



Universität Augsburg  
Prof. Dr. Hans Ulrich Buhl  
Kernkompetenzzentrum  
Finanz- & Informationsmanagement  
Lehrstuhl für BWL, Wirtschaftsinformatik,  
Informations- & Finanzmanagement

**UNIA**  
Universität  
Augsburg  
University

Diskussionspapier WI-48

## **Integrierte Rendite-/Risikosteuerung auf Basis gewichteter Kapitalkosten?**

von

Gerhard Satzger, Bernd Reitwiesner

April 1999

in: Steiner, M., Dittmar, T., Willinsky, C., Hrsg., Elektronische  
Dienstleistungswirtschaft und Financial Engineering, Tagungsband der  
2. Internationalen FAN-Tagung 1999, Augsburg, September 1999, Schüling,  
Münster, 1999, S.113-138

# **Integrierte Rendite-/Risikosteuerung auf Basis gewichteter Kapitalkosten ?\***

von

Gerhard Satzger, Bernd Reitwiesner<sup>†</sup>

1 Einführung	1
2 Ein Paradoxon bei Verwendung gewichteter Kapitalkosten ?	5
3 Bewertung mischfinanzierter Projekte auf Basis gewichteter Kapitalkosten	6
3.1 Alternative Finanzierungsprämissen	7
3.2 Bewertung von Investitionen bei konstantem Projektverschuldungsgrad	11
3.3 Bewertung von Investitionen bei konstantem Objektverschuldungsgrad	13
3.4 Ein zusammenfassendes Beispiel für die Wirkung der alternativen Finanzierungsprämissen	14
3.4.1 Konstanter Projektverschuldungsgrad	15
3.4.2 Konstanter Objektverschuldungsgrad	17
3.5 Bewertung der alternativen Finanzierungsprämissen	18
4 Zusammenfassung, Fazit und Ausblick	20
Literatur	22

---

\* Die Autoren bedanken sich bei der SAP AG, Walldorf, für die Förderung dieser Arbeit im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsprojektes mit dem Lehrstuhl für BWL mit Schwerpunkt Wirtschaftsinformatik (Prof. Dr. H. U. Buhl) der Universität Augsburg sowie bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für die Förderung dieser Arbeit im Rahmen der DFG-Forschergruppe *Effiziente Elektronische Koordination in der Dienstleistungswirtschaft*.

<sup>†</sup> PD Dr. Gerhard Satzger, Dipl.-Wirtsch.Inf. Bernd Reitwiesner, Lehrstuhl für BWL mit Schwerpunkt Wirtschaftsinformatik, Universität Augsburg, Universitätsstr. 16, 86135 Augsburg, Tel.: 0821/598-{4139, 4111}, e-mail: {gerhard.satzger, bernd.reitwiesner}@wiso.uni-augsburg.de

## 1 Einführung

Die Rendite-/Risikosteuerung, die sich im Bankbereich zunehmend durchsetzt - was sich in der Entwicklung der sog. Risk Adjusted Profitability Measures (RAPM) und deren Umsetzung mit Hilfe geeigneter Informations- bzw. Anwendungssysteme<sup>1</sup> manifestiert -<sup>2</sup> wird in Zukunft auch für die Industrieunternehmung ein Thema werden, das nicht mehr mit Hilfe einfacher „Daumenregeln“ bewältigt werden kann.

So wird in den einschlägigen Veröffentlichungen zur wertorientierten Unternehmensführung die Orientierung der Geschäfts-, Investitions- und Ausschüttungspolitik der Kapitalgesellschaften an einer dem jeweiligen Risiko entsprechenden angemessenen Rendite des zur Verfügung gestellten Kapitals gefordert.<sup>3</sup> Notwendige Voraussetzung für eine am Shareholder Value orientierte Geschäftspolitik sind somit geeignete, rendite- und risikoorientierte Controllinginstrumente.<sup>4</sup> Eine der zentralen methodischen Fragen im Rahmen der Rendite-/Risikosteuerung von (Industrie-)Unternehmungen ist die Entscheidung über Investitionsprojekte unterschiedlicher Risikohaftigkeit. Die Beurteilung und insbesondere der Vergleich solcher Projekte bereitet in der Praxis immer wieder Probleme. Vision dabei wäre die Verfügbarkeit von Bewertungsmethoden, die Bar- oder Endwerte von Investitionsprojekten - unabhängig von der Art der Projekte und dem Geschäftsbereich, welchem sie zuzuordnen sind - auf risikoadjustierter Basis unmittelbar miteinander vergleichbar machen.

Sowohl in der einschlägigen Literatur zur wertorientierten Unternehmensführung<sup>5</sup> als auch in der klassischen Finanzierungsliteratur<sup>6</sup> wird für die Beurteilung risikobehafteter mischfinanzierter Investitionen und für die Ermittlung des Wertes der Gesamtunternehmung eine Bewertung auf Basis gewichteter Kapitalkosten - auch als Weighted Average Cost of Capital (WACC) bezeichnet - vorgeschlagen. Diese lassen sich aus den risikoangepaßten Renditeforderungen der Eigenkapitalgeber, den

---

<sup>1</sup> Wie z.B. dem RAROC<sup>TM</sup> 2020 System von Bankers Trust; vgl. „<http://www.bankerstrust.com/raroc>“ (Stand 15.4.1999).

<sup>2</sup> Vgl. z.B. Parsley (1995) oder Matten (1996).

<sup>3</sup> Vgl. z.B. Arntz *et al.* (1996), S. 543, oder Siegert (1994), S. 124.

<sup>4</sup> Neben dem reinen Steuerungszweck erscheint - vor dem Hintergrund der Konkurrenz um Beteiligungskapital - die Verfügbarkeit möglichst exakter, nicht nur rein qualitativer Information über Rendite *und* Risiko von Projekten aber auch zu Berichtszwecken unbedingt erforderlich.

<sup>5</sup> Vgl. z.B. Copeland *et al.* (1998), S. 157, Rappaport (1986), S. 55 f., Arntz *et al.* (1996), S. 569, oder Hölscher (1997), S. 20.

<sup>6</sup> Vgl. z.B. Brealey/Myers (1996), S. 457 u. 517 ff., Süchting (1995), S. 535 ff., Brigham/Gapenski (1990), S. 152 ff. oder Copeland/Weston (1988), S. 39.

Kapitalkosten der einzelnen Fremdfinanzierungsformen sowie der intendierten Kapitalstruktur („target capital structure“) der Unternehmung ermitteln.

Als Anwendungsprobleme dieses Ansatzes werden in der Literatur u.a. die geeignete Ermittlung der Fremd- und insbesondere der Eigenkapitalkosten, die Festlegung der Zielkapitalstruktur der Unternehmung sowie die als „Zirkularitätsproblem“ bezeichnete Problematik der Ermittlung des Marktwertes der Gesamtunternehmung auf Basis der mit den Marktwerten von Eigen- und Fremdkapital zum Marktwert der Gesamtunternehmung gewichteten Kapitalkosten diskutiert.<sup>7</sup> Die Verwendung gewichteter Kapitalkosten stellt einen der möglichen Ansätze im Rahmen der sog. Discounted Cash Flow (DCF)-Verfahren zur Unternehmensbewertung dar und wird als der im angelsächsischen Sprachraum am meisten verbreitete Ansatz zur Ermittlung des Shareholder Value angesehen.<sup>8</sup> So wird er auch von RAPPAPORT<sup>9</sup> sowie COPELAND, KOLLER und MURRIN<sup>10</sup> als den Klassikern der wertorientierten Unternehmensführung vorgeschlagen.

Neben der Methode der gewichteten Kapitalkosten (WACC) werden auch das Total Cash Flow- (TCF), das Adjusted Present Value- (APV) und das Flow to Equity- (FTE) Verfahren als DCF-Verfahren subsumiert.<sup>11</sup> Dabei handelt es sich - wie auch in Abbildung 1 grafisch veranschaulicht - beim WACC-, TCF- und APV-Ansatz um Gesamtkapitalansätze (Bruttomethode oder Entity-Approach), beim FTE-Ansatz um einen Eigenkapitalansatz (Nettomethode oder Equity-Approach). Bei Anwendung einer Bruttomethode wird der Wert des Eigenkapitals indirekt ermittelt, indem der Wert des Fremdkapitals vom Gesamtunternehmenswert abgezogen wird, der aus dem operativ erzielten Cash Flow vor Zinsen und nach Steuern (und Investitionen) sowie auf Basis der Gesamtkapitalkosten ermittelt wird. Bei der Anwendung der Nettomethode wird hingegen der Wert des Eigenkapitals direkt aus dem den Eigenkapitalgebern zustehenden Cash Flow (nach Zinsen) durch Diskontierung mit den Eigenkapitalkosten ermittelt. Die verschiedenen Gesamtkapital-Ansätze unterscheiden sich in der Abbildung der Fremdfinanzierung sowie der Erfassung der aus der Fremdfinanzierung aufgrund der steuermindernden Wirkung von Fremdkapitalzinsen resultierenden Steuerersparnis, welche auch als *Tax-Shield* bezeichnet wird. So wird das Tax-Shield beim TCF-Verfahren durch eine Korrektur der Zahlungsüberschüsse, beim WACC-

---

<sup>7</sup> Vgl. für die ersten beiden genannten Anwendungsprobleme z.B. *Pape* (1997), S. 112, oder *Bühner* (1997), S. 15, und für das „Zirkularitätsproblem“ *Schneider* (1992), S. 525, oder *Schwetzler/Darijschuk* (1999).

<sup>8</sup> Vgl. *Richter* (1996), S. 1076.

<sup>9</sup> Vgl. *Rappaport* (1986).

<sup>10</sup> Vgl. *Copeland et al.* (1998).

<sup>11</sup> Vgl. *Hachmeister* (1996), S. 251. Soweit nicht anders angemerkt, beziehen sich die Ausführungen dieses und der nächsten beiden Absätze insbesondere auf *Hachmeister* (1996) und *Richter* (1996).

Verfahren durch eine Anpassung der Fremdkapitalkosten erfasst.<sup>12</sup> Beim APV-Ansatz wird zunächst der Gesamtunternehmenswert auf Basis der Eigenkapitalkosten ermittelt und dann um den durch die Art der Finanzierung und deren steuerliche Wirkung induzierten Wertbeitrag korrigiert.<sup>13</sup> Das Tax-Shield wird im Rahmen des APV-Ansatzes also isoliert bewertet.

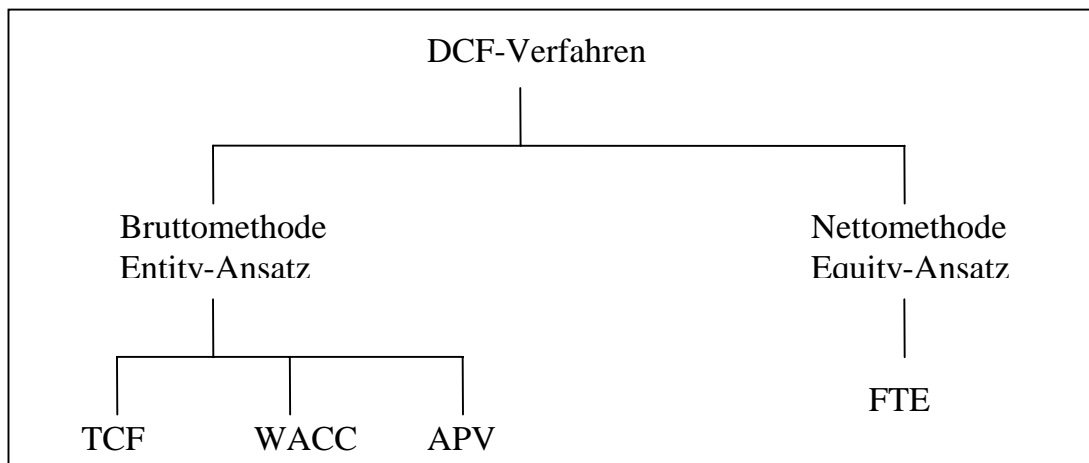


Abbildung 1: Systematisierung der verschiedenen DCF-Verfahren

In der Literatur finden sich dementsprechend Vergleiche dieser Methoden untereinander sowie Ansätze zu deren Harmonisierung. Auch wird die Vereinbarkeit der DCF-Methoden mit der im deutschen Sprachraum verbreiteten Ertragswertmethode erörtert.<sup>14</sup> So untersucht beispielsweise HACHMEISTER auf Basis eines modelltheoretischen Ansatzes, unter welchen Finanzierungsprämissen (Bruttogewinn- vs. Nettogewinnhypothese)<sup>15</sup> die verschiedenen Ansätze zu gleichen bzw. unterschiedlichen

<sup>12</sup> Legt man, wie in dieser Arbeit, eine Vorsteuer-Betrachtung zugrunde, dann sind der WACC- und der TCF-Ansatz identisch.

<sup>13</sup> Vgl. *Brealey/Myers* (1996), S. 525 ff.

<sup>14</sup> Vgl. z.B. *Hachmeister* (1996) oder *Kaden et al.* (1997). Bei der Ertragswertmethode handelt es sich um eine Netto-Methode, die somit mit dem FTE-Ansatz vergleichbar ist. Mit Hilfe der Ertragswertmethode wird der Wert der Unternehmung für die Eigenkapitalgeber auf Basis von periodisierten Größen als „Summe der diskontierten zukünftigen Periodenerfolge vor Berücksichtigung des Kaufpreises“ (s. *Pape* (1997), S. 57) ermittelt, wohingegen im Rahmen des FTE-Ansatzes der Marktwert des Eigenkapitals auf Basis von Cash Flow-Größen ermittelt wird.

<sup>15</sup> Die von Modigliani und Miller aufgestellte These von der Irrelevanz der Kapitalstruktur für den Gesamtwert der Unternehmung wird auch als Bruttogewinnhypothese, der Bereich konstanter (d.h. vom Verschuldungsgrad unabhängiger) Eigen- und Fremdkapitalkosten der sog. traditionelle These des u-förmigen Verlaufs der durchschnittlichen Kapitalkosten wird als Nettogewinnhypothese bezeichnet. Eine kompakte Darstellung der beiden Thesen findet sich z.B. in *Perridon/Steiner* (1997), S. 486 ff. oder *Rehkugler/Schindel* (1992), S. 168 ff.

Ergebnissen führen. RICHTER untersucht, ausgehend vom APV-Ansatz als Referenzmodell, unter welchen Voraussetzungen der WACC-Ansatz vor dem Hintergrund deutscher Besteuerungs- und Rechnungslegungsvorschriften zu denselben Ergebnissen bei der Ermittlung des Unternehmenswertes führt.

Als *wesentliche Voraussetzung* für die Anwendbarkeit des WACC-Ansatzes wird dabei sowohl von HACHMEISTER als auch von RICHTER einheitlich eine *im Zeitablauf konstante Kapitalstruktur* genannt, da bei einem Abweichen der tatsächlichen Finanzierung von der implizit unterstellten ein verzerrter Unternehmenswert ermittelt würde. Im Falle einer Änderung der Kapitalstruktur, z.B. durch weitere Zuführung von Fremdkapital, wären die gewichteten Kapitalkosten entsprechend anzupassen. Dabei macht es aus rein methodischer Sicht keinen Unterschied, ob der WACC-Ansatz zur Bewertung der Gesamtunternehmung, einer Geschäftseinheit oder einer einzelnen Investition angewandt wird.<sup>16</sup> Jede zu bewertende Einheit - sei es ein einzelnes Projekt oder ein Aggregat einer beliebigen Anzahl von Projekten - kann als *ein* Investitionsprojekt interpretiert und bewertet werden. Deshalb wird im weiteren Verlauf dieser Arbeit ausschließlich auf der Ebene von Investitionsprojekten argumentiert.

In diesem Beitrag soll deshalb die für die Anwendung des WACC-Ansatzes zentrale Annahme einer konstanten Kapitalstruktur für mischfinanzierte Investitionsprojekte, denen eine Finanzierung und die entsprechende Tilgung *nicht* direkt zurechenbar ist, kritisch untersucht werden. Eine solche Bewertungssituation ist insbesondere dann gegeben, wenn langfristige, strategische Investitionen im Hinblick darauf zu bewerten sind, ob sie in der Lage sind, die ihrem Geschäftsrisiko entsprechenden Renditeforderungen der Shareholder inklusive der zur Finanzierung erforderlichen Fremdkapitalzinsen zu erwirtschaften. An einem einfachen Beispiel wird in Abschnitt 2 zunächst gezeigt, daß die Verwendung gewichteter Kapitalkosten auch in solchen Fällen, in denen die Kapitalstruktur nicht exogen variiert wird, zu einer verzerrten Investitionsbeurteilung führen kann. Dieses Ergebnis wird deutlich werden lassen, daß die Annahme einer konstanten Kapitalstruktur nicht eindeutig definiert ist. Deshalb werden in Abschnitt 3 zwei alternative Möglichkeiten der Definition einer über die Zeit konstanten Kapitalstruktur bzw. eines über die Zeit konstanten Verschuldungsgrades identifiziert. Dazu wird zu analytischen Zwecken differenziert zwischen dem im *Investitionsprojekt* insgesamt, d.h. dem sowohl im eigentlichen Investitionsobjekt als auch in der zugehörigen Finanzierung, gebundenen Kapital sowie dem lediglich im eigentlichen *Investitionsobjekt* gebundenen Kapital. Aufbauend auf diesen beiden denkbaren Varianten werden alternative Verschuldungsgrade definiert und die Auswirkungen der beiden unterschiedlichen Definitionen auf die Bewertung von Investitionsprojekten analysiert. Die impliziten Annahmen, die in den beiden

---

<sup>16</sup> Zur Anwendbarkeit von Discounted Cash Flow-Verfahren auf unterschiedliche Arten von Bewertungsobjekten vgl. auch *Kirsch/Krause* (1996), S. 795.

verschiedenen Ansätzen enthalten sind, werden aufgedeckt. Dabei kann verdeutlicht werden, daß die üblicherweise bei Verwendung konstanter gewichteter Kapitalkosten zugrundegelegten Annahmen wenig realitätsnah sind und daher schwerlich dem tatsächlichen Verhalten von Fremdkapitalgebern entsprechen können.

Vor diesem Hintergrund wird schließlich vorgeschlagen, auch *konstant* mischfinanzierte Projekte, denen eine Finanzierung nicht direkt zurechenbar ist, nicht auf der Basis gewichteter Kapitalkosten, sondern stattdessen unter expliziter Verwendung der Kosten der einzelnen Kapitalbestandteile auf Basis eines APV-Ansatzes zu bewerten.

## 2 Ein Paradoxon bei Verwendung gewichteter Kapitalkosten ?

Bei der Festlegung der Kapitalkosten einer Unternehmung wird in der Regel von deren gegenwärtiger bzw. angestrebter Kapitalstruktur ausgegangen, aus der dann gewichtete Kapitalkosten anhand der Anteile und der Kosten der einzelnen Kapitalbestandteile abgeleitet werden. Die Anpassung an verschiedene Risiken bei der Beurteilung einzelner Projekte erfolgt durch Zu- bzw. Abschläge von den in die Ermittlung des Kapitalkostensatzes eingehenden Kosten der einzelnen Kapitalbestandteile.<sup>17</sup> Dieser Kapitalkostensatz findet dann als Kalkulationszinssatz Eingang in die Investitionsrechnung. Die Verwendung gewichteter Kapitalkosten kann jedoch bei der Bewertung mehrperiodiger Projekte zu unangemessenen Ergebnissen führen, wie das folgende Beispiel zeigt.

### Beispiel:

Ein Projekt sei gekennzeichnet durch folgende Zahlungen  $a_t$  zu den Zeitpunkten  $t = 0,1,2$ , die jeweils ein Jahr auseinanderliegen:

$$a_0 = -100; a_1 = 0; a_2 = 144,5$$

Die Finanzierung erfolge je zur Hälfte durch Eigen- und Fremdkapital. Die (risikoadjustierte) Renditeforderung der Eigenkapitalgeber betrage 30% p.a., die Zinsansprüche der Fremdkapitalgeber seien 10% p.a. Daraus ergeben sich gewichtete Kapitalkosten  $k'$  in Höhe von 20 %.

Der zugehörige Endwert  $C_T(k')$

$$C_T(k') = \sum_{t=0}^T a_t (1+k')^{(T-t)} \quad (1)$$

berechnet sich für das Beispiel zu  $C_T(0,2) = 0,5$ . Damit wäre die Investition als vorteilhaft zu beurteilen. Das unter zusätzlicher Berücksichtigung des (verzinsten) eingesetzten Kapitals sich ergebende Endvermögen  $V_T(k')$

<sup>17</sup> Vgl. Brigham/Gapenski (1990), S. 95 f. und S. 368.

$$V_T(k') = -a_0(1+k')^T + C_T(k') \quad (2)$$

beliefe sich auf  $V_T(0,2) = 144,5$ .

Betrachtet man allerdings *explizit* die alternative Verwendung des eingesetzten Kapitals, so stellt man fest, daß die Anlage der jeweiligen Kapitalanteile zur Eigenkapitalrendite bzw. zum Fremdkapitalzins insgesamt zu einem höheren Endvermögen führen als die Durchführung der Investition:

	t=0	t=1	t=2
Eigenkapital in t (Verzinsung zu 30%)	50	65	84,5
Fremdkapital in t (Verzinsung zu 10%)	50	55	60,5
Endvermögen			145,0

*Tabelle 2-1:* Entwicklung des Eigen- und Fremdkapitalanteils in Beispiel 1 bei Realisierung der Alternativanlage.

Mithin ist die alternative Anlage offensichtlich günstiger und die Investition sollte daher *nicht* durchgeführt werden. Die Verwendung durchschnittlicher Kapitalkosten impliziert fälschlicherweise, daß die für die Berechnung der Finanzierungskosten zugrundegelegte Gewichtung über die gesamte Laufzeit des Projektes konstant bleibt. Dies ist jedoch nicht der Fall, obwohl die Kapitalstruktur des Projektes nicht exogen variiert wird, d.h. während der Laufzeit des Projektes wird explizit weder weiteres Fremdkapital aufgenommen noch der Fremdkapitalanteil reduziert. Dennoch verschiebt sich (allein) aufgrund der im Vergleich zum Fremdkapitalzins höheren Renditeforderung der Eigenkapitalgeber diese Gewichtung zugunsten des Eigenkapitals. Somit kann die übliche Verwendung gewichteter Kapitalkosten in mehrperiodigen Betrachtungen zu falschen Ergebnissen bei der Beurteilung der Vorteilhaftigkeit einer Investition führen.<sup>18</sup>

### 3 Bewertung mischfinanzierter Projekte auf Basis gewichteter Kapitalkosten

In diesem Abschnitt soll nun näher analysiert werden, wodurch der in Abschnitt 2 aufgezeigte Effekt zustandekommt. Dazu wird untersucht, wie sich alternative Definitionen einer konstanten Mischfinanzierung bzw. eines konstanten Verschuldungsgrades auf die Beurteilung von mehrperiodigen, mischfinanzierten Investitionsprojekten, denen eine Finanzierung und die entsprechende Tilgung nicht direkt zugerechnet werden kann, auswirken. Das Treffen von Annahmen über die Entwicklung der Verschuldung im Zeitablauf ist notwendig, da die tatsächliche

<sup>18</sup> Vgl. z.B. auch Blohm/Lüder (1995).



Entwicklung der Verschuldung im Zeitablauf aufgrund der mangelnden Zurechenbarkeit einer Tilgung nicht beobachtet werden kann. Es wird sich herausstellen, daß die Beurteilung solcher Investitionsprojekte wesentlich von der der Bewertung zugrunde gelegten Annahme über die Entwicklung der Verschuldung über die Projektlaufzeit abhängt und daß die gegenwärtig in der Praxis verwendeten Investitionsrechnungsmethoden hier implizit Annahmen beinhalten, die zumindest als fragwürdig erscheinen müssen.

### 3.1 Alternative Finanzierungsprämissen

Folgende Annahmen werden den weiteren Betrachtungen in diesem Abschnitt zugrunde gelegt:

- (A1) Die Zahlungsreihe einer Investition sei gegeben durch eine (sichere) Auszahlung  $a_0$  sowie unsichere Einzahlungen  $\tilde{z}_t$  für  $t = 1(1)T$ . Die unsicheren Einzahlungen  $\tilde{z}_t$  werden dabei als normalverteilt mit dem Erwartungswert  $e_t = E(\tilde{z}_t)$  und der Standardabweichung  $\sigma_{e_t}$  sowie voneinander unabhängig angenommen ( mit  $a_0 > 0$ ;  $e_t \geq 0$  für alle  $t = 1(1)T$  ). Die Standardabweichungen  $\sigma_{e_t}$  der unsicheren Einzahlungen werden als für alle Zahlungszeitpunkte gleich angenommen:  $\sigma_{e_t} = \sigma_e$  für alle  $t = 1(1)T$ .<sup>19</sup>
- (A2) Die Unternehmung maximiert das Endvermögen der Eigenkapitalgeber. Alternativ könnten diese mit ihrem Kapital eine risikoadjustierte Rendite von  $k_e$  erzielen.<sup>20</sup> Die Renditeforderung der Eigenkapitalgeber wird als über die gesamte Laufzeit konstant angenommen.
- (A3) Der Fremdkapitalzins  $z$  wird ebenfalls als über die gesamte Laufzeit konstant angenommen. Da die Eigenkapitalgeber ein höheres Risiko als die Fremdkapitalgeber tragen, wird die Renditeforderung der Eigenkapitalgeber größer als der Fremdkapitalzins angenommen ( $k_e > z$ ).

Die Annahmen (A2) und (A3) implizieren, daß sowohl die Renditeforderungen der

<sup>19</sup> Damit wird das primäre Investitionsrisiko als für alle Perioden gleich angenommen. Als *primäres Investitionsrisiko* oder auch als *Geschäftsrisiko* wird dasjenige Risiko einer Investition bezeichnet, das darin besteht, daß Einzahlungen oder Auszahlungen, die aus dem Investitionsprojekt resultierten, nicht in der geplanten Höhe erfolgen. Ist eine Investition zum Teil fremdfinanziert, kommt zu diesem primären Investitionsrisiko als weitere Komponente das sog. *Kapitalstrukturrisiko* hinzu, dessen Höhe vom Verschuldungsgrad des Investitionsprojektes abhängt.

<sup>20</sup> Üblicherweise wird für die Investitionsbewertung im Rahmen von DCF-Verfahren eine Risikoadjustierung auf Basis des Capital Asset Pricing Model (CAPM) vorgeschlagen, so z.B. bei Arntz et al. (1996), S. 547 ff. oder Copeland et al. (1998), S. 378 f.

Eigen- als auch die der Fremdkapitalgeber von einer Variation des Verschuldungsgrades unabhängig sind, die Kapitalgeber also auf eine Veränderung des Kapitalstrukturrisikos nicht mit höheren Renditeforderungen reagieren. Damit wird die Anwendbarkeit gewichteter Kapitalkosten zur Bewertung mischfinanzierter Investition unter der Annahme der Gültigkeit der sog. *traditionellen These* über die Reaktion der Kapitalgeber auf die Verschuldungspolitik einer Unternehmung (bei konstantem primären Investitionsrisiko) untersucht. Diese geht davon aus, daß unterhalb eines kritischen Verschuldungsgrades  $\lambda_{krit}$  die Renditeforderungen der Eigen- und Fremdkapitalgeber von der Kapitalstruktur unbeeinflusst sind. In diesem Bereich, der auch als Nettogewinnhypothese bezeichnet wird, fallen die durchschnittlichen Kapitalkosten mit zunehmender Verschuldung. Übersteigt der Verschuldungsgrad den kritischen Verschuldungsgrad  $\lambda_{krit}$ , dann werden zunächst die Eigenkapitalgeber ihre Renditeforderungen erhöhen. Bei weiter steigendem Verschuldungsgrad werden auch die Fremdkapitalgeber ihre Rückzahlungsansprüche als gefährdet ansehen und von daher ihre Zinsforderungen erhöhen.<sup>21</sup> Im Bereich „rechts“ von  $\lambda_{krit}$  können in Abhängigkeit von den konkreten Verlaufsfunktionen der Renditeforderungen der Eigen- und Fremdkapitalgeber in Abhängigkeit vom Verschuldungsgrad die durchschnittlichen bzw. gewichteten Kapitalkosten zunächst noch fallen, bevor sie ihr Minimum erreichen und dann wieder ansteigen. Da für den Bereich „rechts“ von  $\lambda_{krit}$  ohne genaue Kenntnis der Verlaufsfunktionen der Renditeforderungen der Eigen- und Fremdkapitalgeber keine Aussagen getroffen werden können, konzentrieren wir unsere Untersuchungen auf den als Nettogewinnansatz bezeichneten Bereich „links“ von  $\lambda_{krit}$ , für den die in (A2) und (A3) formulierten Annahmen gelten. Eine Untersuchung der Anwendbarkeit des WACC-Ansatzes bei Annahme der Gültigkeit der von Modigliani und Miller vorgestellten These der Irrelevanz der Kapitalstruktur für den Marktwert einer Unternehmung erübrigt sich für eine Vorsteuer-Betrachtung, da als Kernpunkt dieser These die durchschnittlichen (gewichteten) Gesamtkapitalkosten als konstant und vom Verschuldungsgrad unabhängig angenommen werden.<sup>22</sup>

Ist ein mehrperiodiges Investitionsprojekt vollständig eigenfinanziert<sup>23</sup>, so kann die Vorteilhaftigkeit des Projektes bekanntermaßen ermittelt werden auf Basis des Endwertes  $C_T^u(k_e)$  mit Hilfe der Entscheidungsregel:

$$C_T^u(k_e) = -a_0(1+k_e)^T + \sum_{t=1}^T e_t(1+k_e)^{T-t} > 0 \quad (3)$$

Ist die Investition mischfinanziert, sind in ihr also sowohl Eigen- als auch Fremdkapital

<sup>21</sup> Vgl. z.B. *Rehkugler/Schindel* (1992), S. 172.

<sup>22</sup> Vgl. z.B. *Rehkugler/Schindel* (1992), S. 170.

<sup>23</sup> Bezeichnet mit dem Index „u“ für „unverschuldet“.

gebunden, so wird üblicherweise die folgende zusätzliche Annahme getroffen:<sup>24</sup>

(A4) Die Investition wird zum Teil mit Fremdkapital finanziert, für das ein Zinssatz von  $z > 0$  zu entrichten ist. Der Verschuldungsgrad  $\lambda$  gibt dabei die Zusammensetzung des investierten Kapitals  $a_0$  aus Fremdkapital  $FK$  und Eigenkapital  $EK$  an:

$$\lambda := \frac{FK}{EK} \quad (4)$$

Bei genauer Betrachtung fällt auf, daß die Annahme (A4) lediglich eine Aussage über die Zusammensetzung des Kapitals im Zeitpunkt  $t=0$  trifft. Der so durch (4) definierte Verschuldungsgrad sollte also exakter mit  $\lambda_0$  bezeichnet werden.<sup>25</sup> Für eine korrekte Bewertung mischfinanzierter mehrperiodiger Projekte ist es jedoch notwendig, die Entwicklung der Kapitalstruktur bzw. der Finanzierung der Investition über die *gesamte* Projektlaufzeit korrekt zu erfassen. Die obige Annahme ist in diesem Sinne zumindest unvollständig.

Um zu analysieren, welche unterschiedlichen Annahmen der Definition einer konstanten Kapitalstruktur zugrunde liegen und wie sich diese auf die Bewertung „konstant“ mischfinanzierter Projekte auswirken, sei hier bezüglich der Entwicklung der Kapitalstruktur über die Projektlaufzeit unterschieden zwischen dem im eigentlichen Investitionsobjekt gebundenen Kapital einerseits und dem im Investitionsprojekt insgesamt, d.h. dem im Investitionsobjekt inklusive der zugehörigen Finanzierung, gebundenen Kapital andererseits:

$EK_t^p(FK_t^p)$ : Im Zeitpunkt  $t$  in dem Investitionsprojekt insgesamt, d.h. in dem zugrunde liegenden Investitionsobjekt *und* in der zugehörigen Finanzierung, gebundenes Eigen-(Fremd-)Kapital.

$EK_t^o(FK_t^o)$ : Im Zeitpunkt  $t$  nur in dem zugrunde liegenden Investitionsobjekt und nicht auch in der Finanzierung gebundenes Eigen-(Fremd-)Kapital.

So sind im Beispiel des vorangegangenen Abschnitts in  $t=1$  65 GE Eigenkapital im Investitionsprojekt, jedoch nur 50 GE Eigenkapital im Investitionsobjekt gebunden (vgl. Tabelle 2-1).

<sup>24</sup> Vgl. z.B. Arntz *et al.* (1996), S. 563, oder Brealey/Myers (1996), S. 518 f.

<sup>25</sup>  $\lambda_0$  bezeichnet somit den Verschuldungsgrad der Anfangsauszahlung des betrachteten Investitionsprojektes.

Bezeichnet man mit  $x_t$  denjenigen Anteil der erwarteten Investitionsrückflüsse  $e_t$  einer Periode, der für Zins und Tilgung des Fremdkapitals verwendet wird und dementsprechend den für eine Rückzahlung an die Eigenkapitalgeber verbleibenden Anteil mit  $(1-x_t)$ , dann läßt sich die Entwicklung der im Investitionsprojekt gebundenen Kapitalbestandteile im Zeitablauf (für  $t=1(1)T-1$ ) wie folgt formal darstellen:

$$FK_t^p := FK_{t-1}^p(1+z) - x_t e_t \quad (5)$$

$$EK_t^p := EK_{t-1}^p(1+k_e) - (1-x_t)e_t \quad (6)$$

So berechnet sich beispielsweise das am Ende der Periode  $t$  im Projekt insgesamt gebundene Fremdkapital  $FK_t^p$  aus dem am Ende der Vorperiode  $(t-1)$  gebundenen Fremdkapital  $FK_{t-1}^p$  zuzüglich des Verzinsungsanspruches in Höhe von  $z * FK_{t-1}^p$  und abzüglich des Anteils  $x_t$ , den die Fremdkapitalgeber aus den erwarteten Investitionsrückflüssen  $e_t$  erhalten.

Das lediglich im Investitionsobjekt gebundene Kapital verringert sich jeweils gegenüber der Vorperiode durch die Zahlungen an die Fremd- bzw. Eigenkapitalgeber, was sich (für  $t=1(1)T-1$ ) wie folgt formal darstellen läßt:

$$FK_t^o := FK_{t-1}^o - x_t e_t \quad (7)$$

$$EK_t^o := EK_{t-1}^o - (1-x_t)e_t \quad (8)$$

Auf Basis dieser beiden unterschiedlichen Möglichkeiten zur Definition des „gebundenen Kapitals“ ergeben sich nun zwei alternative Möglichkeiten zur Annahme einer über die Projektlaufzeit konstanten Kapitalstruktur:

**Alternative a):**

(A4a) Die Kapitalstruktur des Investitionsprojektes wird so gestaltet, daß die Struktur des im Investitionsprojekt gebundenen Kapitals, also sowohl des im eigentlichen Investitionsobjekt als auch des in der zugehörigen Finanzierung gebundenen Kapitals, konstant bleibt. Der diese Kapitalstruktur charakterisierende Verschuldungsgrad sei als *Projektverschuldungsgrad* ( $\lambda^p$ ) bezeichnet und für  $t=0(1)T-1$  definiert als:

$$\lambda_t^p := \frac{FK_t^p}{EK_t^p} \quad (9)$$

**Alternative b):**

(A4b) Die Kapitalstruktur des Investitionsprojektes wird so gestaltet, daß die Struktur des im eigentlichen Investitionsobjekt gebundenen Kapitals konstant bleibt. Der diese Kapitalstruktur charakterisierende Verschuldungsgrad sei als *Objektverschuldungsgrad* ( $\lambda^o$ ) bezeichnet und für  $t=0(1)T-1$  definiert als:

$$\lambda_t^o := \frac{FK_t^o}{EK_t^o} \quad (10)$$

Betrachten wir nun, welche Konsequenzen die unterschiedlichen Annahmen (A4a) und (A4b) über die Entwicklung der Kapitalstruktur im Investitionsprojekt bzw. -objekt während der Laufzeit des Projektes auf die Bewertung von Investitionsprojekten haben.

### 3.2 Bewertung von Investitionen bei konstantem Projektverschuldungsgrad

Wie man aus den Formeln (5) und (6) entnehmen kann, bildet das im Investitionsprojekt gebundene Kapital die Basis für die Berechnung des Zinsanspruches der Fremdkapitalgeber sowie des Renditeanspruchs der Eigenkapitalgeber. Von daher kann die Berechnung gewichteter Kapitalkosten sinnvollerweise nur auf Basis der Gewichtung der im Investitionsprojekt insgesamt gebundenen Kapitalanteile, d.h. auf Basis des Projektverschuldungsgrades  $\lambda_t^p$ , erfolgen. Diese seien mit  $k_t'$  bezeichnet und berechnen sich zu:

$$k_t' = \frac{1}{1 + \lambda_t^p} k_e + \frac{\lambda_t^p}{1 + \lambda_t^p} z \quad (11)$$

Da gemäß (A4a)  $\lambda_t^p$  als konstant angenommen wird und die Höhe der Renditeforderung der Eigenkapitalgeber sowie der Fremdkapitalzins ebenfalls gemäß (A2) und (A3) konstant sind, handelt es sich hier also um die Konstellation, bei der die gewichteten Kapitalkosten über die gesamte Laufzeit des Projektes konstant bleiben:  $k_t' = k' \forall t = 1(1)T-1$ .

Für die Diskussion der Realitätsnähe dieser Annahme sind einige Folgerungen interessant, die sich für die Aufteilung der Rückflüsse aus der Investition ergeben. Aus (5) und (6) in Verbindung mit (9) ergibt sich der jeweilige Anteil  $x_t$  der Fremdkapitalgeber ( $\forall t = 1(1)T-1$ ) an den Rückflüssen aus dem Investitionsprojekt  $e_t$  (für  $e_t \neq 0$ ) zunächst wie folgt:

$$x_t = \frac{1}{1 + \lambda^p} \left[ \lambda^p - \frac{FK_{t-1}^p (k_e - z)}{e_t} \right] \quad (12)$$

Aus der in (12) dargestellten Aufteilungsregel lassen sich die nachfolgend dargestellten

Aussagen für Investitionsprojekte mit konstantem Projektverschuldungsgrad  $\lambda^p$  ableiten. Dabei ist zu differenzieren zwischen den Fällen, in denen die tatsächlichen Rückflüsse  $e_t$  aus dem Investitionsprojekt größer, kleiner oder gleich Null sind.

Für  $e_t > 0$  gilt für den Anteil  $x_t$  der Fremdkapitalgeber:

$$1.) \quad x_t < \frac{\lambda_0^p}{1 + \lambda_0^p} \quad \forall t = 1 \text{ (1) } T-1$$

(13)

Dies bedeutet, daß der Anteil, welchen die Fremdkapitalgeber aus dem Investitionsrückfluß  $e_t$  erhalten, stets kleiner ist als ihr entsprechender Anteil an der für das Investitionsprojekt getätigten Anfangsauszahlung.

2.) In dem in (14) dargestellten Fall können sich negative Werte für  $x_t$  ergeben:

$$x_t < 0 \Leftrightarrow e_t < EK_{t-1}^p (k_e - z) \quad (14)$$

Ein negativer Anteil  $x_t$  bedeutet dabei die weitere Zuführung von Fremdkapital während der Laufzeit des Investitionsprojektes. Diese muß dann erfolgen, wenn die von den Eigenkapitalgebern geforderte „Überrendite“ in Höhe von  $k_e - z$  auf das in  $(t-1)$  eingesetzte Eigenkapital  $EK_{t-1}^p$  in  $t$  nicht durch die Rückflüsse aus der Investition gedeckt werden kann. Somit wird weiteres Fremdkapital im Investitionsobjekt gebunden, nur um das für die Befriedigung der Renditeforderungen der Eigenkapitalgeber notwendige Kapital bereitzustellen.

Für  $e_t = 0$ <sup>26</sup> und  $e_t < 0$  ergibt sich die zu 2.) analoge Situation, daß die Fremdkapitalgeber weiteres Kapital im Investitionsobjekt binden müssen, wobei die Fremdkapitalgeber an der weiteren Kapitalbindung im Vergleich zu ihrem Kapitalanteil an der Anfangsauszahlung überproportional beteiligt werden.

Insgesamt folgt aus der Aufteilungsregel (12), daß die Höhe der Ausschüttung an die Fremdkapitalgeber und damit die Höhe des Fremdkapitals, welches zu jedem Zeitpunkt im Investitionsobjekt gebunden ist, von der geforderten Eigenkapitalrendite  $k_e$  der Eigenkapitalgeber abhängig ist.

Auf diese Ergebnisse wird in Abschnitt 3.5 bei der Diskussion der Realitätsnähe der alternativen Finanzierungsprämissen noch näher eingegangen werden.

<sup>26</sup> Da (12) für den Fall  $e_t = 0$  nicht definiert ist, muß das Produkt  $e_t x_t$  analysiert werden.

Da bei einer Aufteilung der Rückflüsse gemäß (12) die Struktur des im Investitionsprojekt gebundenen Kapitals im Gegensatz zu dem in Abschnitt 2 dargestellten Beispiel tatsächlich konstant gehalten wird, kann die Investition im Falle eines konstanten Projektverschuldungsgrades  $\lambda^p$  korrekt auf Basis des Endwertes  $C_T(k')$  bewertet werden:

$$C_T(k') = -a_0(1+k')^T + \sum_{t=1}^T e_t(1+k')^{T-t} > 0 \quad (15)$$

Im Folgenden wird das Annahmensystem durch Ersetzung von (A4a) durch (A4b) modifiziert und die dabei auftretenden Unterschiede an einem Beispiel illustriert. Anschließend wird argumentiert, daß dieses neue Annahmensystem der Realität üblicherweise weit angemessener ist als das bisher verwendete.

### 3.3 Bewertung von Investitionen bei konstantem Objektverschuldungsgrad

Nun soll untersucht werden, wie die Rückflüsse aus dem Projekt aufzuteilen sind, wenn man gemäß Annahme (A4b) die Zusammensetzung des im eigentlichen Investitionsobjekt gebundenen Kapitals konstant halten will, und wie sich diese Art der Definition einer über die Laufzeit konstanten Mischfinanzierung auf die Bewertung einer Investition auswirkt. Aus (7) und (8) in Verbindung mit (10) ergibt sich in diesem Fall folgende Aufteilung  $x_t$  der Rückflüsse  $e_t$  ( $\forall t = 1$  (1)  $T-1$ ):

$$x_t = \frac{\lambda^o}{1+\lambda^o} = \frac{\lambda_0^o}{1+\lambda_0^o} \quad (16)$$

Dadurch ergeben sich folgende Ergebnisse:

- 1.) Der Anteil, den die Fremdkapitalgeber aus den Rückflüssen des Investitionsprojektes erhalten, ist über die Laufzeit konstant und entspricht exakt ihrem Anteil an der Anfangsauszahlung zu Beginn des Investitionsprojektes.
- 2.) Wegen  $x_t \geq 0$  ( $\forall t > 0$ ) erfolgt keine weitere Zuführung von Fremdkapital für Zeitpunkte  $t > 0$ .
- 3.) Die Zahlung an die Fremdkapitalgeber für Zins und Tilgung ist von den geforderten Renditen der Eigenkapitalgeber unabhängig.

Da im Falle einer konstanten Kapitalstruktur im Investitionsobjekt die Kapitalstruktur im Investitionsprojekt insgesamt nicht konstant ist (wie man auch dem Beispiel in Abschnitt 3.4.2 entnehmen kann), kann die Investition hier nicht auf Basis (konstanter) gewichteter Kapitalkosten bewertet werden. Statt dessen müssen die für die Eigenkapitalgeber relevanten Zahlungen mit der Renditeforderung der Eigenkapitalgeber und die für die Fremdkapitalgeber relevanten Zahlungen mit dem

Fremdkapitalzins bewertet werden. Der Endwert  $C_T(\lambda^o; k_e; z)$  einer Investition ergibt sich in diesem Falle zu:

$$C_T(\lambda^o; k_e; z) = -\left[\frac{1}{1+\lambda^o} a_0(1+k_e)^T + \frac{\lambda^o}{1+\lambda^o} a_0(1+z)^T\right] + \sum_{t=1}^{T-1} \left[\frac{1}{1+\lambda^o} e_t(1+k_e)^{T-t} + \frac{\lambda^o}{1+\lambda^o} e_t(1+z)^{T-t}\right] + e_T \quad (17)$$

Bezeichnen wir den Endwert der zu einem Zinssatz von  $z$  völlig fremdfinanzierten Investition mit  $C_T(z)$ , denjenigen der vollständig eigenfinanzierten Investition mit  $C_T(k_e)$ , dann können wir wegen des Wertadditionstheorems<sup>27</sup> allgemein den Endwert eines über eine beliebige Mischfinanzierung realisierten Projektes als  $C_T(\lambda^o; k_e; z)$  errechnen zu:

$$C_T(\lambda^o; k_e; z) = \frac{1}{1+\lambda^o} C_T(k_e) + \frac{\lambda^o}{1+\lambda^o} C_T(z) > 0 \quad (18)$$

Wie man in (18) sieht, können mischfinanzierte Projekte, denen eine Finanzierung nicht direkt zurechenbar ist, im Sinne eines Adjusted Present Value-Ansatzes (APV) bewertet werden, indem man einen auf Basis der Annahme vollständiger Eigenfinanzierung errechneten Endwert  $C_T(k_e)$  um die Wirkung der Fremdfinanzierung  $C_T(z)$  auf den (Gesamt-)Endwert korrigiert. Sie sind vorteilhaft genau dann, wenn sie den Eigenkapitalgebern einen positiven Endwert  $C_T(\lambda^o; k_e; z)$  erbringen.

### 3.4 Ein zusammenfassendes Beispiel für die Wirkung der alternativen Finanzierungsprämissen

Bevor im anschließenden Abschnitt 3.5 die Realitätsnähe der beiden vorgestellten alternativen Finanzierungsprämissen diskutiert wird, soll ein einfaches Beispiel die Auswirkungen der unterschiedlichen Annahmen verdeutlichen.

Für das Beispiel seien folgende Daten angenommen:

- risikoadjustierte Renditeforderung der Eigenkapitalgeber  $k_e=30\%$
- Fremdkapitalzinssatz  $z=10\%$
- $\lambda_0 = 3$ , d.h. die Anfangsauszahlung für die Investition wird zu 75% durch Fremd- und zu 25% durch Eigenkapital finanziert.
- Aus dem Investitionsprojekt resultiert folgender erwarteter Zahlungsstrom:  
 $a_0 = 1000; e_1 = 300; e_2 = 500; e_3 = 550;$

<sup>27</sup> Vgl. Franke/Hax (1994), S. 351.



### 3.4.1 Konstanter Projektverschuldungsgrad

In der nachfolgenden Tabelle 3-1 wird das Beispiel für den Fall der Annahme einer über die gesamte Laufzeit konstanten Struktur des im Projekt insgesamt gebundenen Kapitals dargestellt:

	t = 0	t = 1	t = 2	t = 3
(a) Zahlungsreihe der Investition	-1000	300	500	550
(b) Verzinsung des im Investitionsprojekt gebundenen $FK_{t-1}^p$		75	63,75	35,81
(c) Verzinsung des im Investitionsprojekt gebundenen $EK_{t-1}^p$ <sup>28</sup>		75	63,75	35,81
(d) Zahlung an die FK-Geber ( $e_t x_t$ )		-187,50	-343,12	-393,94
(e) Zahlung an die EK-Geber ( $e_t (1 - x_t)$ )		-112,50	-156,88	-156,06
(f) Im Investitionsprojekt gebundenes $FK_t^p$	750	637,50	358,13	0
(g) Im Investitionsprojekt gebundenes $EK_t^p$	250	212,50	119,38	0,87
(h) Projektverschuldungsgrad $\lambda_t^p$	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>n. def.</b>
(i) Im Investitionsobjekt gebundenes $FK_t^o$	750	562,50	219,38	0
(j) Im Investitionsobjekt gebundenes $EK_t^o$	250	137,50	-19,38	0
(k) Objektverschuldungsgrad $\lambda_t^o$	<b>3</b>	<b>4,09</b>	<b>- 11,32</b>	<b>n. def.</b>

*Tabelle 3-1:* Beispiel eines Investitionsprojektes bei konstanter Struktur des im Projekt insgesamt gebundenen Kapitals.

In der Tabelle ist zunächst der originär aus dem Investitionsprojekt resultierende Zahlungsstrom dargestellt (a), darunter die Zinsansprüche der Kapitalgeber für die jeweilige Periode aus dem jeweils im Projekt insgesamt gebundenen Kapital ((b),(c)). Die Rückflüsse aus der Investition werden entsprechend der in (12) dargestellten Verteilungsregel auf die Fremd- (d) bzw. Eigenkapitalgeber (e) aufgeteilt. Dadurch resultiert im Beispiel am Ende von Periode 1 eine Zahlung an die Fremdkapitalgeber in Höhe von 187,50 GE, an die Eigenkapitalgeber eine Zahlung in Höhe von 112,50 GE.

<sup>28</sup> Die sich in diesem Beispiel ergebenden identischen Verzinsungszeitreihen für die Fremd- und Eigenkapitalgeber sind nicht als typisch für Projekte mit konstantem Projektverschuldungsgrad anzusehen. Sie ergeben sich in diesem Beispiel lediglich aus dem Anfangsauszahlungsverschuldungsgrad von 3 in Verbindung mit der Tatsache, daß die Renditeforderung der Eigenkapitalgeber dem dreifachen Fremdkapitalzins entspricht.

So ergibt sich beispielsweise das am Ende von Periode 1 gebundene Kapital der Fremdkapitalgeber (f) aus der durch die Anfangsauszahlung verursachten Kapitalbindung in Höhe von 750 GE zuzüglich des Verzinsungsanspruchs von 75 GE abzüglich der Zahlung an die Fremdkapitalgeber in Höhe von 187,50 GE zu 637,50 GE. Das im Investitionsobjekt absolut gebundene Kapital ((i),(j)) verringert sich ebenfalls durch die Auszahlung an die Kapitalgeber.

Das am Ende von Periode 3 im Investitionsprojekt gebundene Kapital entspricht dem Endwert für den jeweiligen Kapitalgeber. Die Fremdkapitalgeber erhalten die geforderte Verzinsung in Höhe von  $z$ , deshalb ergibt sich für diese ein Endwert von 0. Für die Eigenkapitalgeber ergibt sich ein positiver Endwert von 0,87. Damit ist die Investition aus Sicht der Eigenkapitalgeber als vorteilhaft zu beurteilen. Zu diesem Ergebnis kommt man analog, wenn man die Investition auf Basis konstanter gewichteter Kapitalkosten (15%) gemäß (15) bewertet.

Auch kann man im Beispiel sehr schön erkennen, daß bei Annahme eines konstanten Projektverschuldungsgrades  $\lambda^p$  der Fremdkapitalanteil im eigentlichen Investitionsobjekt ( $\lambda^o$ ) über die Laufzeit des Projektes dem Betrage nach zunimmt und schließlich in  $t=2$  sogar negativ wird.

### 3.4.2 Konstanter Objektverschuldungsgrad

Nun sei das Beispiel für den Fall der Annahme einer konstanten Struktur des im Investitionsobjekt gebundenen Kapitals betrachtet:

	t = 0	t = 1	t = 2	t = 3
(a) Zahlungsreihe der Investition	-1000	300	500	550
(b) Verzinsung des im Investitionsprojekt gebundenen $FK_{t-1}^p$		75	60	28,5
(c) Verzinsung des im Investitionsprojekt gebundenen $EK_{t-1}^p$		75	75	60
(d) Zahlung an die FK-Geber ( $x_t e_t$ )		-225	-375	-313,50
(e) Zahlung an die EK-Geber ( $(1 - x_t) e_t$ )		-75	-125	-236,50
(f) Im Investitionsprojekt gebundenes $FK_t^p$	750	600	285	0
(g) Im Investitionsprojekt gebundenes $EK_t^p$	250	250	200	-23,50
(h) Projektverschuldungsgrad $\lambda_t^p$	<b>3</b>	<b>2,4</b>	<b>1,43</b>	<b>n. def.</b>
(i) Im Investitionsobjekt gebundenes $FK_t^o$	750	525	150	0
(j) Im Investitionsobjekt gebundenes $EK_t^o$	250	175	50	0
(k) Objektverschuldungsgrad $\lambda_t^o$	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>n. def.</b>

*Tabelle 3-2:* Beispiel eines Investitionsprojektes bei konstanter Struktur des im Investitionsobjekt gebundenen Kapitals.

Tabelle 3-2 ist analog zu Tabelle 3-1 aufgebaut. Die Rückflüsse aus der Investition werden nun jedoch gemäß (16) aufgeteilt. Dementsprechend erhalten die Fremdkapitalgeber jeweils 75%, die Eigenkapitalgeber jeweils 25% der Rückflüsse aus der Investition. Lediglich in der dritten Periode werden die Rückflüsse nicht entsprechend dieser Regel aufgeteilt: während die Fremdkapitalgeber das noch im Investitionsprojekt gebundene Kapital zuzüglich Verzinsung erhalten, kommt den Eigenkapitalgebern zusätzlich ein (hier negativer) Residualbetrag zu.

Auch in diesem Fall ergibt sich für die Fremdkapitalgeber ein Endwert von 0, d.h. sie erhalten die von Ihnen geforderte Verzinsung in Höhe von 10%. Für die Eigenkapitalgeber ergibt sich jedoch ein negativer Endwert in Höhe von -23,5, die Investition ist aus Sicht der Eigenkapitalgeber nicht vorteilhaft. Zu dem gleichen Ergebnis gelangt man auch über die Bewertung der Investition nach (18). Wie man am Beispiel auch gut erkennen kann, nimmt im Fall einer konstanten Kapitalstruktur im Investitionsobjekt der Anteil des Fremdkapitals am gesamten Projekt kontinuierlich

aufgrund der erfolgenden Tilgung ab.

Nachdem damit die Unterschiede der beiden Möglichkeiten zur Bewertung konstant mischfinanzierter mehrperiodiger Investitionsprojekte noch einmal veranschaulicht wurden, gilt unser Interesse im nächsten Teilabschnitt der Frage, welche der Bewertung jeweils zugrundeliegenden Finanzierungsprämissen vor dem Hintergrund einer praktischen Anwendung adäquat erscheinen.

### 3.5 Bewertung der alternativen Finanzierungsprämissen

Das Beispiel in Abschnitt 3.4 stellt die bereits in 3.2 und 3.3 aufgezeigten Konsequenzen der unterschiedlichen Annahmen über die Entwicklung der Kapitalstruktur anschaulich dar. Es zeigt deutlich die Auswirkungen der Annahme konstanter gewichteter Kapitalkosten und damit einer konstanten Kapitalstruktur im Investitionsprojekt insgesamt ( $\lambda_t^p = \text{const.}$ ):

- Die Konstanz der Struktur des insgesamt gebundenen Kapitals führt dazu, daß die Fremdkapitalgeber jeweils einen Anteil an den Rückflüssen aus dem Investitionsprojekt erhalten, der kleiner ist als ihr Anteil an der Finanzierung des Projektes. Dies hat zur Folge, daß der Anteil an Fremdkapital, der im eigentlichen Investitionsobjekt gebunden ist, im Zeitablauf zunimmt. Wie dies im Beispiel für  $t=2$  der Fall ist, kann dieser Effekt im Extremfall auch dazu führen, daß das eigentliche Investitionsobjekt schließlich vollständig fremdfinanziert bzw. sogar überfinanziert ist. Die Fremdkapitalgeber finanzieren also nicht nur die Zahlungen, die aus der eigentlichen Investition entstehen, sondern darüber hinaus auch einen Teil der Zahlungen, die zur Befriedigung der Renditeforderungen der Eigenkapitalgeber nötig sind. Diese stetig steigende Bindung weiteren Fremdkapitals im Investitionsobjekt wird schließlich auch dazu führen, daß die Fremdkapitalgeber dem steigenden Kapitalstrukturrisiko nicht mehr indifferent gegenüber stehen und ihre Zinsforderungen erhöhen. Damit würde man jedoch den Gültigkeitsbereich der Annahme (A3) verlassen.
- Geht man davon aus, daß in der Praxis die Fremdkapitalgeber aus Risikogründen die Höhe ihrer Finanzierungsbereitschaft maßgeblich von der in Frage stehenden Investition und dabei insbesondere von den als Sicherheiten dienenden Vermögensgegenständen abhängig machen,<sup>29</sup> erscheint die Annahme konstanter

<sup>29</sup> Vgl. z.B. *Laux* (1997), S. 847. Laux weist darauf hin, daß im Extremfall die Höhe des Fremdkapitalanteils weniger von dem aus der Investition erzielbaren Cash Flow, sondern vielmehr hauptsächlich vom Liquidationswert des als Sicherheit dienenden Vermögensgegenstandes abhängig ist. Ein solch extremer Fall ist vor allem dann gegeben, wenn der Liquidationswert dieses Vermögensgegenstandes weitgehend unabhängig ist von der Nutzung des Vermögensgegenstandes im

durchschnittlicher Kapitalkosten für ein mischfinanziertes Projekt wenig realistisch. So ist es kaum plausibel, daß beispielsweise ein Kreditinstitut, das einem Kunden für den Erwerb einer Immobilie diese mit maximal 80% beleiht,<sup>30</sup> während der Laufzeit des Projektes weiteres Kapital zur Verfügung stellt, damit dieser - ohne weitere Sicherheiten - die Zinszahlungen für den zwanzigprozentigen Eigenkapitalanteil finanziert. Dabei würde je nach Dauer des Investitionsprojektes die Bank möglicherweise während eines Teils der Laufzeit Kapital in einer den Liquidationswert der Immobilie übersteigenden Höhe zur Verfügung stellen. Dieser Effekt tritt insbesondere einerseits bei längerfristigen Investitionsprojekten und andererseits bei solchen Projekten auf, bei denen die Renditeforderung der Eigenkapitalgeber den Fremdkapitalzins weit übersteigt ( $k_e \gg z$ ).

- Neben der Zunahme des Fremdkapitalanteils an dem im Investitionsobjekt gebundenen Vermögen hat die Annahme eines konstanten Projektverschuldungsgrades  $\lambda^p$  auch eine Abhängigkeit der Höhe der Zins- und Tilgungszahlungen an die Fremdkapitalgeber von der Renditeforderung der Eigenkapitalgeber zur Folge. Auch dies erscheint wenig realistisch: ein Kreditgeber wird in der Regel den alternativen Anlagemöglichkeiten des Eigenkapitalgebers solange indifferent gegenüberstehen, wie dieser kein Kapital aus der Investition abzieht und die Ansprüche des Fremdkapitalgebers an Zins und Tilgung bedienen kann.

Aus diesen Gründen erscheint die Annahme einer konstanten Struktur des im eigentlichen Investitionsobjekt gebundenen Kapitals ( $\lambda_i^o = \text{const.}$ ) wesentlich realitätsnäher. Der Anteil der Fremdkapitalgeber an den Rückflüssen aus dem Investitionsprojekt ist in diesem Fall identisch mit den Anteilen ihres Kapitals im eigentlichen Investitionsobjekt. Es kommt zu keiner nachträglichen Bindung weiteren Fremdkapitals im Investitionsobjekt und die Zahlung an die Fremdkapitalgeber ist von den Renditeforderungen der Eigenkapitalgeber unabhängig. Der Anteil des Fremdkapitals am gesamten Investitionsprojekt nimmt in diesem Fall - aufgrund der in der Zahlung an die Fremdkapitalgeber enthaltenen Tilgung - kontinuierlich ab. Deshalb kann in diesem Fall das Investitionsprojekt auf Basis konstanter gewichteter Kapitalkosten nicht korrekt bewertet werden.

Die Bewertung mehrperiodiger, konstant mischfinanzierter Investitionsprojekte, denen eine Finanzierung sowie die entsprechende Tilgung nicht direkt zurechenbar ist, sollte demnach - wegen den dafür notwendigen unrealistischen Voraussetzungen - nicht auf der Basis gewichteter Kapitalkosten, sondern nach den in Abschnitt 3.3 aufgezeigten

---

Unternehmen und damit von den Rückflüssen des betrachteten Investitionsprojektes.

<sup>30</sup> Im Beispiel dieser Immobilienfinanzierung entspricht die Beleihungsgrenze von 80% dem in 3.1 eingeführten kritischen Verschuldungsgrad  $\lambda_{krit}$ , bis zu dem der Immobilienfinanzierer dem Kapitalstrukturrisiko indifferent gegenübersteht.

Kriterien auf Basis eines APV-Ansatzes erfolgen.

#### 4 Zusammenfassung, Fazit und Ausblick

Die Annahme einer konstanten Struktur des in der Investition gebundenen Kapitals stellt für die Bewertung von Investitionsprojekten auf Basis gewichteter Kapitalkosten eine notwendige Voraussetzung dar. In der Arbeit wurde verdeutlicht, daß diese Annahme jedoch üblicherweise nicht eindeutig formuliert ist. Deshalb wurden zwei alternative Definitionen für das in einer Investition gebundene Kapital identifiziert, die darin implizit enthaltenen Annahmen herausgearbeitet und die Konsequenzen für die Bewertung mischfinanzierter Investitionen aufgezeigt.

Als Ergebnis kann festgehalten werden, daß die Bewertung risikobehafteter mischfinanzierter Investitionen auf Basis gewichteter Kapitalkosten nur dann zu korrekten Ergebnissen führt, wenn die Finanzierung so gestaltet wird, daß die Verhältnisse der im Investitionsprojekt insgesamt gebundenen Kapitalanteile konstant gehalten werden, also ein konstanter Projektverschuldungsgrad  $\lambda^p$  realisiert wird. Da eine solche Art der Finanzierung jedoch eine Erhöhung des Kapitalanteils der Fremdkapitalgeber während der Laufzeit des Projektes unterstellt - insbesondere dann, wenn die Rückflüsse aus dem Projekt nicht zur Finanzierung der (Über-)Renditeforderung der Eigenkapitalgeber ausreichen oder in einzelnen Perioden weitere Auszahlungen erforderlich sind - führt sie schließlich dazu, daß eine wesentliche Voraussetzung für die Anwendung dieses Bewertungsmodells - die Annahme vom Verschuldungsgrad unabhängiger Fremdkapitalzinsen - nicht mehr erfüllt ist.

Geht man dagegen von der weitaus plausibleren Annahme einer konstanten Struktur des durch das eigentliche Investitionsobjekt gebundenen Kapitals aus, muß man die Investition jedoch unter expliziter Berücksichtigung der risikoadjustierten Kosten der einzelnen Kapitalbestandteile bewerten. Dies entspricht einer Bewertung auf Basis eines APV-Ansatzes, da - wie aus Formel (18) hervorgeht - der Endwert der Investition in diesem Fall zunächst als Endwert auf Basis der Eigenkapitalkosten ermittelt und dann um den durch die Fremdfinanzierung induzierten Wertbeitrag korrigiert wird. Die Wirkung der Finanzierung auf den Endwert der Investition wird somit isoliert erfaßt.<sup>31</sup> Da - wie wir eingangs festgestellt haben - sowohl einzelne Geschäftsbereiche als auch die Gesamtunternehmung als Investitionsprojekt bewertet werden können, sollte damit auch bei der Ermittlung des Wertes der Gesamtunternehmung aus Sicht der Eigenkapitalgeber (Shareholder Value) der APV-Ansatz gegenüber den anderen DCF-Verfahren präferiert werden.<sup>32</sup>

---

<sup>31</sup> Vgl. Abschnitt 1 und *Brealey/Myers* (1996), S. 525 ff.

<sup>32</sup> Da für die Klasse der hier betrachteten Investitionsprojekte angenommen wird, daß eine Finanzierung

Eine abschließende Überlegung gilt dem Zusammenhang zwischen der Risikohaftigkeit von Projekten und der (optimalen) Festlegung der (Ziel-)Kapitalstruktur eines Projektes bzw. einer Unternehmung. Dabei soll der Frage nachgegangen werden, ob bei der Beurteilung von Investitionen der Verschuldungsgrad als gegeben angesehen werden kann - wie es bei der Beurteilung von Investitionen auf Basis gewichteter Kapitalkosten im Allgemeinen angenommen wird - oder ob nicht vielmehr der Verschuldungsgrad maßgeblich vom Risiko der betrachteten Investition abhängen wird.

Geht man davon aus, daß die Fremdkapitalgeber i.d.R. kein Risiko, aber auch die Eigenkapitalgeber realistischlicherweise nur ein begrenzt hohes Gesamtrisiko aus ihrer Investition akzeptieren werden, dann müssen Projekte mit höherem Risiko mit einem höheren Anteil an Eigenkapital finanziert werden als solche mit geringerem Risiko. Gemäß der hier unterstellten traditionellen These zum Verhalten der Kapitalgeber bei einer Variation des Verschuldungsgrades werden sowohl die Fremd- als auch die Eigenkapitalgeber ihre Finanzierung nur bis zu einem bestimmten Verschuldungsgrad  $\lambda_{krit}$  als risikolos im Hinblick auf das Kapitalstrukturrisiko ansehen. Somit kann aus der Sicht der Kapitalgeber die Kapitalstruktur einer Investition nicht beliebig und damit Ausgangspunkt der Investitionsbewertung sein, sondern wird von der in Frage stehenden Investition abhängen. Dies würde allerdings bedeuten, daß die intendierte Kapitalstruktur der Unternehmung nicht als Eingangsgröße für die Ermittlung der Kapitalkosten der Unternehmung dienen kann, sondern sich als Konsequenz aus den Risiken des realisierten Investitionsprogrammes ergibt.<sup>33</sup>

---

der einzelnen Investition nicht explizit zurechenbar und damit die tatsächliche Tilgungsstruktur nicht bekannt ist, scheidet eine Bewertung auf Basis einer Nettomethode wie dem FTE-Ansatz von vornherein aus.

<sup>33</sup> Beispielsweise ergibt sich im Rahmen von Projektfinanzierungen die Kapitalstruktur als Konsequenz aus dem realisierten Investitionsprogramm. Vgl. *Laux* (1997), S. 842 u. 852 f.

## Literatur

- Arntz, K.H. et al. (1996): Wertorientierte Unternehmenssteuerung mit differenzierten Kapitalkosten. Ergebnisse des Arbeitskreises „Finanzierung“ der Schmalenbach-Gesellschaft Deutsche Gesellschaft für Betriebswirtschaft e.V., in: ZfbF, 48 (1996) 6, S. 543 - 578.
- Blohm, H. / Lüder, K. (1995): Investition, 8. Auflage, München, 1995.
- Bühner, R. (1997): Worauf es beim Shareholder Value ankommt, in: technologie & management, 46 (1997) 2, S. 12 - 15.
- Brealey, R. / Myers, St. (1996): Principles of Corporate Finance, New York, 1996.
- Brigham, E.F. / Gapenski, L.C. (1990): Intermediate Financial Management, 3. Auflage, Chicago, 1990.
- Copeland, T.E. / Koller, T., / Murrin, J. (1998): Unternehmenswert. Methoden und Strategien für eine wertorientierte Unternehmensführung, 2. Auflage, Frankfurt, New York, 1998.
- Copeland, T.E. / Weston, J.F. (1988): Financial Theory and Corporate Policy, 3. Auflage, Reading (Mass.), 1983.
- Franke, G. / Hax, H. (1994): Finanzwirtschaft des Unternehmens und Kapitalmarkt, 3. Auflage, Berlin, 1994
- Hachmeister, D. (1996): Die Abbildung der Finanzierung im Rahmen verschiedener Discounted Cash Flow-Verfahren, in: ZfbF, 48 (1996) 3, S. 251 - 277.
- Hölscher, R. (1997): Investitionsentscheidungen aus Sicht des Shareholder-Value-Konzeptes, in: technologie & management, 46 (1997) 2, S. 20 - 23.
- Kaden, J. / Wagner, W. / Weber, T. / Wenzel, K. (1997): Kritische Überlegungen zur Discounted Cash Flow-Methode, in: ZfB, 67 (1997) 4, S. 499 - 508.
- Kirsch, H.-J. / Krause, C.: Kritische Überlegungen zur Discounted Cash Flow-Methode, in: ZfB, 66 (1996) 7, S. 793 - 812.
- Laux, C. (1997): Projektfinanzierung - Vorteile auch für kapitalkräftige Unternehmen ?, in: DBW, 57 (1997) 6, S. 840 - 856.
- Matten, C. (1996): Managing Bank Capital: Capital Allocation and Performance Measurement, Chichester u.a., 1996.
- Pape, U. (1997): Wertorientierte Unternehmensführung und Controlling, Sternenfels, 1997.
- Parsley, M. (1995): The RORAC Revolution, in: Euromoney, October 1995, S. 36 - 42.
- Perridon, L. / Steiner, M. (1997): Finanzwirtschaft der Unternehmung, 9. Auflage, München, 1997.
- Rehkugler, H. / Schindel, V. (1992): Finanzierung, München, 1992.



- Richter, F. (1996): Die Finanzierungsprämissen des Entity-Ansatzes vor dem Hintergrund des APV-Ansatzes zur Bestimmung von Unternehmenswerten, in: ZfbF, 48 (1996) 12, S. 1076 - 1097.
- Rappaport, A. (1986): Creating Shareholder Value, New York, 1986.
- Schneider, D. (1992): Investition, Finanzierung und Besteuerung, 7. Auflage, Wiesbaden, 1992.
- Schwetzer, B. / Darijtschuk, N. (1999): Unternehmensbewertung mit Hilfe der DCF-Methode - eine Anmerkung zum „Zirkularitätsproblem“, in: ZfB, 69 (1999) 3, S. 295 - 318.
- Siegert, T. (1994): Marktwertorientierte Unternehmenssteuerung, in: Der Shareholder-Value-Report - Erfahrungen, Ergebnisse, Entwicklungen. Bühner, R. (Hrsg.), Landsberg am Lech, 1994, S. 107 - 126.
- Süchting, J. (1995): Finanzmanagement. Theorie und Politik der Unternehmensfinanzierung, 6. Auflage, Wiesbaden 1995.