows (oder Free Cash-Flows) sowie der zeitlichen Struktur auch deren Unsicherheit maßgeblich. Für die Erfassung des Risikos bei der Beurteilung einer unsicheren Zahlungsreihe einer Investition sind grundsätzlich mehrere Möglichkeiten denkbar. Zum einen besteht die Möglichkeit, basierend auf der Erwartungsnutzentheorie von von Neumann und Morgenstern (1947) als Beurteilungsmaßstab den „Erwartungsnutzen“ zu berechnen, der sich aus der Verteilungsfunktion der unsicheren Zahlung und der Nutzenfunktion des Bewertungssubjekts (Investors) ableiten lässt. Bei diesem Vorgehen ist weder ein explizites Risikomaß noch ein risikoadjustierter Diskontierungszinssatz erforderlich, aber aufgrund der Unkenntnis über Nutzenfunktionen ist dieser Weg in der Praxis der Investitionsrechnung für Unternehmen kaum anwendbar. Ebenfalls ohne Informationen über einen risikoadjustierten Diskontierungszinssatz² und ein explizites Risikomaß ist eine Investitionsbewertung auf Grundlage der Methode einer „arbitragefreien Bewertung“ möglich, bei der entweder sogenannte risikoneutrale Wahrscheinlichkeiten oder Replikationsportfolios verwendet werden. Bei diesem Verfahren wird die

¹ Auf die Möglichkeiten einer simulationsbasierten Investitionsrechnung im Kontext eines vollständigen Finanzplans (VOFI) haben 1997 bereits auch *Grob/Mrzyk* und *Kersten* 1996 hingewiesen, die allerdings noch keinen Vorschlag entwickelt haben, wie die Risikoinformation für die Bewertung (speziell die Ableitung von Kapitalkostensätzen) genutzt werden kann. Vgl. auch *Hoitsch/Backes* 1992.

² Verwendung findet auch hier nur der risikolose Zinssatz.

unsichere Zahlungsreihe einer Investition nachgebildet durch am Kapitalmarkt gehandelte Zahlungsreihen, deren Wert bekannt ist, so dass damit eine Bewertung eines Investitionsprojektes möglich ist³. Da eine derartige Replikation (gerade in Anbetracht der Vielzahl möglicher Umweltzustände) jedoch in der Praxis nur sehr schwierig möglich ist, folgt die Bewertung meist durch die Diskontierung der Erwartungswerte zukünftiger Zahlungen mit einem risikogerechten Diskontierungszinssatz. Dieser Diskontierungszinssatz ist als risikogerechte Mindestanforderung an die erwartete Rendite zu interpretieren und abhängig vom Risikoumfang, der wiederum durch ein geeignetes Risikomaß erfasst werden muss⁴.

Für die Bewertung einer Investition (oder eines Unternehmens) ist die zukünftig erwartete unsichere Zahlung maßgeblich. Mit einem risikoabhängigen Kapitalkostensatz (Diskontierungszinssatz) werden die erwarteten zukünftigen freien Cash-Flows (fCF) risikoadäquat abgezinst, um deren Gegenwartswert (Kapitalwert) zu berechnen⁵. Die grundlegende Definition des Netto-Barwerts einer Investition (Ertragswert; Discounted Cash-Flow) mit (sicherer Investitionszahlung I_0) auf Basis der freien Cash-Flows (Zahlungsströme) lautet damit wie folgt:

$$\text{Netto-Barwert} = -I_0 + \sum_{t=1}^{\infty} \frac{fCF_t^*}{(1+k)^t}$$

Die Kapitalkosten k ergeben sich aus den Fremdkapitalkosten k_{FK} und den Eigenkapitalkosten k_{EK} der Finanzierung, wobei die steuerlichen Vorteile des Fremdkapitals s erfasst werden. Üblicherweise wird in der Literatur empfohlen bei der Berechnung des Kapitalkostensatzes k die Gewichtung von Eigen- und Fremdkapital zu Marktpreisen vorzunehmen, was zu dem – aber zumindest iterativ lösbaren – „Zirkularitätsproblem“ führen kann. Die Formel stellt sich wie folgt dar:

$$k = WACC = k_{EK} \times \frac{\text{Eigenkapital}}{\text{Gesamtkapital}} + k_{FK} \times \frac{\text{Fremdkapital}}{\text{Gesamtkapital}} \times (1-s)$$

³ Vgl. Kruschwitz/Löffler 2005 und Spremann 2004.

⁴ Anstelle der Verwendung risikoadjustierter Diskontierungszinssätze lässt sich auch eine Bewertung mit (marktbasierter) Sicherheitsäquivalenten vornehmen, siehe z.B. Spremann 2004.

⁵ Vgl. Gleißner 2001.

Die Eigenkapitalkosten werden dabei meist mittels des Capital Asset Pricing Modells (CAPM) berechnet⁶:

$$k_{EK} = r_o + (r_m - r_o) \cdot \beta$$

Wobei r_o der risikolose Zinssatz, r_m die erwartete Marktrendite für risikobehaftetes Eigenkapital und β das Maß für das relative systematische (also unternehmensübergreifende) Risiko eines Unternehmens oder einer einzelnen Investition darstellt⁷.

Kruschwitz und Milde (1996) sehen die Annahme eines vom Verschuldungsgrad unabhängigen Niveaus der Fremdkapitalkosten durch die Möglichkeit der Gläubiger, Einwirkungs-, Mitsprache- und Kündigungsrecht in Kreditverträgen zu verankern, als gerechtfertigt und auch in den von ihnen angesprochenen empirischen Untersuchungen als gut bestätigt an⁸.

2. Problem der Investitionsrechnung

Das Abwägen von erwarteten Cash-Flows und den mit ihnen verbundenen Risiken, also des Umfangs möglicher Abweichungen vom Plan- bzw. Erwartungswert, ist ein Grundgedanke der dynamischen Investitionsrechnung. Die gleiche Grundidee liegt auch allen Ansätzen einer wertorientierten Unternehmensführung zugrunde. Eine erfolgsorientierte und erfolgreiche Unternehmensführung muss in Anbetracht der Unvorhersehbarkeit der Zukunft die Risiken explizit im Kalkül berücksichtigen. Mit dem Unternehmenswert als Erfolgsmaßstab (Performance-Maß) ist methodisch eine Verbindung erwarteter Erträge (Cash-Flows) und Risiken in einer Kennzahl möglich. Wertschaffende Investitionen oder Strategien sind genau diejenigen, deren erwartete Rendite über den risikoabhängigen Kapitalkosten liegen. So überzeugend diese grundsätzliche Idee eines Abwägens erwarteter Erträge und Risiken bei der Unter-

⁶ Vgl. *Kruschwitz* 2003, S. 368.

⁷ Die Grenzen in der Anwendung von Diskontierungszinsen mit Risikozuschlag bzw. der Sicherheitsäquivalenzmethode zeigen sich in der Bewertung einer Investition, die nach der Anfangsinvestition in $t = 0$ noch weitere Investitionen in $t = 1, \dots, T$ benötigt. Mit den gerade genannten Methoden ist es nicht möglich so eine Investition korrekt zu bewerten, weil dann negative Zahlungen diskontiert werden, was – tatsächlich – zu einem steigenden Wert führt.

⁸ Siehe vertiefend *Krainer* 1977 und *Weinstein* 1981.

nehmensbewertung und der Investitionsrechnung auch ist, so gravierend sind doch oft die Defizite in der praktischen Umsetzung. Drei der wichtigsten Aspekte sollen im Folgenden kurz skizziert werden.

1. **Investitionsspezifisches Risiko und Informationsverfügbarkeit:** Es besteht Konsens dahingehend, dass für die Beurteilung einer Investition das Investitions(projekt) spezifische Risiko maßgeblich ist⁹ – und nicht das Durchschnittsrisiko eines Geschäftsbereichs oder gar eines Unternehmens¹⁰. Projektspezifische Risikoinformationen, die in Diskontierungssätze umgesetzt werden, lassen sich jedoch praktisch nicht auf Grundlage von Kapitalmarktdaten gewinnen¹¹. Die Akteure des Kapitalmarkts wissen nichts über ein einzelnes geplantes Investitionsprojekt und historische Kapitalmarktdaten (Kurse) für diese liegen nicht vor, so dass z.B. der Beta-Faktor für ein geplantes Investitionsprojekt so nicht ableitbar ist. Auch die Suche nach börsennotierten Unternehmen, deren Risikoprofil genau der zu bewertenden Investition entspricht, wird in der Praxis meist erfolglos bleiben und die hierfür entwickelten verschiedenen „Näherungslösungen“ (Analogieverfahren etc.) sind wenig befriedigend. Erforderlich erscheint es damit, basierend auf den Informationen aus dem Investitionsprojekt selbst, d.h. aus der Investitionsplanung, die bewertungsrelevanten Risikoinformationen abzuleiten. Nur so ist Konsistenz zwischen dem implizit im Rahmen der Investitionsplanung berücksichtigten Risiken und den in die Bewertung einfließenden Risiken gewährleistet.
2. **Bewertungsrelevante Unvollkommenheit des Kapitalmarkts:** Selbst wenn (historische) Kapitalmarktinformationen vorliegen, erscheinen diese für die Anwendung in einer Investitionsrechnung wenig geeignet. So basiert beispielsweise das Capital Asset Pricing Modell auf der Hypothese eines vollkommenen Kapitalmarkts, der in der Realität nicht vorzufinden ist. Tatsächlich muss auch bei der Investitionsrechnung beispielsweise berücksichtigt werden, dass Konkurse (und Konkurskosten) existieren und die Investoren nicht perfekt diversifizierte Portfolios besitzen, was auch projektspezifische Risiken

⁹ Exakter: Das durch die Investition – nach Diversifikationseffekten mit anderen Vermögensgegenständen – entstehende zusätzliche Risiko.

¹⁰ Siehe *Kruschwitz/Milde* 1996.

¹¹ Siehe *Gleißner* 2005 sowie *Shleifer* 2000.

bewertungsrelevant macht. Die Ableitung von Diskontierungszinssätzen auf Grundlage des Capital Asset Pricing Modells abstrahiert dagegen sowohl von Konkurskosten als auch von projektspezifischen (idiosynkratischen) Risiken.

3. **Berücksichtigung von Abhängigkeiten des zu bewertenden Investitionsprojekts von anderen Investitionen:** Nur in einem vollkommenen Kapitalmarkt (mit Wertadditivität) ist eine völlig separate Bewertung jedes einzelnen Vermögensgegenstands, speziell auch jeder einzelnen Investition, möglich. In der Realität müssen dabei allerdings z.B. Synergien (und ihre Konsequenzen sowohl für den Risikoumfang als auch für die Höhe der Zahlungen) mit anderen Projekten in der Bewertung berücksichtigt werden. Vor allem zu beachten sind Risikodiversifikationseffekte, die den Umfang unsystematischer Risiken beeinflussen, die in einem unvollkommenen Kapitalmarkt (z.B. für das Rating) von Bedeutung sind. Allerdings ist auch nicht der Gesamtumfang der Risiken eines Investitionsprojekts für die Bewertung relevant, da auch innerhalb eines Unternehmens risikomindernde Diversifikationseffekte auftreten, so dass letztlich nur der im Kontext des Gesamtinvestitionsportfolios eines Unternehmens zusätzlich auftretende Risikoumfang durch ein Projekt in die Bewertung mit einfließt¹². Ebenso zu berücksichtigen sind bei der Investitionsrechnung bestehende Restriktionen. Aufgrund von Beschränkungen bezüglich der Finanzierungsmöglichkeiten und der Managementkapazität bestehen Abhängigkeiten zwischen Investitionen. Im theoretischen Idealfall wären alle Investitionen in einem simultanen (stochastischen) Optimierungsproblem gemeinsam zu betrachten, was aufgrund der hohen Komplexität derartiger Modelle jedoch in der Praxis kaum realisiert werden kann¹³. Auch für die Praxis der Investitionsrechnung ist jedoch zumindest zu fordern, dass die Konsequenzen eines Investitionsprojekts im Hinblick auf das Gesamtunternehmen und die relevanten Restriktionen und Risikodiversifikationseffekte berücksichtigt werden müssen.

¹² Entsprechend wäre als Risikomaß nicht die Varianz (oder Standardabweichung) der unsicheren Zahlung aus einer Investition maßgeblich, sondern die Kovarianz, die die Beziehung zu den Zahlungen des Unternehmens insgesamt angibt, siehe *Huther 2003*.

¹³ Siehe *Hering 1999*.

Der in Abschnitt 3 vorgeschlagene Ansatz einer simulationsbasierten Bewertung von Investitionen berücksichtigt zusammenfassend, dass

- Risikoinformationen für die Investitionsbewertung aus der Investitionsplanung selber (d.h. ohne Bezug auf Kapitalmarktdaten) abgeleitet werden müssen,
- auch investitionsspezifische Risiken in die Bewertung einfließen müssen, sofern sie nicht im Rahmen des Unternehmens durch Diversifikation eliminiert werden und
- Restriktionen des Unternehmens (z.B. im Hinblick auf die Risikotragfähigkeit) als Nebenbedingungen der Investitionsrechnung berücksichtigt werden müssen (sog. Safety-First-Modelle, siehe Albrecht, Maurer und Möller, 1998).

3. Die Herleitung risikoabhängiger und planungskonsistenter Diskontierungszinsen

Den heutigen betrieblichen Investitionsrechnungen fehlt eine klare Fundierung ihrer Kapitalkostensätze (Diskontierungszinsen). Die risikoabhängigen Kapitalkostensätze (WACC) sollten dabei vom tatsächlichen Risikoumfang eines Investitionsprojekts abhängig sein. Genau diese Informationen muss die Risikoanalyse des Projektes bereitstellen.

Für die Bestimmung eines geeigneten Kapitalkostensatzes bietet sich die schon vorgestellte Berechnung der WACC (Weighted Average Costs of Capital = gewichtete durchschnittliche Kapitalkosten) unter Verwendung unternehmensinterner Risikodaten an. Hier wird unterstellt, dass nur risikotragendes Eigenkapital (Eigenkapitalbedarf, RAC) auch eine Risikoprämie verdient (vgl. Abb. 1). Mit der so genannten „Risikoaggregation“ kann man unmittelbar auf den risikobedingten Eigenkapitalbedarf (Risikokapital, Risk Adjusted Capital, RAC) schließen¹⁴. Zur Vermeidung einer Überschuldung benötigt man so viel Eigenkapital, wie (mit einer definierten Restwahrscheinlichkeit) Verluste auftreten können, die das Eigenkapital verzehren.

Eine Voraussetzung für die Bestimmung des „Gesamtrisikoumfangs“ mittels Risikoaggregation stellt die Verbindung von Risiken und Planung dar. Jedes Risiko wirkt auf

¹⁴ Siehe Gleißner 2001 und Gleißner/Romeike 2005 sowie Hoitsch/Backes 1992 zu stochastischen Entscheidungsbäumen in der Investitionsrechnung.

eine Position der Plan-Erfolgsrechnung (GuV) und kann dort Planabweichungen verursachen. Mittels Computersimulation erhält man eine „repräsentative Stichprobe“ aller möglichen risikobedingten Zukunftsszenarien eines Investitionsprojekts oder eines Unternehmens, die dann analysiert wird. Aus den ermittelten Realisationen der Zielgröße (z.B. Gewinn) ergeben sich aggregierte Verteilungen (Dichtefunktionen). Ausgehend von der durch die Risikoaggregation ermittelten Verteilungsfunktion der Gewinne kann man unmittelbar auf den Eigenkapitalbedarf (RAC) der Investition schließen. Es wird dabei zumindest soviel Eigenkapital benötigt, wie mit einer vorgegebenen (Rating-abhängigen) Wahrscheinlichkeit (p) in der Planperiode auch maximal Verluste auftreten können, die dieses aufzehren¹⁵. Analog lässt sich der Bedarf an Liquiditätsreserven unter Nutzung der Verteilungsfunktion der Zahlungsflüsse (freie Cash Flows) ermitteln.

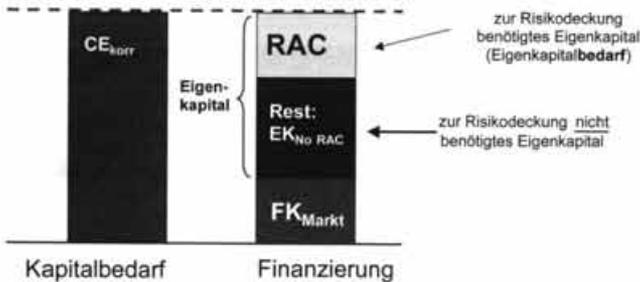


Abb. 1: Kapitalbedarf und Finanzierung einer Investition

Bei dieser Betrachtung wird das insgesamt zur Verfügung stehende Eigenkapital gedanklich getrennt in einen risikotragenden Teil (RAC) und einen Teil, der zur Abdeckung risikobedingter Verluste (mit einer gegebenen, von den Fremdkapitalgebern akzeptierten Wahrscheinlichkeit) eigentlich nicht erforderlich ist, und somit keinen (kalkulatorischen) Kostenaufschlag gegenüber einer Fremdkapitalfinanzierung (mit identischer Ausfallwahrscheinlichkeit) rechtfertigt.

Zu erwähnen ist hier ergänzend, dass mit der hier beschriebenen Vorgehensweise zwangsläufig auch die Frage nach einer adäquaten Projektfinanzierung mit beant-

¹⁵ Bei mehreren Planperioden ist der maximale Verzehr an Eigenkapital anzusetzen, der in allen Perioden mit der vorgegebenen Wahrscheinlichkeit nicht überschritten wird.

wortet wird. Die Finanzierungsstruktur, d.h. die Strukturierung der Passiv-Seite, lässt sich unmittelbar aus dem Risikoprofil ableiten. Für die Finanzierung des Unternehmens setzt das Unternehmen so viel Eigenkapital ein, wie aufgrund der Risikoaggregation Eigenkapitalbedarf berechnet wurde. Der restliche Finanzierungsbedarf wird durch Fremdkapital abgedeckt¹⁶.

Lehnt man diese Annahme eines vollkommenen Kapitalmarks ab, kommt man zur Schlussfolgerung, dass die richtigen Risikozuschläge aus den internen Informationen über die Risikosituation eines Unternehmens oder einer Investition abgeleitet werden müssten. Möglich wird dies durch die Ableitung von Kapitalkosten in Abhängigkeit des Bedarfs an (teurem) Eigenkapital zur Abdeckung der möglichen risikobedingten Verluste.

In Abhängigkeit des risikobedingten Eigenkapitalbedarfs aus der Simulation kann man (unter der realistischen Annahme unvollkommener Kapitalmärkte) folgende modifizierte Funktion für die Bestimmung des Kapitalkostensatzes (WACC) angeben¹⁷:

$$WACC^{ra} = k_{EK}^p \cdot \frac{\text{Eigenkapitalbedarf}}{\text{Gesamtkapital}} + k_{FK} \cdot \frac{\text{Gesamtkapital} - \text{Eigenkapitalbedarf}}{\text{Gesamtkapital}} \cdot (1-s)$$

Ein höheres Risiko einer Investition führt zu höherem Eigenkapitalbedarf und somit zu einem höherem Diskontierungszins für die Kapitalwertberechnung. Der auf diese Weise ermittelte Kapitalkostensatz ($WACC^{ra}$) kann für die Bestimmung des (Netto-) Barwertes einer einzelnen Investition genutzt werden, indem die erwarteten Zahlungsströme $E(\tilde{Z}_t)$ einer Investition mit dem jeweiligen risikoadjustierten $WACC^{ra}$ diskontiert werden:

$$W(\tilde{Z}) = -I_0 + \sum_{t=1}^T \frac{E(\tilde{Z}_t)}{(1+WACC^{ra})^t}$$

Der notwendige Eigenkapitalkostensatz k_{EK} ist dabei von der Ausfallwahrscheinlichkeit p , die die Fremdkapitalgeber noch akzeptieren, abhängig. Eine einfache Ab-

¹⁶ Siehe zur projektspezifischen Finanzierung auch *Backhaus/Uekermann 1990, Becker 1999, Reuter 1999* und *Werthschulte 2005*.

¹⁷ Vgl. *Gleißner 2005*.

schätzung der zu erwartenden Eigenkapitalrendite in Abhängigkeit von p erhält man, indem man berechnet, welche Rendite das alternative Investment in ein Aktienportfolio (Marktportfolio) hätte, wenn dieses aufgrund eines Einsatzes von Fremdkapital die gleiche Ausfallwahrscheinlichkeit aufweisen würde. Dieser Anteil des Eigenkapitals kann in Abhängigkeit der erwarteten Rendite des Marktportfolios (r_m^e), der Standardabweichung dieser Rendite (σ_m) und der akzeptierten Ausfallwahrscheinlichkeit aus dem unteren Quantil der erwarteten Rendite des Marktportfolios (zur gegebenen Wahrscheinlichkeit) ermittelt werden:

$$a = -(r_m^e - q_p \cdot \sigma_m)$$

Dabei drückt a den Eigenkapitalanteil am Portfolio (RAC in Prozent des Investments) aus, der bei einer Normalverteilung der Rendite nötig ist, um die Ausfallwahrscheinlichkeit p zu erreichen. Damit erhält man folgende ratingabhängige Eigenkapitalkosten:

$$r_{EK,p}^e = \frac{\text{Erwartete Portfoliorendite} - \text{Fremdkapitalzinsaufwand}}{\text{Anteil des Eigenkapitals am Portfolio}} = \frac{r_m^e - (1-a) \cdot r_{FK}(p)}{a}$$

$$\text{also } r_{EK,p}^e = \frac{r_m^e \cdot (1 - r_{FK}(p)) + r_{FK}(p) \cdot (q_p \cdot \sigma_m - 1)}{(q_p \cdot \sigma_m - r_m^e)}$$

Dabei ist $r_{EK,p}^e$ die erwartete Eigenkapitalrendite zum Konfidenzniveau p und q_p der Wert der invertierten Verteilungsfunktion der Standardnormalverteilung zum Konfidenzniveau p . Zudem gibt $r_{FK}(p) = 5\%$ (etwa also k_{FK}) die Rendite des Fremdkapitals bei akzeptierter Ausfallwahrscheinlichkeit p an. Für $p = 1\%$ (d.h. $q_p = 2,326$), $r_m^e = 8\%$ und $\sigma_m = 20\%$ ergibt sich eine Eigenkapitalrendite von $k_{EK} = 12,8\%$.

Alternativ dazu kann die Berechnung des Kapitalwertes einer Investition über das Sicherheitsäquivalent erfolgen, wobei mit dem Zins einer risikolosen Anleihe (r_0) dis-

kontiert wird¹⁸. Der Eigenkapitalbedarf ($EK_t^{\text{Bedarf}, \rho}$) dient auch hier als Risikomaß und ersetzt einen risikoadjustierten Eigenkapitalkostensatz. Eine Berechnung der WACC ist hier nicht notwendig^{19 20}.

$$W(\tilde{Z}) = \sum_{t=0}^T \frac{S\tilde{A}(\tilde{Z}_t)}{1+r_0} \approx \sum_{t=0}^T \frac{E(\tilde{Z}) - (k_{EK}^{\rho} - r_0) * EK_t^{\text{Bedarf}, \rho}}{1+r_0}$$

Die Ermittlung der Rendite des Marktportfolios sollte aus realwirtschaftlichen Modellen basierend auf volkswirtschaftlichen Fundamentaldaten gewonnen werden (z.B. als Summe von erwarteter Inflationsrate, realem Wirtschaftswachstum und durchschnittlicher Dividendenrendite). Mit der Risikoprämie zeigt sich die Risikopräferenz, im risikolosen Zinssatz r_0 die Zeitpräferenz (bzw. die intertemporale Substitutionsrate).

4. Risikoorientierte Kalkulation

Nach den bisherigen grundsätzlichen Erläuterungen zu einer simulationsbasierten Beurteilung von Investitionen (Risikodeckungsansatz der Bewertung) wird im folgenden Abschnitt noch vertiefend auf die Erfassung von Risiken im Rahmen der Investitionsplanung (Projektkalkulation) eingegangen, die der eigentlichen Investitionsrechnung zugrunde liegt. Schon bei der Kalkulation eines Investitionsprojekts müssen zunächst die wesentlichen Risiken identifiziert, quantitativ bewertet und aggregiert (d. h. zusammengefasst) werden²¹. Risiken sind aus der Perspektive von Kalkulation und Controlling mögliche Ursachen für Planabweichungen, was sowohl Chancen

¹⁸ Vgl. Gleißner 2005.

¹⁹ Hier spricht die Annahme einer Renditeforderung für den Netto-Kapitalwert von r_0 , weil die Risiken durch den „Eigenkapitalbedarf“ erfasst werden. Unterstellt man, dass sich der Netto-Kapitalwert mit $r_{EK} = (r_0 + r_z^{\rho})$ verzinsen soll, ergibt sich bei einer einperiodigen Investition

$$W(\tilde{Z}_1) = \frac{E(\tilde{Z}_1) + (1 - EK_1^{\text{Bedarf}, \rho}) * r_z^{\rho}}{1 + r_0 + r_z^{\rho}} \quad \text{bzw. für den Netto-Kapitalwert bei Investitionsauszahlung } I \text{ (in } t = 0)$$

$$C_0 = \frac{E(\tilde{Z}_1) - EK_1^{\text{Bedarf}, \rho} * r_z^{\rho} - I * (1 + r_0)}{1 + r_0 + r_z^{\rho}}$$

²⁰ Die Risikoprämie kann auch wie folgt dargestellt werden: $r_z = k_{EK}^{\rho} - k_{FK}^{\rho}$.

²¹ Siehe Gleißner/Romeike 2005.

(günstige Planabweichungen) als auch Gefahren (ungünstige Planabweichungen) einschließt. Der Umfang möglicher Planabweichungen muss im Rahmen der Kalkulation transparent gemacht werden. Dies kann von traditionellen Kalkulationsverfahren bisher nicht gewährleistet werden. Eine einfache Möglichkeit einer derartigen "risikoorientierten Kalkulation" besteht darin, die Bandbreite möglicher Abweichungen vom Planwert einer Kalkulationsposition aufzuzeigen. Bei einer sogenannten "Dreiecksverteilung" (siehe Abbildung 2) wird dabei neben dem „Planwert“ ein "Mindestwert" und ein "Maximalwert" spezifiziert. Auf dieser Grundlage kann im Gegensatz zur traditionellen Szenario-Planung die Wahrscheinlichkeit für jede beliebige Ausprägung der entsprechenden Ertrags- oder Kostenposition berechnet werden.

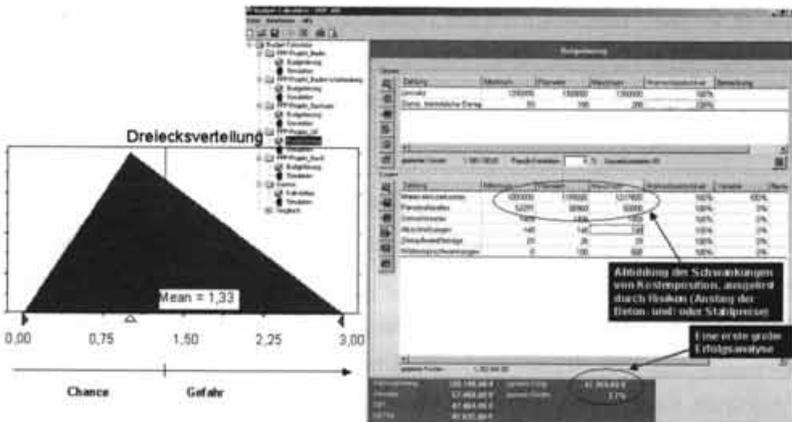


Abb. 2: Risikoumfang bereits in Planung und Kalkulation berücksichtigen (Software „Projekt Calculator“ der FutureValue Group AG)

Unmittelbar erkennbar wird, dass oft der „Plannerfolg“ eines Projektes nicht mit den eigentlichen Plandaten „Erwartungswert des Erfolgs“ übereinstimmt, weil in vielen Projekten die Gefahren gegenüber den Chancen überwiegen. Zudem werden bei allen Planungspositionen neben dem Umfang der Planabweichungen auch die möglichen Ursachen festgehalten, um hier adäquate Maßnahmen der Risikobewältigung initiieren und geeignete Prozesse der Risikoüberwachung nach Projektbeginn gewährleisten zu können. Eine solche "risikoorientierte Kalkulation" suggeriert damit keine Planungssicherheit, sondern sensibilisiert für den realistischen Umfang von

Planabweichungen bei einem Investitionsprojekt. Nach der Bestimmung des Risikos für die (wesentlichen) Kalkulationspositionen muss der Gesamtrisikoumfang, der sich aus der Gesamtheit aller einzelnen Risiken und ihrer Wechselwirkungen ergibt, bestimmt werden. Dies ist die größte Herausforderung im Rahmen der risikoorientierten Kalkulation, weil Risiken (anders als Umsätze und Kosten) nicht addiert werden können. Hier werden die schon erläuterten softwaregestützte Simulationsverfahren eingesetzt, die eine große repräsentative Anzahl möglicher Szenarien der Zukunftsentwicklung (speziell der Kosten), die sich als Kombination des Eintretens bestimmter Risiken ergeben, berechnen und analysieren. Auf diese Weise kann der Umfang der Gesamtabweichungen bei Kosten und Ergebnis bestimmt werden. Aus dem Umfang möglicher (risikobedingter) Abweichungen des Ergebnisses kann in einem nächsten Schritt unmittelbar auf die mögliche Höhe risikobedingter Verluste aus einem Projekt geschlossen werden. So sind beispielsweise Aussagen möglich wie die Folgende:

"Mit 90%iger Sicherheit wird der Verlust aus einem Projekt 1 Mio € nicht überschreiten und die für diese Planabweichung besonders maßgeblichen Risiken sind (1) möglicher Ausfall des Großkunden X und (2) Preisschwankungen beim Rohstoff Y".

Damit kann überprüft werden, ob ein Unternehmen (unter Berücksichtigung der bereits eingegangenen Risiken aus dem Portfolio aller Projekte/Investitionen) über die Risikotragfähigkeit (Eigenkapital und Liquiditätsreserve) verfügt, um das gerade kalkulierte Projekt zusätzlich durchführen zu können. Speziell wird hier geprüft, ob durch ein Projekt - bei ungünstigem Verlauf - das Rating des Unternehmens (z.B. bestehenden Covenants) gefährdet oder gar eine bestandsbedrohende Krise ausgelöst werden kann²².

Die risikoorientierte Kalkulation macht also insbesondere den Grad der Planungssicherheit (oder Planungsunsicherheit) transparent und stellt sicher, dass bei Unternehmen durch Investitionsprojekte keine Bestandsgefährdungen entstehen.

²² Vgl. Stichwort „Rating-Prognose“ in *Füser/Gleißner* 2005, S. 380.

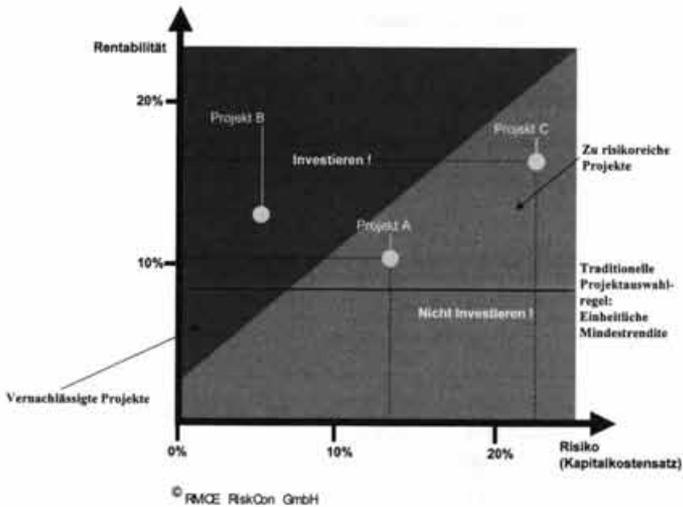


Abb. 3: Rendite-Risiko-Profil

5. Quantitative Analyse einer Investition: Fallbeispiel

Das in diesem Abschnitt beschriebene Fallbeispiel zeigt die individuelle Prüfung eines vorliegenden Investitionsplans, basierend auf einer Risikoanalyse. Im Folgenden soll eine geplante Investition in ein neues Produktionswerk mit einem Volumen von 600T € betrachtet werden, die mit 30% Eigenkapital ausgestattet werden soll. Das gesamte Investitionsvolumen setzt sich zusammen aus 300T € Sachinvestition und 300T € Working Capital, das wiederum 30% des Umsatzes ausmacht. Die in der Praxis natürlich erforderliche Prüfung von Planungsprämissen der Investitionen sowie der Sinnhaftigkeit der Strategie wird hier nicht näher betrachtet. Vereinfachend wird auch von Synergie- und Risikodiversifikationseffekten sowie Restriktionen abgesehen.

Abbildung 4 zeigt die erwartete zeitliche Entwicklung der Erfolgsrechnung²³ ohne die Berücksichtigung von Risiken.

²³ Auf die Darstellung der Bilanz wird hier verzichtet.

Planwerte	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Umsatz	1000	1200	1320	1320	1320	1320
- Materialkosten	400	480	528	528	528	528
- Personalkosten	425	425	510	510	510	510
- Sonstige Kosten	125	125	130	130	130	130
- Abschreibung	50	50	50	50	50	50
= Betriebsergebnis	0	120	102	102	102	102
- Zinsaufwand	21	25	24	18	17	9
= Gewinn vor Steuern	-21	95	78	84	85	93
Free Cash Flow vor Steuern ²⁴	-543 ²⁵ (=-600+57)	77	89	123	122	515 ²⁶

Abb. 4: Planerfolgsrechnung/Liquiditätsprognose

Insgesamt scheint die Investition zunächst durchaus aussichtsreich. Sieht man vom ersten Geschäftsjahr (2006) ab, plant das Unternehmen durchweg einen Gewinn (und Zahlungsüberschuss). Die durchschnittlich erwartete Umsatzrendite liegt bei etwa 5,5%, am Ende des Planungszeitraums sogar knapp über 7%. Die Gesamtkapitalrendite liegt um (noch akzeptable) 12,2%²⁷.

Die bisherige, positive Betrachtung des neuen Werkes soll nun dadurch überprüft werden, dass die Risiken explizit im Investitionsplan ausgewertet werden. Für eine derartige risikoorientierte Analyse der Planrechnungen eines Investitions- oder Geschäftsplanes ist zunächst eine Identifikation und Bewertung der maßgeblichen Risiken erforderlich. Betrachtet werden zum Beispiel die Möglichkeit des Ausfalls eines geplanten Großkunden (Schaden 200 mit einer Wahrscheinlichkeit von 20%) und konjunkturbedingte Schwankungen der Nachfrage und der Arbeitsproduktivität.

²⁴ Free Cash Flow vor Steuern = Gewinn vor Steuern*(1-s) + Zinsen + Abschreibungen – Investitionen – (Umsatz_t – Umsatz_{t-1})*0,3, wobei die „0,3“ die Working Capital-Intensität darstellt. Zudem wird ein Steuersatz von 35% angenommen.

²⁵ Die Anfangsinvestition in Höhe von 600T € findet am Anfang des Jahres statt und die Rückflüsse erhält das Unternehmen jeweils am Ende der Periode.

²⁶ Im letzten Free Cash Flow ist noch der Rückfluss an Working Capital (Vorräte und Forderungen) in Höhe von 396T Euro (30% des Umsatzes) enthalten.

²⁷ Auf Grundlage der Prognosewerte kann auch ein (einfaches) Finanzrating, das von der Eigenkapitalquote (EKQ) und der Zinsdeckungsquote (ZDQ) abhängt, berechnet werden (Projekt-Rating einer Projektfinanzierung).

Die durch die Risiken verursachten möglichen Abweichungen von der Planrechnung (Abb. 4) werden simultan mittels Monte-Carlo-Simulation analysiert. So ergibt sich beispielsweise eine Verteilungsfunktion für die Gewinne im ersten Geschäftsjahr, die den Umfang möglicher Planabweichungen verdeutlicht (vgl. Abb. 5).

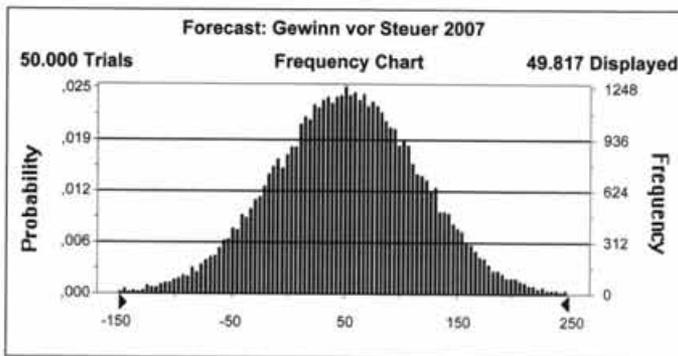


Abb. 5: Simulierte Verteilung des Gewinns einer Investitionsperiode²⁸

In Abbildung 5 erkennt man unmittelbar, dass durch die aggregierte Risikowirkung im Plan-Jahr 2007²⁹ durchaus Verluste auftreten können (Wahrscheinlichkeit immerhin fast 50 %). Bei einer Simulation über sämtliche Jahre belaufen sich die maximalen Verluste, die mit 99 %iger Sicherheit im Gesamtinvestitionszeitraum nicht noch überschritten werden, auf immerhin fast 174T €. Entsprechend benötigt das Unternehmen in diesem Jahr ein Eigenkapital als Risikodeckungspotenzial in mindestens dieser Höhe, um eine geplante Ausfallwahrscheinlichkeit von 1 % einhalten zu können³⁰. Dies entspricht nahezu dem geplantem Eigenkapital von 180T €, sodass die vorgegebene Ausfallwahrscheinlichkeit einzuhalten ist.

Mit einer solchen risikoorientierten Analyse der Investitionsplanung kann zudem vorab ein möglicherweise bestehender zusätzlicher Fremdfinanzierungsbedarf berechnet werden. Ein Unternehmen sollte sich schon bei der Investitionsentscheidung

²⁸ Der erwartete Gewinn in dieser Abbildung stimmt nicht mit dem Planwert aus Abbildung 4 überein, da in dieser Simulation der Verlust des Großkunden mit einbezogen ist.

²⁹ Mit einem geplanten Gewinn vor Steuern von ca. 95T € abzüglich des Erwartungswerts des Schadens aus einem Großkundenverlust (200*20%) ergibt einen Erwartungswert von 55.

³⁰ Diese Ausfallwahrscheinlichkeit entspricht in etwa einem BB Rating.

darüber Gedanken machen, ob sie den möglichen weiteren – wachstumsbedingten und risikobedingten – Kapitalbedarf auch zu finanzieren bereit und in der Lage ist.

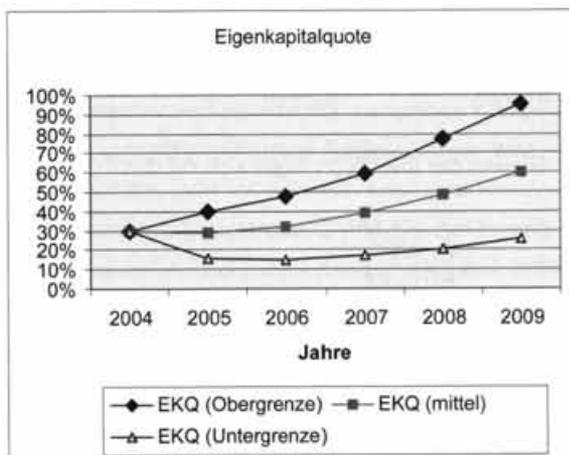


Abb. 6: Entwicklungskorridor der Eigenkapitalquote (EKQ)

In der zum Eingang dieses Kapitels beschriebenen Investitionsplanung wurde die Finanzierungsstruktur exogen vorgegeben. Mit den nun vorliegenden Informationen aus der Risikoaggregation und dem damit abgeleiteten Eigenkapitalbedarf lässt sich nun aber auch eine „risikogerechte Finanzierung“ (und damit ein in dieser Hinsicht optimaler Verschuldungsgrad) ableiten. Die Finanzierungsstruktur wird dabei so gewählt, dass unter Bezugnahme auf die Planung und die mit ihr verbundenen Risiken die vorgesehene Ausfallwahrscheinlichkeit (das Zielrating) eingehalten wird. Mit Hilfe der simulationsbasierten Investitionsrechnung wird simultan die Frage nach einer (risikoangemessenen) Finanzierungsstruktur einer Investition beantwortet, was insbesondere im Kontext der sog. Projektfinanzierung als eine der zentralen Herausforderungen angesehen wird. Im Beispiel wäre also ein Eigenkapital von 174T € nötig.

Für eine angenommene Ausfallwahrscheinlichkeit von $p = 1\%$ erhält man Eigenkapitalkosten in Höhe von 12,8% (Vgl. Kapitel 3). Der Steuersatz des Unternehmens betrage 35% und die Fremdkapitalkosten seien 5%. Um die Berechnung eines periodenbezogenen modifizierten WACC zu vermeiden, wird in diesem Fallbeispiel stark

vereinfachend angenommen, dass der Eigenkapitalbedarf und der risikoadjustierte WACC über alle Perioden konstant sind:

$$\begin{aligned} WACC^{\text{mod}} &:= k = k_{EK} \cdot \frac{EK^b}{GK} + k_{FK} \cdot \frac{GK - EK^b}{GK} \cdot (1-s) \\ &= 0,128 \cdot \frac{174000}{600000} + 0,05 \cdot \frac{600000 - 174000}{600000} \cdot (1 - 0,35) = 0,060 \end{aligned}$$

Für den Netto-Barwert der Investition ergibt sich mit den Free Cash Flow Werten aus Abbildung 4:

$$\begin{aligned} \text{Netto-Barwert} &= -I_0 + \sum_{t=1}^6 \frac{fCF_t^e}{(1+k)^t} \\ &= -600 + \frac{57}{1,06} + \frac{77}{1,06^2} + \frac{89}{1,06^3} + \frac{123}{1,06^4} + \frac{122}{1,06^5} + \frac{515}{1,06^6} = 148,7 \end{aligned}$$

Die Investition lohnt sich, wie der positive Barwert zeigt. Aus den Simulationsergebnissen kann unmittelbar auf den für die Barwertberechnung maßgeblichen Kapitalkostensatz, als risikoangemessene Mindestrenditeanforderung, geschlossen werden. Ein höherer Risikoumfang führt zu einem höheren Bedarf an teurem Eigenkapital zur Abdeckung möglicher risikobedingter Verluste und damit einem höheren Kapitalkostensatz. Zum Beispiel erhält man für einen Eigenkapitalbedarf in Höhe von 550T € einen Netto-Barwert von -16,1T €, wobei der risikoadjustierte WACC 12% beträgt.

Gerade in realen, unvollkommenen Kapitalmärkten ist dieser Weg dem traditionellen, wissenschaftlich kaum zu rechtfertigenden Umweg über Kapitalmarktmodelle wie dem Capital Asset Pricing Modell (mit seinem Beta-Faktor als Risikomaß) überlegen³¹. Während Kapitalmarktmodelle nur die Informationen über den Risikoumfang auswerten können, die der Kapitalmarkt wahrnimmt, wird bei dem hier vorgeschlagenen Verfahren der umfassendere Informationsstand der Unternehmensführung für die Ableitung von Kapitalkostensätzen und damit die Bewertung berücksichtigt.

³¹ Vgl. zur Kritik an CAPM z.B. *Fama/French 1992, Fama/French 2004, Shleifer 2000 und Haugen 2004*.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Aufgrund der hohen strategischen Bedeutung für die Zukunft eines Unternehmens ist es erforderlich, im Rahmen der Investitionsrechnung möglichst leistungsfähige Verfahren anzuwenden, die ein Abwägen der erwarteten Erträge und der damit verbundenen Risiken gewährleistet. Ein wesentlicher Schwachpunkt der in der Praxis häufig angewendeten Investitionsrechenverfahren ist die mangelnde Fundierung des Diskontierungszinssatzes der zukünftig erwarteten Erträge. Dieser wird entweder einfach „aus dem Bauch“ geschätzt, oder mit Hilfe von Kapitalmarktmodellen, wie dem CAPM, berechnet. Ein sinnvoller Einsatz des CAPM bei der Investitionsrechnung scheidet jedoch daran, dass keine geeigneten Kapitalmarktdaten vorliegen. Zudem basiert das CAPM auf den unrealistischen Annahmen eines vollkommenen Kapitalmarkts, womit beispielsweise von Konkurs und Konkurskosten und investitionspezifischen (unsystematischen) Risiken abstrahiert wird. Es ist offensichtlich sinnvoll, die besten verfügbaren Informationen über Risiken im Rahmen der Investitionsrechnung zu berücksichtigen. Die Risiken einer Investition sollten im Rahmen der Investitionsplanung (Projektkalkulation) unmittelbar erfasst, quantitativ bewertet und im Hinblick auf die Konsequenzen für den Diskontierungszinssatz ausgewertet werden. Als Risikomaß kann dabei der Eigenkapitalbedarf (Risikokapital) verwendet werden, der alle nicht diversifizierten (zusätzlichen) Risiken erfasst. Der Eigenkapitalbedarf drückt aus, wie viel Verluste einem Unternehmen durch ein Investitionsprojekt entstehen können und bestimmt damit zugleich die angemessene Finanzierungsstruktur eines Projekts. Die Berechnung des Eigenkapitalbedarfs erfordert die Anwendung von Simulationsverfahren (Monte Carlo-Simulation). Bei diesem Verfahren werden unter Berücksichtigung der Risiken eine große repräsentative Anzahl möglicher Zukunftsszenarien für ein Investitionsprojekt berechnet, um so auf den möglichen Umfang von Verlusten schließen zu können, der mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit nicht überschritten wird. Ein höherer Umfang von Risiken führt hiermit zu einem höheren Bedarf an (teurem) Eigenkapital, was eine Zunahme des Diskontierungszinssatzes und damit einem sinkenden Netto-Barwert einer Investition zur Folge hat. Auf diese Weise kann der tatsächliche Risikoumfang adäquat in der Investitionsrechnung berücksichtigt werden. Das hier vorgestellte Verfahren einer simulationsbasierten Investitionsrechnung (auf Grundlage des „Risikodeckungsansatzes“ der Bewertung)

kann dazu beitragen, bei Investitionsentscheidungen den Risikoumfang planungskonsistent zu berücksichtigen und so ein fundiertes Abwägen der erwarteten Erträge und der Risiken einer Investition zu gewährleisten.

Literaturverzeichnis

- ALBRECHT, P./MAURER, R./MÖLLER, M. 1998: Shortfall-Risiko / Excess-Chance-Entscheidungskalküle, in: Zeitschrift für Wirtschafts- und Sozialwissenschaft (ZWS), Heft 118, S. 249-274.
- BACKHAUS, K./UEKERMANN, H. 1990: Projektfinanzierung: Eine Methode zur Finanzierung von Großprojekten, in: Wissenschaftliches Studium, Heft 3, S. 106-112.
- BECKER, G. 1999: Grundlagen der Projektfinanzierung, in: WISU, Heft 6, S. 811-813.
- FAMA, E./FRENCH, K. 1992: The Cross-Section of Expected Security Returns, in: Journal of Finance, Vol. 47 (1992), No. 2, S. 427-465.
- FAMA, E./FRENCH, K. 2004: The Capital Asset Pricing Model: Theory and Evidence, in: Journal of Economic Perspectives, Vol. 18 (2004), S. 25-46.
- FÜSER, K./GLEIßNER, W. 2005: Rating Lexikon, München 2005.
- GLEIßNER, W. (2001): Wertorientierte strategische Steuerung, in: Gleißner W./Meier G. (Hrsg.): Wertorientiertes Risiko-Management für Industrie und Handel, Wiesbaden 2001, S. 63-100.
- GLEIßNER, W. 2004: Future Value – 12 Module für eine strategische wertorientierte Unternehmensführung, Wiesbaden 2004.
- GLEIßNER, W. 2005: Kapitalkostensätze: Der Schwachpunkt bei der Unternehmensbewertung und im wertorientierten Management, in: Finanz Betrieb, Heft 4, S. 217-229.
- GLEIßNER, W., ROMEIKE, F. 2005: Risikomanagement - Umsetzung, Werkzeuge, Risikobewertung, Freiburg et al. 2005.
- GROB, H./MRZYK, A. 1997: Risiko-Chancen-Analyse in der Investitionsrechnung – Integration von VOFI und Crystal Ball, Working Paper, Universität Münster, S. 1-26.
- HAUGEN, R. 2004: The New Finance, 3rd Edition, Upper Saddle River NJ 2004.
- HERING, T. 1999: Finanzwirtschaftliche Unternehmensberatung, Wiesbaden 1999.
- HOITSCH, H./BACKES, M. 1992: Die ökonomische Bewertung strategischer Investitionen im CIM-Bereich, in: Journal für Betriebswirtschaft, Heft 1, S. 41-56.

- HUTHER, A. 2003: Integriertes Chancen- und Risikomanagement - Zur ertrags- und risikoorientierten Steuerung von Real- und Finanzinvestitionen in Industrieunternehmen, Wiesbaden 2003.
- KERSTEN, F. 1996: Simulation in der Investitionsplanung, Wiesbaden 1996.
- KRAINER, R. 1977: Interest Rates, Leverage, and Investor Rationality, in: Journal of Financial and Quantitative Analysis, Heft 12, S. 1-16.
- KRUSCHWITZ, L. 2003: Investitionsrechnung, 9. Auflage, München 2003.
- KRUSCHWITZ, L./LÖFFLER A. 2005: Discounted Cash Flow – A theory of the valuation of firms, Chichester et al. 2005.
- KRUSCHWITZ L./MILDE H. 1996: Geschäftsrisiko, Finanzierungsrisiko und Kapitalkosten, in: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, Heft 48, S. 1115-1133.
- NEUMANN, v. J./MORGENSTERN, O. 1947: Theory of games and economic behavior, 2nd edition, Princeton 1947.
- REUTER, A. 1999: Was ist und wie funktioniert Projektfinanzierung?, in: Der Betrieb, Band 52 (1999), Heft 1, S. 31-37.
- SHLEIFER, A. 2000: Inefficient Markets: An Introduction to Behavioral Finance, Oxford 2000.
- SPREMANN, K. 2004: Valuation: Grundlagen moderner Unternehmensbewertung, München 2004.
- WEINSTEIN, M. 1981: The Systematic Risk of Corporate Bonds, in: Journal of Financial and Quantitative Analysis, Vol. XVI (1981), No. 3, S. 257-278.
- WERTHSCHULTE, H. 2005: Kreditrisikomessung bei Projektfinanzierungen durch Risikosimulation, Wiesbaden 2005.