

**Die Relevanz von Marktzinssätzen
für die Investitionsbeurteilung –
zugleich eine Einordnung der Diskussion
um die Marktzinsmethode**

Udo Terstege*)

Diskussionsbeitrag Nr. 328

2002

* PD Dr. Udo Terstege ist Hochschuldozent am Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, insbes. Bank- und Finanzwirtschaft an der FernUniversität Hagen.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
A Ausgangspunkt	3
B Investitionsbeurteilung bei sicheren Zinserwartungen	4
I Problemstellung	4
II Lösung	7
III Einordnung von Standpunkten	11
C Investitionsbeurteilung bei unsicheren Zinserwartungen	14
I Problemstellung	14
II Zustandsunabhängige Investitionsbeurteilung	16
III Zustandsabhängige Investitionsbeurteilung	25
D Zusammenfassung	28
Anhang 1	29
Anhang 2	31
Anhang 3	32
Anhang 4	33
Anhang 5	34
Anhang 6	36
Anhang 7	37
Literaturverzeichnis	38

Diese Seite bleibt aus technischen Gründen frei!

A Ausgangspunkt

In der ersten Hälfte der 1990er Jahre wurde die Marktzinsmethode als Methode zur Beurteilung von Investitionsprojekten äußerst kontrovers diskutiert.¹⁾ Die instrumentelle Basis der Marktzinsmethode bilden als periodenindividuelle Zinssätze (Forward Rates) oder aggregierte Diskontierungsfaktoren (Zero-Bond-Abzinsungsfaktoren) ausgedrückte Marktzinssätze. Sie sollen die Mittelanlage- und -aufnahmemöglichkeiten charakterisieren, die ein Investor bereits im Zeitpunkt der Investitionsentscheidung für zukünftige Perioden durch Transaktionen am Finanzmarkt realisieren kann. Sie sind also aus bekannten Konditionen aktuell gehandelter Finanztitel zu ermitteln.

Den materiellen Kern der Marktzinsmethode bildet die Behauptung ihrer Protagonisten, eine Investitionsentscheidung könne im Rahmen einer Partialanalyse nur sachgerecht getroffen werden, wenn für den intertemporalen Zahlungsvergleich Marktzinssätze – und nicht etwa subjektive Zinserwartungen – verwendet werden. Zu dieser Kernfrage läßt die Diskussion bis heute kein allgemein akzeptiertes Ergebnis erkennen.²⁾ Im wesentlichen stehen sich drei Meinungen gegenüber:

- Die Protagonisten behaupten, nur Marktzinssätze seien relevant für die Beurteilung von Investitionsprojekten.³⁾ In einer abgeschwächten Position räumen sie zwar ein, daß ein auf Basis von Marktzinssätzen ermittelter positiver Kapital- oder Endwert keine notwendige und hinreichende Bedingung für die Vorteilhaftigkeit eines Investitionsprojektes sei, beharren aber darauf, daß er zumindest eine notwendige Bedingung darstelle.⁴⁾
- Die Antagonisten behaupten, die Beurteilung von Investitionen mittels Marktzinssätzen führe sowohl im Sinne eines notwendigen und hinreichenden als auch eines nur notwendigen Kriteriums zu Fehlentscheidungen. Sachgerecht könne eine Entscheidung nur auf Basis von Grenzzinssätzen eines Total-

1 Vgl. ROLFES (1992), (1993), (1994a) und (1994b), ADAM/SCHLÜCHTERMANN/UTZEL (1993), ADAM/HERING/SCHLÜCHTERMANN (1993) und (1994), WIMMER (1993), ADAM/SCHLÜCHTERMANN/HERING (1994a) und (1994b), HARTMANN-WENDELS/GUMM-HEUBEN (1994), KRUSCHWITZ/RÖHRS (1994), SCHIERENBECK (1994a), GRÜNDL (1995).

2 Im Rahmen des Streits um die Marktzinsmethode wurden daneben zwei weniger problematische Aspekte kontrovers diskutiert. Zum einen wurde um die Behauptung der Protagonisten gestritten, die Marktzinsmethode berücksichtige überhaupt erstmals laufzeitabhängige Zinsstrukturen in der Investitionsbeurteilung (vgl. z.B. ROLFES (1992), S. 120-121, ROLFES (1993), S. 697, KRUSCHWITZ-RÖHRS (1994), S. 655, HARTMANN-WENDELS/GUMM-HEUBEN (1994), S. 1286). Diese Behauptung trifft offensichtlich nicht zu (vgl. z.B. HAX (1970), S. 10). Zum anderen wurde um die von den Protagonisten zur Ermittlung von Marktzinssätzen verwendete Rechentechnik gestritten (vgl. insbes. ROLFES (1992), S. 171-183, KRUSCHWITZ/RÖHRS (1994)). Die finanzwirtschaftliche Theorie hält mit der Zeit-Zustands-Präferenz-Theorie (vgl. insbes. DEBREU (1959), ARROW (1964)) offensichtlich nicht nur ältere, sondern auch allgemeingültigere Ermittlungsverfahren als die von den Protagonisten der Marktzinsmethode diskutierten Verfahren bereit.

3 Vgl. dazu insbes. ROLFES (1993), S. 708 und mit ähnlichem Tenor WIMMER (1993), S. 785.

4 Vgl. ROLFES (1992), S. 126, ROLFES (1994a), insbes. S. 122.

modells getroffen werden. Diese könnten im Einzelfall den Marktzinssätzen entsprechen, müßten es aber nicht.¹⁾

- HARTMANN-WENDELS und GUMM-HEUBEN (HW/GH) behaupten in einer scheinbar vermittelnden Position, daß sich auf einem arbitragefreien Finanzmarkt keine Unterschiede zwischen beiden Positionen ergeben könnten und die Diskussion „viel Lärm um Nichts“ darstelle.²⁾

Die konträren Positionen zur Beurteilungsrelevanz von Marktzinssätzen stehen sich bislang vor allem deshalb unvermittelt gegenüber, weil ihre Vertreter von unterschiedlichen Modellierungen der Entscheidungssituation ausgehen und dadurch Kommunikationsbarrieren aufgebaut haben. Die Protagonisten gehen von Beispielinvestitionen aus, die sie partialanalytisch, insbesondere mittels des Kapitalwertkriteriums, beurteilen. Die Antagonisten argumentieren mit Zusammenhängen, die allgemein zwischen Total- und Partialmodellen der Investitions- und Finanzierungstheorie gelten sollen. HW/GH argumentieren arbitrage-theoretisch in Anlehnung an die Zeit-Zustands-Präferenz-Theorie.

Dieser Beitrag soll die Kommunikationsbarrieren überwinden. Dazu werden partialanalytische Investitionsbeurteilungen als Differenzbetrachtung möglichst einfach strukturierter Handlungsalternativen fundiert. So wird die Vergleichbarkeit der drei Positionen auch für investitionstheoretisch weniger bewanderte Leser hergestellt. In Kapitel B werden für eine Modellsituation unter der Annahme subjektiv sicherer Zinserwartungen das Kernproblem der Kontroverse verdeutlicht, die Lösung dieses Problems aufgezeigt und die kontroversen Positionen eingeordnet. In Kapitel C wird die Situation mit unsicheren Zinserwartungen betrachtet. Die Ergebnisse werden in Kapitel D zusammengefaßt.

B Investitionsbeurteilung bei sicheren Zinserwartungen

I Problemstellung

Ausgegangen wird von einem Investor, der im Zeitpunkt $t = 0$ vor der Entscheidung steht, eine zweiperiodige Investition, die in den Zeitpunkten $t = 0, 1, 2$ sichere Zahlungen in Höhe von e_0, e_1, e_2 (z.B. $e_0 = -100, e_1 = e_2 = +54$) auslöst, durchzuführen oder darauf zu verzichten. Als originäre Zielvorstellung verfolgt der Investor die Maximierung seines Vermögens in $t = 2$. Transaktionen am Finanzmarkt sind risikolos; Kontrakte werden also zeitpunkt- und betragstreu erfüllt. In $t = 0$ stehen am Finanzmarkt folgende Transaktionsmöglichkeiten offen:

- Finanzielle Mittel können für die Periode von $t = 0$ bis $t = 1$ zum Kassa-Zinssatz rk_{01} (z.B. $rk_{01} = 5\%$) angelegt bzw. aufgenommen werden.

1 Vgl. insbes. ADAM/SCHLÜCHTERMANN/UTZEL (1993), S. 15, ADAM/HERING/ SCHLÜCHTERMANN (1993), S. 788, ADAM/SCHLÜCHTERMANN/HERING (1994b), S. 789, HERING (1995), S. 166.

2 Vgl. HARTMANN-WENDELS/GUMM-HEUBEN (1994).

- In $t = 0$ kann per Termin die Anlage bzw. Aufnahme liquider Mittel für die Periode von $t = 1$ bis $t = 2$ zum Zinssatz rt_{12} (z.B. $rt_{12} = 7\%$) fest vereinbart werden.¹⁾

Die Marktzinssätze betragen in dieser Situation für die beiden Perioden rk_{01} bzw. rt_{12} . Nach der Marktzinsmethode wäre der beurteilungsrelevante Kapitalwert K^m bzw. Endwert EW^m also wie folgt zu bestimmen:

$$K^m (rk_{01}, rt_{12}) = e_0 + e_1 \cdot (1 + rk_{01})^{-1} + e_2 \cdot (1 + rt_{12})^{-1} \cdot (1 + rk_{01})^{-1} \quad (1.1)$$

$$EW^m (rk_{01}, rt_{12}) = e_0 \cdot (1 + rk_{01}) \cdot (1 + rt_{12}) + e_1 \cdot (1 + rt_{12}) + e_2 \quad (1.2)$$

Für die Beispieldaten würden sich dementsprechend ergeben:

$$K^m (5\%, 7\%) = -100 + 54 \cdot 1,05^{-1} + 54 \cdot 1,07^{-1} \cdot 1,05^{-1} = -0,51$$

$$EW^m (5\%, 7\%) = -100 \cdot 1,05 \cdot 1,07 + 54 \cdot 1,07 + 54 = -0,57$$

Auf Basis der Marktzinssätze wäre das Projekt damit unvorteilhaft – unabhängig davon, ob man einen positiven Kapitalwert als notwendiges und hinreichendes oder nur als notwendiges Vorteilhaftigkeitskriterium ansieht.

Die Marktzinsmethode impliziert, daß der Investor alle wegen einer Projektdurchführung erforderlichen Anpassungsmaßnahmen im finanziellen Umfeld direkt im Entscheidungszeitpunkt $t = 0$ durch Transaktionen am Finanzmarkt realisiert. Nun liegt es allerdings nahe, daß er am Finanzmarkt über weitere Anpassungsmöglichkeiten zu späteren Zeitpunkten verfügt. So kann etwa für unser Beispiel davon ausgegangen werden, daß sich auch in $t = 1$ Möglichkeiten zu einperiodigen Kassageschäften zu einem Zinssatz in Höhe von rk_{12} ergeben werden. Die Höhe dieses Zinssatzes ist in $t = 0$ allerdings nicht beobachtbar, sie muß insbesondere nicht mit der Höhe des Terminzinssatzes rt_{12} übereinstimmen. Ein Investor kann darüber in $t = 0$ aber subjektive Erwartungen re_{12} bilden. In der hier zunächst betrachteten Welt sicherer Zinserwartungen wird unterstellt, daß der Investor rk_{12} für sich persönlich sicher prognostizieren kann, daß re_{12} also einwertig ist.

Angenommen, der Investor gehe in $t = 0$ für $t = 1$ von einem Kassazinssatz von $rk_{12} = re_{12} = 5\%$ aus, so würde er auf Basis seiner individuellen Zinserwartungen den Kapitalwert K^e und den Endwert EW^e wie folgt bestimmen:

$$K^e (rk_{01}, re_{12}) = e_0 + e_1 \cdot (1 + rk_{01})^{-1} + e_2 \cdot (1 + re_{12})^{-1} \cdot (1 + rk_{01})^{-1} \quad (2.1)$$

$$EW^e (rk_{01}, re_{12}) = e_0 \cdot (1 + rk_{01}) \cdot (1 + re_{12}) + e_1 \cdot (1 + re_{12}) + e_2 \quad (2.2)$$

1 Es wird also ein periodenweise einheitlicher, im Zeitablauf veränderlicher Soll- und Habenzinssatz unterstellt. Diese Annahme ist für die weiteren Überlegungen nicht zwingend, zieht sich aber durch fast alle Diskussionsbeiträge zur Marktzinsmethode.

also im Beispiel:

$$K^e(5\%,5\%) = -100 + 54 \cdot 1,05^{-1} + 54 \cdot 1,05^{-2} = +0,41$$

$$EW^e(5\%,5\%) = -100 \cdot 1,05^2 + 54 \cdot 1,05 + 54 = +0,45 .$$

Auf Basis der individuellen Zinserwartungen wäre das Beispielprojekt vorteilhaft. Die Projektbeurteilung hängt also davon ab, ob Marktzinssätze oder subjektive Zinserwartungen relevant sind, oder anders ausgedrückt, ob der Investor wegen der Projektdurchführung das Volumen in $t = 0$ für $t = 1$ abzuschließender Termingeschäfte oder das Volumen in $t = 1$ abzuschließender Kassageschäfte variiert.

Die Protagonisten erachten Marktzinssätze bzw. Anpassungen der Termingeschäfte für beurteilungsrelevant und argumentieren etwa wie folgt: Dem Projekt seien nur Konsequenzen zuzurechnen, die durch die Projektdurchführung selbst und alle bereits in $t = 0$ zu ergreifenden laufzeitkongruenten Anpassungsmaßnahmen ausgelöst werden. Zusätzliche Konsequenzen aus nicht laufzeitkongruenten Anpassungsmaßnahmen dürften dem Projekt nicht zugerechnet werden, weil sie nicht durch das Projekt verursacht würden, sondern unabhängig davon erzielt werden könnten. So ergäbe sich etwa der Unterschied zwischen EW^m und EW^e daraus, daß gemäß EW^e im Betrag von $|e_0 \cdot (1+rk_{01}) + e_1|$ nicht ein laufzeitkongruenter Kredit zum Terminzinssatz rt_{12} , sondern erst in $t = 1$ ein Kredit zum erwarteten Zinssatz re_{12} aufgenommen werde bzw. auf eine Opportunitätsanlage zu re_{12} statt zu rt_{12} verzichtet werde. Diese Differenz ließe sich aber auch durch Finanzmarkttransaktionen erzielen, indem in $t = 0$ im Betrag von $|e_0 \cdot (1+rk_{01}) + e_1|$ per Termin eine einperiodige Anlage zu rt_{12} getätigt und in $t = 1$ im selben Betrag ein Kredit zu $rk_{12} = re_{12}$ aufgenommen werde. Rein rechnerisch trifft dieses Argument zu. Die Differenz der Endwerte ergibt sich aus:

$$\begin{aligned} EW^e - EW^m &= [e_0 \cdot (1+rk_{01}) + e_1] \cdot (re_{12} - rt_{12}) \\ &= [-100 \cdot 1,05 + 54] \cdot (0,05 - 0,07) = +1,02. \end{aligned}$$

Daß sich die als „Transformationsbeitrag“ bezeichnete Differenz zwischen beiden Endwerten auch durch gegenläufige Transaktionen am Finanzmarkt erzielen läßt, wird von den Antagonisten allerdings nicht bestritten. Bestritten wird lediglich die Schlußfolgerung, daß deshalb der Transformationsbeitrag generell als nicht durch das Investitionsprojekt verursacht anzusehen und in der Investitionsbeurteilung nicht zu berücksichtigen sei.¹⁾ Diese weitergehende Interpretation des Transformationsbeitrages macht den Kern des Streits zwischen Protagonisten und Antagonisten aus. Ob die Protagonisten mit ihrer Schlußfolgerung Recht haben, läßt sich allerdings – anders als sie es selbst versuchen – nicht isoliert anhand des Rechenansatzes zur Ermittlung von Kapital- bzw. Endwert erkennen, sondern erfordert eine explizite Betrachtung der vom Investor ohne (Unterlassensalternative) und

1 Je nach Datenkonstellation kann der Transformationsbeitrag auch negativ sein, im Beispiel wäre dies c.p. etwa bei $re_{12} > rt_{12}$ der Fall.

mit Investition (Investitionsalternative) ergriffenen Aktivitäten. Erst ein Vergleich dieser beiden Situationen gibt Aufschluß über die finanziellen Anpassungsmaßnahmen, die der Investor wegen einer Projektdurchführung ergreift, und die bei einer Kapital- oder Endwertberechnung durch den Kalkulationszinssatz implizit abzubilden sind.

II Lösung

Ergänzend zu der bislang skizzierten Beispielsituation sei vorläufig angenommen:

- Der Investor verfügt in $t = 0$ weder über liquide Mittel noch über andere Investitionsprojekte mit Zahlungskonsequenzen in $t = 1$.
- Er geht davon aus, daß er in $t = 1$ zum subjektiv sicher erwarteten Zinssatz von $re_{12} = 5\%$ netto maximal 1.000 GE anlegen oder aufnehmen kann. Für zusätzliche Mittelaufnahmen erwartet er sicher einen Zinssatz von $re_{12} = 8\%$.
- Er kann in $t = 0$ Termingeschäfte zu einem Zinssatz von $rt_{12} = 7\%$ in deutlich höherem Volumen als 1.000 GE abschließen.

Unterlassensalternative: Ohne Investition würde der Investor zur Erreichung eines möglichst großen Endvermögens in $t = 0$ per Termingeschäft vereinbaren, in $t = 1$ einen Kredit in Höhe von 1.000 GE zu $rt_{12} = 7\%$ auszureichen, und unter der subjektiv sicheren Annahme, daß seine Zinserwartungen eintreffen, in $t = 1$ einen Kredit in Höhe von 1.000 GE zu $rk_{12} = re_{12} = 5\%$ aufnehmen. Daraus ergäbe sich in $t = 2$ ein Endvermögen von $EV^U = +20$ (vgl. Spalte 1 von Tab. 1).

Zahlungen in $t = 2$	Unterlassen	Investition (Zwischenfinanzierung per Termin)	Investition (Zwischenfinanzierung per Kassageschäft)
aus Investition	–	+54	+54
./. aus Zwischenfinanzierung	–	–54,57 (= $51 \cdot 1,07$)	–53,55 (= $51 \cdot 1,05$)
+ aus Kreditvergabe zu $rt_{12} = 7\%$	+1.070 (= $1.000 \cdot 1,07$)	+1.070 (= $1.000 \cdot 1,07$)	+1.015,43 (= $949 \cdot 1,07$)
./. aus (sonstiger) Kreditaufnahme zu $re_{12} = 5\%$	–1.050 (= $1.000 \cdot 1,05$)	–1.050 (= $1.000 \cdot 1,05$)	–996,45 (= $949 \cdot 1,05$)
= Σ	= +20 (EV^U)	= +19,43 (EV^I)	= +19,43 (EV^I)

Tab. 1: Endvermögen bei Unterlassen und Investition (bei sicheren Zinserwartungen)

Investitionsalternative: Mit Investition muß der Investor in $t = 0$ für die Anfangsauszahlung einen Kredit von 100 GE zu $r_{k01} = 5\%$ aufnehmen. Dessen Tilgung erfordert in $t = 1$ Auszahlungen von 105 GE, die zu 54 GE aus den Projektrückflüssen gedeckt werden können. Zur Deckung der restlichen 51 GE muß der Investor in $t = 1$ einen Zwischenfinanzierungskredit per Termingeschäft oder per Kassageschäft aufnehmen. Unabhängig von der Zwischenfinanzierungsvariante wird der Investor daneben in maximal möglichem Umfang gegenläufige, vermögenserhöhende Finanzmarktgeschäfte abschließen.

Erfolgt die Zwischenfinanzierung per Termin, kann der Investor neben dem Investitionsprojekt unverändert gegenläufige Finanzmarktgeschäfte im Volumen von 1.000 GE abschließen und in $t = 2$ ein Endvermögen von $EV^I = +19,43$ realisieren (vgl. Spalte 2 von Tab. 1). Erfolgt die Zwischenfinanzierung in $t = 1$ per Kassageschäft, kann er nur gegenläufige Finanzmarktgeschäfte im Volumen von 949 GE abschließen, in $t = 2$ aber insgesamt ebenfalls ein Endvermögen von $EV^I = +19,43$ realisieren (vgl. Spalte 3 von Tab. 1). Mit Investition bleibt das Endvermögen also unabhängig von der Art der Zwischenfinanzierung um 0,57 GE hinter dem ohne Investition erzielbaren Endvermögen zurück. Der Vermögens-effekt der Investition ($EV^I - EV^U = -0,57$) entspricht in der hier zunächst untersuchten Situation damit dem auf Basis von Marktzinssätzen berechneten Endwert $EW^m = -0,57$. Analog entspricht der auf $t = 0$ bezogene Vermögens-effekt dem auf Basis von Marktzinssätzen berechneten Kapitalwert $K^m = -0,51$. Daß in der untersuchten Situation für die Investitionsbeurteilung Marktzinssätze relevant sind, läßt sich auf die wegen der Investition ergriffenen finanziellen Anpassungsmaßnahmen zurückführen:

- Bei Zwischenfinanzierung per Termin besteht die einzige Anpassungsmaßnahme in einer zusätzlichen Kreditaufnahme zur Finanzierung der Anfangsauszahlung. Die Kreditaufnahme erfolgt in der 1. Periode zu $r_{k01} = 5\%$ und in der 2. Periode zu $r_{t12} = 7\%$, wird also durch Marktzinssätze korrekt abgebildet.
- Bei Zwischenfinanzierung per Kassageschäft wird wegen der Projektfinanzierung in der 2. Periode das Volumen gegenläufiger Finanzmarktgeschäfte reduziert. Per Saldo besteht die finanzielle Anpassung in der 1. Periode in zusätzlicher Kreditaufnahme zu $r_{k01} = 5\%$ und in der 2. Periode in verminderter Mittelanlage zu $r_{t12} = 7\%$. Auch diese Anpassung wird durch Marktzinssätze korrekt abgebildet.

Hinsichtlich der Verallgemeinerungsfähigkeit der zunächst nur für eine spezielle Situation verdeutlichten Zusammenhänge zeigt sich folgendes:

- Die Beurteilungsrelevanz der Marktzinssätze ist unabhängig von der zwischen Marktzinssätzen und erwarteten Zinssätzen bestehenden Größenrelation, unabhängig von der Höhe liquider Mittel, über die der Investor in $t = 0$ verfügt,¹⁾

1 Der Marktzinssatz bleibt beurteilungsrelevant, wenn der Investor die Projektauszahlung teilweise oder vollständig aus vorhandenen liquiden Mitteln finanzieren kann, und auch wenn die liquiden Mittel die Summe aus Finanzbedarf für das Projekt und maximal zum erwarteten Zinssatz anlegbaren Betrag übersteigen.

und zugleich unabhängig von der absoluten Höhe der für Finanztransaktionen geltenden betraglichen Restriktionen.

- Marktzinssätze verlieren aber ihre Beurteilungsrelevanz, wenn für Transaktionen zum Marktzinssatz eine engere betragliche Restriktion als für Transaktionen zum erwarteten Zinssatz gilt.

Der zuletzt genannte Zusammenhang, der eine generelle Investitionsbeurteilung auf Basis von Marktzinssätzen nicht sachgerecht erscheinen läßt, kann beispielhaft durch eine Variation der untersuchten Situation verdeutlicht werden. Geht man davon aus, daß auch Termingeschäfte zu $r_{12} = 7\%$ betraglich limitiert sind und dieses Limit mit z.B. 700 GE unterhalb des für den erwarteten Zinssatz geltenden Limits liegt, ergeben sich, wenn man exemplarisch von einer Zwischenfinanzierung per Kassageschäft ausgeht:

$$EV^U = 700 \cdot 1,07 - 700 \cdot 1,05 = 14$$

$$EV^I = 54 - 51 \cdot 1,05 + 700 \cdot 1,07 - 700 \cdot 1,05 = 14,45$$

$$EW = EV^I - EV^U = (-100 \cdot 1,05 + 54) \cdot 1,05 + 54 = 0,45 = EW^e .$$

Gilt also für Finanzmarktgeschäfte zum Marktzinssatz eine engere betragliche Restriktion als für Geschäfte zum erwarteten Zinssatz, sind nicht Marktzinssätze sondern erwartete Zinssätze beurteilungsrelevant – wiederum unabhängig von der Größenrelation zwischen Marktzinssatz und erwartetem Zinssatz, unabhängig von der Höhe ohnehin verfügbarer liquider Mittel und gleichzeitig unabhängig von der Absoluthöhe betraglicher Restriktionen. Diese Zusammenhänge werden in den beiden ersten Spalten von Tab. 2 verdeutlicht.

In der dritten Spalte von Tab. 2 wird angegeben, welche Zinssätze beurteilungsrelevant sind, wenn für Transaktionen zum erwarteten Zinssatz und zum Marktzinssatz gerade identische betragliche Restriktionen gelten. Dabei wird zusätzlich unterstellt, daß dann, wenn der Investor über liquide Mittel verfügt, diese allein zur Projektdurchführung ausreichen würden – andernfalls kann der beurteilungsrelevante Kalkulationszinsfuß nicht mehr einfach dem Marktzinssatz bzw. dem erwarteten Zinssatz entsprechen. Unter dieser zusätzlichen Annahme gilt:

- Sind keine liquiden Mittel vorhanden, ist der höhere beider Zinssätze beurteilungsrelevant. Dann muß zugunsten des Projektes auf eine Mittelanlage zu diesem Zinssatz verzichtet werden.
- Sind hinreichend liquide Mittel vorhanden, ist der niedrigere beider Zinssätze beurteilungsrelevant. Dann können die zur Projektdurchführung erforderlichen Mittel durch zusätzliche Kreditaufnahme zu diesem Zinssatz erlangt werden.

Die in der vierten Spalte von Tab. 2 eingetragenen Fragezeichen verdeutlichen, daß dann, wenn für keine der beiden Transaktionsmöglichkeiten eine betragliche Obergrenze gilt, der beurteilungsrelevante Zinssatz durch einen vollständigen Vergleich von Unterlassensalternative und Investitionsalternative nicht mehr ein-

deutig abgeleitet werden kann.¹⁾ Dies wird deutlich, wenn man sich dem restriktionsfreien Fall auf zwei unterschiedlichen Wegen nähert. Unterstellt man für den erwarteten Zinssatz re_{12} eine engere Restriktion und läßt beide gegen unendlich wachsen, bliebe der Marktzinssatz „im Unendlichen“ beurteilungsrelevant. Unterstellt man hingegen für den Marktzinssatz rt_{12} die engere Restriktion und läßt beide gegen unendlich wachsen, bliebe der erwartete Zinssatz „im Unendlichen“ beurteilungsrelevant. Löst man sich von Versuchen, den restriktionsfreien Fall durch eine Grenzwertbetrachtung restringierter Fälle zu erschließen, so ist im restriktionsfreien Fall allerdings kein Grund erkennbar, warum zur Projektfinanzierung nicht stets die preiswerteste Finanzierungsalternative genutzt werden sollte (vgl. geklammerte Einträge in der vierten Spalte von Tab. 2).²⁾

		(deutlich) ³⁾ engere Restriktion für Transaktionen zum erwarteten Zinssatz re_{12}	(deutlich) engere Restriktion für Transaktionen zum Marktzinssatz rt_{12}	gleich enge Restriktion für beide Transaktionsmöglichkeiten	keine Restriktion für beide Transaktionsmöglichkeiten
$rt_{12} > re_{12}$	keine liquiden Mittel vorhanden	rt_{12}	re_{12}	rt_{12}	? (re_{12})
	liquide Mittel vorhanden	rt_{12}	re_{12}	re_{12}	? (re_{12})
$rt_{12} < re_{12}$	keine liquiden Mittel vorhanden	rt_{12}	re_{12}	re_{12}	? (rt_{12})
	liquide Mittel vorhanden	rt_{12}	re_{12}	rt_{12}	? (rt_{12})

Tab. 2: Beurteilungsrelevanz von Marktzinssätzen und subjektiven Zinserwartungen

- 1 Auch die Frage der Investitionsbewertung unter der Prämisse unbegrenzter Geldaufnahme- und Geldanlagemöglichkeiten („Bewertung in der Unendlichkeit“) wurde diskutiert; vgl. ADAM/SCHLÜCHTERMANN/HERING (1994a), S. 116-117, ROLFES (1994a), S. 122-123.
- 2 Die dargestellten Zusammenhänge gelten nur für die Beurteilung der individuellen Vorteilhaftigkeit einer zweiperiodigen Investition. Bei länger laufenden Investitionen kann die beurteilungsrelevante Zinsqualität nur periodenindividuell bestimmt werden. Bei Entscheidungen über Investitionsprogramme kann sie je nach Situation auch aus den Zahlungsreihen anderer Investitionsprojekte zu bestimmen sein.
- 3 Die betraglichen Restriktionen für Transaktionen zum erwarteten Zinssatz und zum Marktzinssatz müssen soweit auseinander liegen, daß bei der Formulierung finanzieller Anpassungsmaßnahmen nur die engere der beiden Restriktionen zu beachten ist. Sonst kann keine allgemeingültige Aussage über den beurteilungsrelevanten Zinssatz getroffen werden. Diese Bedingung soll durch den Zusatz „deutlich“ zum Ausdruck gebracht werden.

III Einordnung von Standpunkten

Die Analyse zeigt, daß Marktzinssätze bei subjektiv sicheren Zinserwartungen nicht grundsätzlich für die projektindividuelle Beurteilung von Investitionen relevant sind. Die starke These der Protagonisten trifft nur zu, wenn Transaktionen zu erwarteten Zinssätzen betraglich enger beschränkt sind als Transaktionen zu Marktzinssätzen (vgl. 1. Spalte in Tab. 2). Es ist aber kein Grund erkennbar, warum diese Bedingung am Finanzmarkt gelten sollte. Insbesondere wird die Beurteilungsrelevanz von Marktzinssätzen nicht schon durch die Annahme sichergestellt, daß am Finanzmarkt für einen gegebenen Zeitraum zu einem einheitlichen Zinssatz in beliebiger Höhe Mittel angelegt oder aufgenommen werden können.¹⁾ Diese Annahme müßte auch für erwartete Zinssätze gelten. Dann wäre gemäß Spalte 4 in Tab. 2 aber der niedrigere beider Zinssätze beurteilungsrelevant.

Auch die abgeschwächte Position der Protagonisten, nach der ein auf Basis von Marktzinssätzen berechneter positiver Kapitalwert eine notwendige Bedingung für die Vorteilhaftigkeit einer Investition sein soll, erweist sich als nicht haltbar. Diese These impliziert, daß Transaktionen zu erwarteten Zinssätzen engeren betraglichen Restriktionen unterliegen oder Marktzinssätze unterhalb von erwarteten Zinssätzen liegen. Konstellationen, wie durch die beiden ersten Zeilen der zweiten und vierten Spalte oder die zweite Zeile der dritten Spalte in Tab. 2 verdeutlicht, werden damit ausgeschlossen. In diesen Konstellationen können Investitionsprojekte auf Basis von Marktzinssätzen unvorteilhaft erscheinen, obwohl sie auf Basis der tatsächlich beurteilungsrelevanten erwarteten Zinssätze vorteilhaft sind. Warum aber soll ausgeschlossen sein, daß ein Investor für künftige Finanzmarktgeschäfte niedrigere Zinssätze als aktuell „gehandelte“ Marktzinssätze erwartet, ohne dafür eine engere betragliche Restriktion zu erwarten?

Daß diese Defizite der Marktzinsmethode in der geführten Diskussion nicht hinreichend klar wurden, dürfte vor allem zwei Gründe haben:

- Die Protagonisten formulieren diverse Anforderungen an den Kalkulationszins, u.a. daß die darin abgebildeten Zinskosten den Charakter von Einzelkosten haben sollen, die Höhe dieser Kosten objektiv bestimmbar sein soll und die den Kostensatz bestimmenden Aktivitäten aktuell umsetzbar sein sollen. Diese Anforderungen werden nicht aus der originären Zielvorstellung der Endvermögensmaximierung deduziert, sondern als eigenständige vom Kalkulationszins zu erfüllende Kriterien formuliert.²⁾ Dadurch kommt es zu Widersprüchen zwi-

1 Diese Prämisse wird teilweise als Annahme eines sogenannten Grundmodells der Marktzinsmethode angeführt; vgl. dazu z.B. ROLFES (1992), S. 272-277 und mit weiteren Nachweisen WIMMER (1993), S. 780.

2 Vgl. z.B. ROLFES (1992), S. 122-124 und ROLFES (1993), S. 695-696. GRÜNDL (1995), S. 913 hält die „axiomatischen“ Anforderungen an den Kalkulationszins für überflüssig und weist auf eine Möglichkeit zur modellendogenen Bestimmung der von ROLFES postulierten Anforderungen hin. Er setzt dafür jedoch sehr strenge Vollkommenheitsanforderungen für den Markt für Investitionsprojekte voraus.

schen diesen Anforderungen und der Zielsetzung der Vermögensmaximierung. So kann z.B., wie die vorstehende Analyse zeigt, der im Sinne einer Vermögensmaximierung beurteilungsrelevante Zinssatz eben nicht aus sonstigen Anforderungen, sondern nur in Abhängigkeit vom gesamten finanziellen Umfeld einer Investition ermittelt werden. Solche Widersprüche zwischen originärer Zielvorstellung und zusätzlichen Anforderungen entscheiden die Protagonisten implizit zugunsten der zusätzlichen Anforderungen. Im Sinne der originären Zielvorstellung kann ihr Beurteilungsansatz damit allenfalls noch den Charakter einer theoretisch nicht fundierten Heuristik haben.¹⁾

- Die Protagonisten lehnen die Beurteilungsrelevanz erwarteter Zinssätze ab, weil sich der Transformationsbeitrag auch ohne Investition erzielen lasse.² Dieses Argument erweist sich als nicht stichhaltig. Entscheidend für die Beurteilungsrelevanz von Marktzinssätzen ist nicht, ob sich ein Vermögensbeitrag in Höhe des Transformationsbeitrages auch ohne Investition durch gegenläufige Finanztransaktionen erzielen läßt, sondern ob der aus gegenläufigen Finanztransaktionen erzielbare Vermögensbeitrag wegen der Investition entsprechend geringer ausfallen muß, höher ausfallen kann oder unverändert ausfällt. Diese Frage kann aber, wie gesehen, nicht generell, sondern nur in Abhängigkeit vom finanziellen Umfeld entschieden werden.

Als zutreffend erweist sich demgegenüber die Position der Antagonisten, nach der die im Sinne einer Vermögensmaximierung beurteilungsrelevanten Kalkulationszinssätze theoretisch exakt nur als periodenindividuelle Grenzzinssätze eines Totalmodells bestimmt werden können. Letztlich haben auch wir in unserer vorstehenden Verdeutlichung die Partialbeurteilung einer Investition durch die explizite Berücksichtigung von Finanzmarktaktivitäten zu einer, wenn auch besonders einfachen, Form eines Totalmodells erweitert.³⁾

1 Vgl. zu dieser Einschätzung ADAM/SCHLÜCHTERMANN/HERING (1994b), S. 790 oder HERING (1995), S. 166-172. Das schließt allerdings nicht aus, daß die formulierten Anforderungen in anderen Situationen, in denen z.B. die Vermögensmaximierung durch Delegationsprobleme beeinträchtigt wird, oder für andere Zielsysteme, in denen Vermögensmaximierung kein dominierendes Oberziel darstellt, sinnvolle Kriterien für die Wahl des Kalkulationszinssatzes sein können (vgl. z.B. für die Kalkulation von Bankprodukten SCHIERENBECK (1994b).

2 Vgl. ROLFES (1993), S. 705-707. In diesem Sinne ist wohl auch SCHIERENBECK (1994a), S. 455 zu interpretieren, wenn er auf die mittels der Marktzinsmethode mögliche „saubere Trennung von zwei (unabhängig voneinander entstehenden und zu steuernden) Erfolgsquellen“ hinweist.

3 Da wir nur eine zweijährige Investition ohne Restriktionen im ersten Jahr betrachtet haben, ließe sich die untersuchte Entscheidungssituation auch als DEAN-Modell (Vgl. beispielsweise DEAN (1951) oder BREUER (2002), S. 329-365) für die zweite Periode präsentieren. Dazu kann zunächst die interne Rendite des Investitionsprojektes bezogen auf die zweite Periode ermittelt werden $\left(-100 + 541,05^{-1} + 54 \cdot 1,05^{-1} \cdot (1+r_{12}^*)^{-1} = 0 \Leftrightarrow r_{12}^* = 5,88\% \right)$. In der zweiten Periode stehen dann zwei Alternativen zur Mittelaufnahme (zu re_{12} und rt_{12}) und drei Alternativen zur Mittelanlage (zu re_{12} , rt_{12} und r_{12}^*) zur Wahl.

Wie ist nun die Position von HW/GH einzuordnen, nach der der Streit um die Marktzinsmethode einem Streit um ein Phantom gleichen soll? Für den Fall sicherer Zinserwartungen läßt sich diese Position in zwei Argumente zerlegen.

Erstens wird argumentiert, daß sich aus der Art der Finanzierung kein Transformationsbeitrag eines Investitionsprojektes ergeben kann, weil auf einem vollständigen und arbitragefreien Finanzmarkt für jeden beliebigen Zeitabschnitt immer nur genau ein Zinssatz existieren könne.¹⁾ Diese Schlußfolgerung ist unbestreitbar. Wenn Unterschiede zwischen Marktzinssätzen und erwarteten Zinssätzen ausgeschlossen sind, kann es keinen Unterschied machen, welcher dieser Zinssätze der Investitionsbeurteilung zugrunde gelegt wird. Problematisch erscheinen aber die Annahmen der Schlußfolgerung. Dabei ist noch nachvollziehbar, daß dann, wenn der Finanzmarkt vollständig ist, im Arbitragegleichgewicht für jeden Zeitabschnitt nur ein Zinssatz am Markt existieren kann. Nicht nachvollziehbar ist aber zum einen, warum ein realer Finanzmarkt das doch sehr idealtypische Merkmal der Vollständigkeit erfüllen sollte, und zum anderen, warum – selbst wenn der Markt vollständig ist – ausschließlich die Gleichgewichtszinssätze beurteilungsrelevant sein können. Im Arbitragegleichgewicht muß zwar der Grenzsatz des Marktzinses dem Grenzsatz aller individuellen Zinserwartungen entsprechen, da sonst noch Geschäfte mit subjektiv sicherem Gewinn möglich wären. Relevant für die Beurteilung des Investitionsprojektes sind aber die Marktzinssätze bzw. Zinserwartungen „links“ und „rechts“ von diesem Marktgleichgewicht – die müssen bei betraglichen Restriktionen der Transaktionsmöglichkeiten und betraglichen Sensitivitäten der Zinssätze aber keineswegs mit den Gleichgewichtszinssätzen übereinstimmen. Auf diese beiden Fragen gehen HW/GH nicht ein. Ihr erstes Argument bleibt damit tautologisch. Sie schließen quasi per Annahme Divergenzen zwischen Marktzinssätzen und erwarteten Zinssätzen aus,²⁾ um dann die Schlußfolgerung zu ziehen, daß ein auf genau solchen Divergenzen fußender Streit „viel Lärm um Nichts“ darstelle. Für den Streit um die Marktzinsmethode bei sicheren Zinserwartungen liefern sie so keinen und erst recht keinen vermittelnden Beitrag.

Zweitens argumentieren HW/GH, daß dann, wenn es trotzdem zu einer nach ihrer Ansicht mit der Arbitragefreiheit nicht vereinbaren Diskrepanz zwischen Marktzinssätzen und subjektiv sicheren Zinserwartungen komme, nur die Investitionsbeurteilung auf Basis von Marktzinssätzen sachgerecht sein könne. Sie begründen diese Sichtweise damit, daß die Durchführung einer Investition, die auf Basis hoher Marktzinssätze unvorteilhaft und auf Basis niedriger Zinserwartungen vorteilhaft sei, insgesamt nur unvorteilhaft sein könne, weil sie einen geringeren Kapitalwert liefere als die Arbitragegeschäfte, die sie verdränge.³⁾ Mit diesem Argument unterliegen HW/GH einem sehr ähnlichen Irrtum wie die Protagonisten

1 Vgl. HARTMANN-WENDELS/GUMM-HEUBEN (1994), S. 1288-1292.

2 Eine ähnliche Argumentation wie bei HW/GH findet sich auch bei GRÜNDL (1995), S. 909-910.

3 Vgl. HARTMANN-WENDELS/GUMM-HEUBEN (1994), S. 1292-1293.

sten mit ihrem Argument von den auch ohne Investitionsprojekt erzielbaren Transformationsbeiträgen – mit dem einzigen Unterschied, daß die Protagonisten ein Paket von gegenläufigen Finanztransaktionen als auf jeden Fall in festem Volumen neben der Investition realisierbar ansehen, während HW/GH es pauschal als wegen der Investition nicht realisierbar ansehen. Die zweite Pauschalannahme ist so wenig sachgerecht wie die erste. Zu einer Verdrängung von Arbitragegeschäften führt – wenn der Investor nicht ohnehin über liquide Mittel verfügt – die Durchführung der Investition nur, wenn die Mittelaufnahmemöglichkeit mit niedrigerem Zinssatz einer engeren oder genauso engen betraglichen Restriktion wie die Mittelanlagemöglichkeit mit höherem Zinssatz unterliegt. In diesem Fall ist der höhere Zinssatz der Anlagemöglichkeit für die Beurteilung der Investition relevant, weil die Aufnahmemöglichkeit auch mit Investition unverändert voll ausgeschöpft wird und nur die Anlagemöglichkeit (teilweise) verdrängt wird. Diese verdrängte Anlagemöglichkeit ist aber nicht generell eine Anlage zum Marktzinssatz, sondern kann auch eine Anlage zum erwarteten Zinssatz sein. Zudem geht das Argument von den verdrängten Arbitragegeschäften von vornherein fehl, wenn die Finanztransaktion mit dem höheren Zinssatz der engeren betraglichen Restriktion unterliegt. In diesem Fall wird die Investition durch höhere Inanspruchnahme der niedrig verzinslichen Aufnahmemöglichkeit finanziert und Arbitragegeschäfte werden mit Investition in genau demselben Umfang durchgeführt wie ohne.

Insgesamt erweist sich die Position von HW/GH für den Fall sicherer Zinserwartungen also in beiden Argumenten als nicht stichhaltig. Mit der Annahme eines arbitragefreien Finanzmarktes sind Diskrepanzen zwischen den für eine Investitionsbeurteilung in Frage kommenden Marktzinssätzen und subjektiven Zinserwartungen noch nicht ausgeschlossen. So ein Ausschluß erfordert zusätzliche Annahmen über die Betragsunabhängigkeit der Zinssätze. Sind Diskrepanzen möglich, geht der Verweis auf die Verdrängung attraktiver Arbitragegeschäfte als Generalargument für die Beurteilungsrelevanz von Marktzinssätzen völlig fehl.

C Investitionsbeurteilung bei unsicheren Zinserwartungen

I Problemstellung

Ausgegangen wird weiterhin von einer sicheren Projektzahlungsreihe und von der Bonitätsrisikofreiheit aller am Finanzmarkt getätigten Anlagen. Unsicherheit besteht nur hinsichtlich der subjektiv erwarteten Zinssätze.¹⁾ Auch zu der Frage, wie

1 Bei der Berücksichtigung zusätzlicher Unsicherheiten hinsichtlich der Projektzahlungsreihe und von Bonitätsrisiken wären für die Beurteilung des Investitionsprojektes zusätzlich nicht nur diese Risiken von Bedeutung, sondern auch die zwischen den verschiedenen Risiken bestehenden Korrelationsbeziehungen. Da solche Überlagerungen verschiedener unsicherer Größen in der Diskussion um die Marktzinsmethode (bisher) keine Rolle spielen, werden sie auch nachfolgend durch die Annahme einer, abgesehen von der Zinsentwicklung, sicheren Welt ausgeblendet.

subjektive Unsicherheit hinsichtlich der Zinserwartungen die Eignung der Marktzinssätze zur Investitionsbeurteilung betrifft, werden konfliktäre Positionen vertreten:

- Die Protagonisten sehen sich durch Unsicherheit hinsichtlich der Zinserwartungen in ihrer Auffassung, daß allein Marktzinssätze beurteilungsrelevant sind, zusätzlich bestärkt. Sinngemäß argumentieren sie wie folgt: Unsicherheit resultiere bei Durchführung der Investition allein aus nicht fristenkongruenter Finanzierung des Projektes. Da das Projekt bei fristenkongruenter Finanzierung ohne Unsicherheit durchgeführt werden könne, sei die Entscheidung über das Eingehen von Zinsrisiken vom Investitionsprojekt separierbar und dürfe nicht in dessen Beurteilung eingehen, ergo, könne nur eine Beurteilung des Projektes auf Basis von Marktzinssätzen sachgerecht sein.¹⁾
- Die Antagonisten räumen zwar ein, daß es bei unsicheren Zinserwartungen sachgerecht sein könne, Investitionen generell auf Basis von Marktzinssätzen zu beurteilen. Die generelle Verwendung von Marktzinssätzen impliziere dann jedoch absolute Risikoscheu des Investors und führe für weniger risikoscheue Investoren zu einem systematischen „Totrechnen“ von Investitionen.²⁾
- HW/GH sind wie bei sicheren Zinserwartungen der Ansicht, daß auf einem arbitragefreien Markt keine Unterschiede zwischen einer Investitionsbeurteilung mittels Marktzinssätzen und unsicheren erwarteten Zinssätzen bestehen können.³⁾

Zur Einordnung dieser Sichtweisen ist das Entscheidungskalkül des Investors um Unsicherheitsaspekte zu erweitern. Dazu bieten sich unterschiedliche Konzepte an. In idealtypischer Sicht kann danach unterschieden werden, ob der Investor die auf einen bestimmten Zeitpunkt bezogene unsichere Ergebnisverteilung

- unabhängig von der Zuordnung einzelner Ergebnisse zu bestimmten Umweltzuständen allein auf der Basis der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Ergebnisgröße beurteilt, oder ob er sie
- in Abhängigkeit davon beurteilt, in welchen Umweltzuständen sich welche Ausprägungen der Ergebnisgröße einstellen.

In Abschnitt II wird das Modell um ein Konzept der ersten Art erweitert. Diese Erweiterung erlaubt eine Einordnung der Positionen von Protagonisten und Antagonisten. In Abschnitt III wird von einem Entscheidungskonzept der zweiten Art ausgegangen, was eine Einordnung der Position von HW/GH erlaubt.

1 Vgl. ROLFES (1993), S. 705-707, ROLFES (1994a), S. 123-124, WIMMER (1993), S. 784-785.

2 Vgl. ADAM/SCHLÜCHTERMANN/ UTZEL (1993), S. 10-15, ADAM/SCHLÜCHTERMANN/HERING (1994a), S. 117-118.

3 Vgl. HARTMANN-WENDELS/GUMM-HEUBEN (1994), S. 1293-1300.

II Zustandsunabhängige Investitionsbeurteilung

1. Präzisierung der Situation und des Beurteilungskonzeptes

Unverändert wird von einem zweiperiodigen Investitionsprojekt mit sicherer Zahlungsreihe (z.B. $-100, +54, +54$) und von einer unbegrenzten Mittelanlage- bzw. Mittelaufnahmemöglichkeit für die erste Periode zum einheitlichen Zinssatz von rk_{01} (z.B. $rk_{01} = 5\%$) ausgegangen. Vereinfachend wird wieder eine Situation betrachtet, in der der Investor über keine liquiden Mittel und keine anderen Investitionsprojekte verfügt. Mit der Wahrscheinlichkeit p^+ ($0 < p^+ < 1$) erwartet der Investor für $t = 1$ einen einperiodigen Kassazinssatz von re_{12}^+ (z.B. $re_{12}^+ = 8\%$), mit der Gegenwahrscheinlichkeit $1 - p^+$ einen Kassazinssatz von re_{12}^- (z.B. $re_{12}^- = 4\%$). Er geht davon aus, in $t = 1$ zum dann geltenden Kassazinssatz Mittel bis zu einem Maximalbetrag von Y (z.B. $Y = 1.000$ GE) anlegen oder aufnehmen zu können. In $t = 0$ kann der Investor bis zu einem „deutlich kleineren“ Maximalbetrag X (z.B. $X = 700$ GE) Termingeschäfte zu einem Terminzinssatz rt_{12} , mit $re_{12}^+ > rt_{12} > re_{12}^-$ (z.B. $rt_{12} = 7\%$), tätigen.

Weiterhin wird davon ausgegangen, daß der Investor eine Handlungsalternative i auf der Basis des in $t = 2$ erzielbaren Endvermögens EV_i (mit $EV_i = EV_i^+$ oder $EV_i = EV_i^-$) beurteilt und bei der Beurteilung dem Bernoulli-Prinzip [$\Phi(i) = U(EV_i^+) \cdot p^+ + U(EV_i^-) \cdot (1 - p^+)$] folgt. Die Risiko-Nutzen-Funktion (RNF) sei so normiert, daß $U(0) = 0$ gelte. Hinsichtlich des Verlaufs der RNF werden drei bzw. vier Investorentypen unterschieden: risikoneutrale Investoren $\left(U' = \frac{\delta U}{\delta EV} > 0 \text{ und } U'' = \frac{\delta^2 U}{\delta EV^2} = 0 \right)$, risikofreudige Investoren ($U' > 0$ und $U'' > 0$), begrenzt risikoscheue Investoren ($U' > 0$ und $U'' < 0$) und absolut risikoscheue Investoren, die auch bei noch so hohen und noch so wahrscheinlichen Vermögenszuwächsen nicht zur Übernahme von Vermögensrisiken bereit sind ($U' > 0$ und $U'' < 0$ für $EV < 0$ und $U' = 0$ für $EV \geq 0$).

Da die Investitionsbeurteilung nur in einer Differenzbetrachtung im Vergleich zur Unterlassensalternative erfolgen kann, muß – wie im Fall sicherer Zinserwartungen – die ohne Investition für den Investor optimale Handlungsalternative den Ausgangspunkt der Investitionsbeurteilung liefern.

2. Die Unterlassensalternative

Zur Gestaltung der Unterlassensalternative verfügt der Investor unter den getroffenen Annahmen nur über zwei Möglichkeiten. Er kann

- einen Betrag x_1 mit $0 \leq x_1 \leq X$ für die zweite Periode zu rt_{12} anlegen und in $t = 1$ einen Kredit in Höhe von x_1 zu rk_{12} aufnehmen (Variante 1) oder

- einen Betrag x_2 mit $0 \leq x_2 \leq X$ für die zweite Periode zu rt_{12} aufnehmen und in $t = 1$ zu rk_{12} anlegen (Variante 2).

Je nach Gestaltungsalternative und Transaktionsbetrag ordnet der Investor der Unterlassensalternative folgenden Präferenzwert zu:

$$\Phi(x_1) = p^+ \cdot U\left[x_1 \cdot (rt_{12} - re_{12}^+)\right] + (1 - p^+) \cdot U\left[x_1 \cdot (rt_{12} - re_{12}^-)\right] \quad (3.1)$$

$$\Phi(x_2) = p^+ \cdot U\left[x_2 \cdot (re_{12}^+ - rt_{12})\right] + (1 - p^+) \cdot U\left[x_2 \cdot (re_{12}^- - rt_{12})\right]. \quad (3.2)$$

Innerhalb der Möglichkeiten zur Gestaltung der Unterlassensalternative kann der Investor, bei den hier in Betracht gezogenen Typen einer RNF, den nutzenmaximalen Transaktionsbetrag anhand des Kriteriums $\Phi'(x) = \frac{\delta\Phi}{\delta x} = 0$ bestimmen.

Dabei gilt mit $EV_1^+ = x_1 \cdot (rt_{12} - re_{12}^+)$ bzw. $EV_2^+ = x_2 \cdot (re_{12}^+ - rt_{12})$ und $EV_1^- = x_1 \cdot (rt_{12} - re_{12}^-)$ bzw. $EV_2^- = x_2 \cdot (re_{12}^- - rt_{12})$

$$\Phi'(x_1) = p^+ \cdot U'(EV_1^+) \cdot (rt_{12} - re_{12}^+) + (1 - p^+) \cdot U'(EV_1^-) \cdot (rt_{12} - re_{12}^-) \quad (4.1)$$

$$\Phi'(x_2) = p^+ \cdot U'(EV_2^+) \cdot (re_{12}^+ - rt_{12}) + (1 - p^+) \cdot U'(EV_2^-) \cdot (re_{12}^- - rt_{12}). \quad (4.2)$$

Die optimale Gestaltung der Unterlassensalternative hängt bei gegebenen rt_{12} , re_{12}^+ und re_{12}^- von der subjektiven Eintrittswahrscheinlichkeit für hohe zukünftige Kassazinssätze p^+ und von der Risikoeinstellung des Investors ab.

Risikoneutraler Investor

Ein risikoneutraler Investor ($U' > 0$ und $U'' = 0$) weitet ausgehend von $x = 0$ das Volumen gegenläufiger Finanzmarktgeschäfte solange aus, wie gilt:

$$\Phi'(x_1) > 0 \quad \Leftrightarrow \quad p^+ < \frac{rt_{12} - re_{12}^-}{re_{12}^+ - re_{12}^-} \quad (\text{bei Variante 1}) \text{ bzw.} \quad (5.1)$$

$$\Phi'(x_2) > 0 \quad \Leftrightarrow \quad p^+ > \frac{rt_{12} - re_{12}^-}{re_{12}^+ - re_{12}^-} \quad (\text{bei Variante 2}). \quad (5.2)$$

Entspricht der Terminzinssatz dem Erwartungswert der subjektiven Zinserwartungen $\left(p^+ = \frac{rt_{12} - re_{12}^-}{re_{12}^+ - re_{12}^-}\right)$, ist er indifferent, ob überhaupt, in welcher Variante und in welchem Volumen er gegenläufige Finanzmarktgeschäfte durchführt.

Liegt der Terminzinssatz unterhalb dieses Erwartungswertes $\left(p^+ > \frac{rt_{12} - re_{12}^-}{re_{12}^+ - re_{12}^-}\right)$, führt er in maximal möglichem Volumen gegenläufige Finanzmarktgeschäfte in Form von Variante 2 mit einer Kreditaufnahme zum Terminzinssatz durch.

Liegt der Terminzinssatz oberhalb dieses Erwartungswertes $\left(p^+ < \frac{rt_{12}^+ - re_{12}^-}{re_{12}^+ - re_{12}^-} \right)$, führt er ebenfalls in maximal möglichem Volumen gegenläufige Finanzmarktgeschäfte in Form von Variante 1 mit einer Mittelanlage zum Terminzinssatz durch.

Risikofreudiger Investor

Wenn ein risikofreudiger Investor ($U' > 0$ und $U'' > 0$) überhaupt gegenläufige Finanztransaktionen durchführt, führt er sie im maximal möglichem Volumen X durch.¹⁾ Er zieht die Durchführung gegenläufiger Finanzmarktgeschäfte im Volumen von X einem Verzicht auf jegliche Aktivität vor, wenn gilt:

$$\Phi(x_1 = X) > 0 \Leftrightarrow \frac{p^+}{1 - p^+} < \frac{U[X \cdot (rt_{12} - re_{12}^-)]}{-U[X \cdot (rt_{12} - re_{12}^+)]} \text{ bzw.} \quad (6.1)$$

$$\Phi(x_2 = X) > 0 \Leftrightarrow \frac{p^+}{1 - p^+} > \frac{-U[X \cdot (re_{12}^- - rt_{12})]}{U[X \cdot (re_{12}^+ - rt_{12})]}. \quad (6.2)$$

Bei progressiv steigender RNF und $U(0) = 0$ ist die rechte Seite von (6.1) größer als die rechte Seite von (6.2).²⁾ Bei gegebenen re_{12}^-, re_{12}^+ und rt_{12} gibt es also für jeden risikofreudigen Investor einen Kernbereich möglicher Eintrittswahrscheinlichkeiten p^+ , in dem die maximale Ausschöpfung gegenläufiger Finanzgeschäfte sowohl mit einer Kreditaufnahme zum Terminzinssatz als auch mit einer Anlage zum Terminzinssatz vorteilhafter ist als das schlichte Nichtstun. Die Größe des Kernbereichs nimmt mit der Risikofreude des Investors zu. Welche Variante gegenläufiger Finanztransaktionen der Investor innerhalb dieses Kernbereichs präferiert, hängt von der Lage des p^+ ab. Bei p^+ am oberen Rand des Kernbereichs präferiert er Kreditaufnahmen per Termin, bei p^+ am unteren Rand Mittelanlagen per Termin. Liegt p^+ oberhalb des Kernbereichs, sind nur gegenläufige Finanztransaktionen mit Kreditaufnahme per Termin vorteilhafter als das Unterlassen jedweder Aktivität. Liegt p^+ unterhalb dieses Kernbereichs, sind nur gegenläufige Finanztransaktionen mit Mittelanlage per Termin vorteilhafter als das Unterlassen jedweder Aktivität. Unabhängig von der individuell geschätzten Eintrittswahrscheinlichkeit p^+ nutzt ein risikofreudiger Investor im Unterlassensfall aber auf jeden Fall das maximale Volumen X für gegenläufige Finanztransaktionen.

Risikoscheuer Investor

Da bei $re_{12}^+ > rt_{12} > re_{12}^-$ und $0 < p^+ < 1$ gegenläufige Finanzgeschäfte stets mit Vermögensrisiken verknüpft sind, verzichtet ein absolut risikoscheuer Investor ($U' > 0$ und $U'' < 0$ für $EV < 0$ und $U' = 0$ für $EV \geq 0$) im Unterlassensfall auf jeg-

1 Vgl. Anhang 1.

2 Vgl. Anhang 2.

liche Aktivität. Ein begrenzt risikoscheuer Investor ($U' > 0$ und $U'' < 0$) weitet ausgehend von $x = 0$ gegenläufige Finanzgeschäfte demgegenüber – maximal bis $x = X$ – solange aus,¹⁾ wie gilt:

$$\Phi'(x_1) > 0 \Leftrightarrow \frac{p^+}{1-p^+} < \frac{U'(EV_1^-) \cdot (rt_{12} - re_{12}^-)}{-U'(EV_1^+) \cdot (rt_{12} - re_{12}^+)} \quad \text{bzw.} \quad (7.1)$$

$$\Phi'(x_2) > 0 \Leftrightarrow \frac{p^+}{1-p^+} > \frac{-U'(EV_2^-) \cdot (re_{12}^- - rt_{12})}{U'(EV_2^+) \cdot (re_{12}^+ - rt_{12})}. \quad (7.2)$$

Für $x_1 = x_2 > 0$ ist bei degressiv steigender RNF die rechte Seite von (7.2) größer als die rechte Seite von (7.1).²⁾ Bei gegebenen re_{12}^- , re_{12}^+ , rt_{12} und p^+ kommt für einen begrenzt risikoscheuen Investor also von vornherein nur eine bestimmte Variante gegenläufiger Finanztransaktionen in Betracht. Die Wahl der Variante hängt vom genauen Wert dieser Parameter, die Höhe des optimalen Transaktionsvolumens zudem von dem genauen Aussehen seiner RNF ab. Vollständig passiv bleibt ein begrenzt risikoscheuer Investor nur dann, wenn schon für kleinste Transaktionsvolumina weder Bedingung (7.1) noch Bedingung (7.2) erfüllt ist. Dies ist nur möglich, wenn der Erwartungswert des unsicheren Zinssatzes gerade dem Marktzinssatz entspricht. Insgesamt bleibt ein risikoscheuer Investor also nur dann völlig passiv, wenn

- er absolut risikoscheu ist und/oder
- sein Erwartungswert des unsicheren Zinssatzes dem Marktzinssatz entspricht.³⁾

3. Die Investitionsalternative

Die Effekte einer Investition – auf die ergriffenen Aktivitäten und auf das realisierte Nutzenniveau – hängen bei unsicheren genau wie bei sicheren Zinserwartungen von der Zahlungsreihe des Projektes, der Höhe in Betracht kommender Zinssätze, dem Betrag ohnehin vorhandener liquider Mittel und den betraglichen Restriktionen der am Finanzmarkt verfügbaren Transaktionsmöglichkeiten ab. Außerdem hängen sie bei unsicheren Zinserwartungen gleich in zweifacher Weise von den Eintrittswahrscheinlichkeiten alternativer Wertausprägungen unsicherer Zinssätze und von der Risikoeinstellung des Investors ab, denn diese Einflussfaktoren prägen, wie vorstehend verdeutlicht, die optimale Gestaltung der Unterlassensalternative und zudem die Beurteilung unterschiedlicher Anpassungsalternativen.

1 Vgl. Anhang 1.

2 Vgl. Anhang 3.

3 Vgl. Anhang 4.

Die Untersuchung der Investitionseffekte kann zum einen nach Merkmalen der Ausgangssituation differenziert werden – vor allem nach der Risikoeinstellung und dem im Unterlassensfall realisierten Transaktionsvolumen – zum anderen nach Merkmalen des Übergangs selbst – insbesondere nach der Art der Anpassungsmaßnahme und dem dafür beurteilungsrelevanten Zinssatz. Einen Überblick über die Zusammenhänge zwischen Merkmalen der Ausgangssituation und Merkmalen des Übergangs gibt Tab. 3. Der Aufbau der Tabelle orientiert sich an Merkmalen der Ausgangssituation, die nachfolgende Erläuterung primär an Merkmalen des Übergangs.

		Risikoeinstellung		
		risikoneutral (RN)	risikofreudig (RF)	risikoscheu (RS)
Transaktionsvolumen im Unterlassensfall	beträgt null	rein additiv RN₁ $r_{12} = r_{t12} = E(re_{12})$	–	rein additiv RS₁ $r_{12} = r_{t12}$
	durch Risikobereitschaft begrenzt	–	–	Zusatzeffekte RS₂ $r_{12} = r_{t12}$
	durch Mittelanlagen zum unsicheren Zinssatz begrenzt	rein additiv RN₃ $r_{12} = r_{t12}$	rein additiv RF₃ $r_{12} = r_{t12}$	rein additiv RS₃ $r_{12} = r_{t12}$
	durch Mittelanlagen zum Marktzinssatz begrenzt	rein additiv RN₄ $r_{12} = E(re_{12})$	rein additiv RF₄ $r_{12} = f(re_{12}) = ?$	rein additiv RS₄ $r_{12} = f(re_{12}) = ?$
	durch Mittelaufnahmen zum unsicheren Zinssatz begrenzt	rein substitutiv RN₅ $r_{12} = r_{t12}$	rein substitutiv RF₅ $r_{12} = r_{t12}$	rein substitutiv RS₅ $r_{12} = r_{t12}$
	durch Mittelaufnahmen zum Marktzinssatz begrenzt	rein substitutiv RN₆ $r_{12} = E(re_{12})$	rein substitutiv RF₆ $r_{12} = f(re_{12}) = ?$	rein substitutiv RS₆ $r_{12} = f(re_{12}) = ?$

Tab. 3: Übergang und relevanter Kalkulationszins in verschiedenen Ausgangssituationen

Die betrachteten Fälle bleiben insofern idealtypisch, als für die Gestaltung der Investitionsalternative nur Restriktionen in Betracht gezogen werden, die schon bei der Gestaltung der Unterlassensalternative bindend sind. Grundsätzlich bestehende Möglichkeiten, daß betragliche Grenzen am Finanzmarkt verfügbarer Transaktionsmöglichkeiten oder Grenzen individueller Risikobereitschaft erst erreicht werden, weil das Investitionsprojekt durchgeführt wird, bleiben unberücksichtigt. Es wird also eine „relativ kleine“ Investition unterstellt.

Rein additive Investitionsdurchführung

In diesem Fall realisiert der Investor am Finanzmarkt alle Mittelaufnahmen und -anlagen genau wie im Unterlassensfall. Zusätzlich realisiert er die Investition und eine Mittelaufnahme in Höhe der für die Investition erforderlichen Mittel.

Führt ein Investor im Unterlassensfall gegenläufige Finanztransaktionen bis zur Kapazitätsgrenze einer Mittelanlage zum unsicheren Zinssatz durch (Ausgangssituationen RN_3 , RF_3 , RS_3), wird die Investition ohne Veränderung dieser Finanztransaktionen durch zusätzliche Kreditaufnahme zum Marktzinssatz finanziert. Dann liefert unabhängig von der Risikoeinstellung der auf Basis des Marktzinssatzes berechnete End- bzw. Kapitalwert ein mit der Nutzenmaximierung des Endvermögens kompatibles Entscheidungskriterium.¹⁾ Der so errechnete Kennzahlenwert indiziert eine sichere Endvermögensänderung und weist daher unabhängig von der Risikoeinstellung dasselbe Vorzeichen wie die durch die Investition ausgelöste (auf das Endvermögen bezogene) Nutzenänderung auf.

Führt ein Investor im Unterlassensfall gegenläufige Finanztransaktionen bis zur Kapazitätsgrenze einer Mittelanlage zum Marktzinssatz durch (RN_4 , RF_4 , RS_4), wird die Investition ohne Veränderung dieser Finanztransaktionen durch zusätzliche Kreditaufnahme zum unsicheren Zinssatz finanziert. Für ein kompatibles Endwert- bzw. Kapitalwertkriterium ist der Kalkulationszinssatz aus der Wahrscheinlichkeitsverteilung des unsicheren Zinssatzes abzuleiten. Risikoneutrale (RN_4) können den Kalkulationszinssatz als Erwartungswert des unsicheren Zinssatzes bestimmen.²⁾ Risikofreudige (RF_4) bzw. Risikoscheue (RS_4) müssen diesen Erwartungswert um einen Abschlag reduzieren bzw. Zuschlag erhöhen. Der sachgerechte Kalkulationszinssatz hängt in beiden Fällen dann allerdings nicht mehr allein von der Wahrscheinlichkeitsverteilung des unsicheren Zinssatzes und der Risikoeinstellung, sondern auch von dem Transaktionsvolumen im Unterlassensfall und dem Volumen des Investitionsprojektes ab, kann also nur noch durch vollständige Betrachtung von Unterlassensalternative und Investitionsprojekt bestimmt werden.

Führt ein risikoneutraler Investor im Unterlassensfall keine Finanztransaktionen durch (RN_1), entspricht sein subjektiver Erwartungswert des unsicheren Zinssatzes gerade dem Marktzinssatz. Dann ist das Nutzenniveau mit Investition unab-

1 Kompatibel ist ein Kriterium auf Basis des End- bzw. Kapitalwertes mit der Zielsetzung der Nutzenmaximierung des Endvermögens genau dann, wenn End- bzw. Kapitalwert stets dasselbe Vorzeichen aufweisen wie die durch die Investitionsdurchführung bewirkte Nutzenänderung der Endvermögensverteilung.

2 Der auf Basis des Erwartungswertes des unsicheren Zinssatzes berechnete Kapitalwert führt zu einem Kriterium, das mit der hier unterstellten Zielsetzung „Maximierung des Nutzens des Endvermögens“ kompatibel ist. Das heißt allerdings nicht, daß dieses Kriterium auch mit der alternativen Zielsetzung „Maximierung des Nutzens des Kapitalwertes“ kompatibel wäre. Da $p^+ \cdot (1+re_{12}^+)^{-1} + (1-p^+) \cdot (1+re_{12}^-)^{-1} > (1+p^+ \cdot re_{12}^+ + (1-p^+) \cdot re_{12}^-)^{-1}$ gilt, können beide Zielsetzungen nämlich untereinander im Widerspruch stehen.

hängig von der Art der Finanzierung und kann sowohl mit dem Marktzinssatz als auch mit dem Erwartungswert des unsicheren Zinssatzes ein kompatibles Partialkriterium formuliert werden.

Führt ein risikoscheuer Investor im Unterlassensfall keine Finanztransaktionen durch (RS_1), dann ist der Investor absolut risikoscheu oder entspricht sein subjektiver Erwartungswert des unsicheren Zinssatzes gerade dem Marktzinssatz. In beiden Fällen kann ein kompatibles Partialkriterium mit dem Marktzinssatz als Kalkulationszinssatz formuliert werden.

Rein substitutive Investition

In diesem Fall realisiert der Investor am Finanzmarkt alle Mittelaufnahmen wie im Unterlassensfall, das Investitionsprojekt sowie die Mittelanlage des Unterlassensfalls, vermindert um den Mittelbedarf der Investition. Auftreten kann dieser Fall in sechs Ausgangssituationen, in denen mit analogen Begründungen zum Fall rein additiver Investition gilt:

In den Ausgangssituationen RN_5 , RF_5 und RS_5 muß zugunsten der Investition auf eine Anlage zum Marktzinssatz verzichtet werden. Ein kompatibles Endwert- bzw. Kapitalwertkriterium kann dann mit dem Marktzinssatz als Kalkulationszinssatz aufgebaut werden.

In den Ausgangssituationen RN_6 , RF_6 und RS_6 muß zugunsten der Investition auf eine Anlage zum unsicheren Zinssatz verzichtet werden. Ein risikoneutraler Investor (RN_6) kann ein kompatibles Partialkriterium dann mit dem Erwartungswert des unsicheren Zinssatzes aufbauen. Ein risikofreudiger (RF_6) oder risikoscheuer Investor (RS_6) kann den Kalkulationszinssatz für ein kompatibles Partialkriterium nur aus der expliziten Betrachtung der Unterlassensalternative und des Investitionsprojektes ableiten.

Investition mit Zusatzeffekten

Es verbleibt Ausgangssituation RS_2 , in der ein risikoscheuer Investor im Unterlassensfall gegenläufige Finanztransaktionen durchführt, bis seine Risikobereitschaft, aber keine am Finanzmarkt vorhandene Transaktionsmöglichkeit ausgeschöpft ist. Da seine Risikobereitschaft bereits im Unterlassensfall erschöpft ist, kommt für diesen Investor eine Projektdurchführung zunächst einmal nur bei Finanzierung zum sicheren Marktzinssatz r_{12} in Betracht. Insoweit könnte also ein kompatibles Partialkriterium auf dem Marktzinssatz aufgebaut werden. Liefert die zum Marktzinssatz finanzierte Investition allerdings einen von null verschiedenen (sicheren) Endvermögensbeitrag, so kann die Investition darüberhinaus Zusatzeffekte bewirken, weil sich mit dem veränderten Nutzenniveau auch die Bereitschaft des Investors zur Risikoübernahme verändern kann.

Die Anpassung der Finanztransaktionen hängt damit gleichzeitig von der Höhe des auf Basis von Marktzinssätzen kalkulierten Endvermögensbeitrags des Projektes und der Ergebnissensitivität der Risikoaversion des Investors ab.

Beschränkt man sich auf Investoren mit durchgängig abnehmender, konstanter oder zunehmender Risikoaversion im Sinne des Risikoaversionsmaßes von ARROW und PRATT¹⁾, so gilt:²⁾

- Bei abnehmender Risikoaversion und positivem Endvermögensbeitrag bzw. zunehmender Risikoaversion und negativem Endvermögensbeitrag wird das Volumen gegenläufiger Finanztransaktionen ausgeweitet.
- Bei konstanter Risikoaversion bleibt das Volumen gegenläufiger Finanztransaktionen unverändert.
- Bei zunehmender Risikoaversion und positivem Endvermögensbeitrag bzw. abnehmender Risikoaversion und negativem Endvermögensbeitrag wird das Volumen gegenläufiger Finanztransaktionen reduziert.

Trotz dieser unterschiedlichen Zusatzeffekte des Investitionsprojektes auf das Volumen gegenläufiger Finanztransaktionen kann aber auf dem Marktzinssatz ein kompatibles Partialkriterium aufgebaut werden, weil entweder nur der Endvermögensbeitrag des Projektes zu einer Nutzenänderung führt (konstante Risikoaversion), der Endvermögensbeitrag des Projektes und die Zusatzeffekte zu gleichgerichteten Nutzenänderungen führen (positiver Endwert bei abnehmender oder zunehmender Risikoaversion) oder die aus dem Endvermögensbeitrag des Projektes resultierende Nutzenänderung die aus den Zusatzeffekten resultierende Nutzenänderung überkompensiert (negativer Endwert bei abnehmender oder zunehmender Risikoaversion). Per saldo stimmen die Vorzeichen des auf Basis von Marktzinssätzen kalkulierten Endwertes und der insgesamt durch Projekt und Zusatzeffekte bewirkten Nutzenänderung also stets überein.³⁾

4. Einordnung von Standpunkten

Entscheidungsrelevanz von Marktzinssätzen

Gemäß Tab. 3 existieren sechs Ausgangssituationen, in denen mit dem Marktzinssatz *kein* kompatibles Partialkriterium formuliert werden kann. Dies ist – analog zur Situation mit sicheren Zinserwartungen – immer dann der Fall, wenn das Transaktionsvolumen der optimalen Unterlassensalternative durch eine betragliche Restriktion der Transaktionsmöglichkeiten zum Marktzinssatz determiniert wird. Unter diesen sechs Ausgangssituationen existieren mit den Situationen RN₄,

1 Nach PRATT (1964), S. 125 und ARROW (1971), S. 94 wird der Grad der Risikoaversion $r(e)$ eines Entscheiders in Abhängigkeit von der Ergebnisgröße e gemessen durch $r(e) = -\frac{U''(e)}{U'(e)}$.

Gilt $\frac{\delta r(e)}{\delta e} < 0$ bzw. $\frac{\delta r(e)}{\delta e} = 0$ bzw. $\frac{\delta r(e)}{\delta e} > 0$, so spricht man von abnehmender bzw. konstanter bzw. zunehmender Risikoaversion. Vgl. BITZ (1981), S. 167-176.

2 Zu den Zusammenhängen im allgemeinen vgl. mit weiteren Nachweisen BITZ (1981), S. 172-176, zur hier verwendeten Modellierung vgl. Anhang 5.

3 Vgl. Anhang 6.

RF_4 und RS_4 zudem drei Situationen, in denen der sachgerechte, aus der Zinserwartung abzuleitende Kalkulationszinssatz unterhalb des Marktzinssatzes liegt. Damit ist die Behauptung, daß für Investitionsprojekte grundsätzlich Marktzinssätze beurteilungsrelevant sind, bei unsicheren genauso unzutreffend wie bei sicheren Zinserwartungen – und zwar sowohl im Sinne eines notwendigen und hinreichenden als auch im Sinne eines nur notwendigen Vorteilhaftigkeitskriteriums.

Beispielhaft läßt sich die mangelnde Beurteilungsrelevanz von Marktzinssätzen bei unsicheren Zinserwartungen aufzeigen, wenn man von dem in Abschnitt C.II.1 präzisierten Beispiel und einem risikoneutralen Investor ausgeht, der den höheren der in $t = 1$ möglichen Kassazinssätze ($re_{12}^+ = 8\%$) mit 30% und den niedrigeren ($re_{12}^- = 4\%$) mit 70% Eintrittswahrscheinlichkeit erwartet. Im Unterlassensfall legt dieser Investor für die zweite Periode per Termin 700 GE an und beschafft sich diese Mittel in $t = 1$ zum dann geltenden Kassazinssatz. Im für ihn allein beurteilungsrelevanten Erwartungswert realisiert er so ein Endvermögen von

$$E(EV^U) = 700 \cdot 1,07 - 0,7 \cdot 700 \cdot 1,04 - 0,3 \cdot 700 \cdot 1,08 = +12,6 .$$

Im Investitionsfall tätigt er dieselben Finanztransaktionen, realisiert zusätzlich das Investitionsprojekt und weitet seine Kreditaufnahme zum unsicheren Kassazinssatz in $t = 1$ aus. Im Erwartungswert erzielt er so ein Endvermögen von

$$\begin{aligned} E(EV^I) &= 700 \cdot 1,07 - 0,7 \cdot 700 \cdot 1,04 - 0,3 \cdot 700 \cdot 1,08 \\ &+ 54 - 0,7 \cdot 51 \cdot 1,04 - 0,3 \cdot 51 \cdot 1,08 = +12,95 . \end{aligned}$$

Die Projektdurchführung ist also vorteilhaft, da sie das Nutzenniveau des Investors steigert. Auf Basis des Marktzinssatzes ($rt_{12} = 7\%$) errechnet sich für das Projekt aber (vgl. B.I) ein negativer Kapital- ($K = -0,51$) und Endwert ($EW = -0,57$). Diese auf Basis des Marktzinssatzes berechneten Kennzahlen eignen sich also nicht als notwendiges und erst recht nicht als notwendiges und hinreichendes Kriterium für die Beurteilung des Investitionsprojektes.

Das Beispiel zeigt die grundlegende Schwäche der Begründung, die die Protagonisten im Fall unsicherer Zinserwartungen für eine generelle Projektbeurteilung auf Basis sicherer Marktzinssätze vortragen. Sie argumentieren – analog zu den Transformationsbeiträgen bei sicheren Zinserwartungen –, daß die Nutzeneffekte aus einer Risikoübernahme nicht durch das Projekt verursacht würden und deshalb nicht dem Projekt zugerechnet werden dürften. Sie belegen dieses Argument damit, daß sich dieselben Nutzeneffekte auch mit reinen Finanzmarktaktivitäten realisieren ließen. Diese Argumentation ist bei unsicheren Zinserwartungen genauso wenig allgemeingültig wie bei sicheren Zinserwartungen: Im Beispiel weitet der Investor die mit Zinsrisiken behaftete Kreditaufnahme nur deshalb aus, weil er zusätzlich das Investitionsprojekt durchführt. Im Unterlassensfall kommt dieselbe Ausweitung risikobehafteter Kreditaufnahmen nicht in Betracht, weil er die Anlagemöglichkeit zum Terminzinssatz von $rt_{12} = 7\%$ bereits bis zum Maximalbetrag von 700 GE ausschöpft. Die Nutzeneffekte der zusätzlichen risikobehafteten Kreditaufnahme werden also eindeutig durch das Investitionsprojekt ver-

ursacht. Daß sich die Differenz zwischen den Erwartungswerten der Endvermögen mit Projektfinanzierung zum Kassazinssatz und zum Marktzinssatz rein rechnerisch auch aus gegenläufigen Finanztransaktionen im Volumen des durch das Projekt verursachten Kapitalbedarfs darstellen ließe, sagt nichts darüber aus, ob diese Vermögensdifferenz durch das Projekt verursacht wird.¹⁾

Implizite absolute Risikoaversion bei Verwendung von Marktzinssätzen

Gemäß Tab. 3 lassen sich vier Cluster von Ausgangssituationen bilden, in denen kompatible Partialkalküle auf Basis von Marktzinssätzen formuliert werden können.

- Cluster 1: Investoren sehen sich bei Transaktionen zu unsicheren Zinssätzen engeren betraglichen Restriktionen gegenüber als bei Transaktionen zu Marktzinssätzen ($RN_3, RF_3, RS_3, RN_5, RF_5, RS_5$).
- Cluster 2: Investoren sind risikoscheu und sehen sich so weiten betraglichen Restriktionen bei Transaktionen am Finanzmarkt gegenüber, daß ihr Transaktionsvolumen im Unterlassensfall durch die Ausschöpfung ihrer Risikobereitschaft determiniert wird (RS_2).
- Cluster 3: Investoren sind risikoneutral oder risikoscheu und erwarten Zinssätze, die im Erwartungswert Marktzinssätzen entsprechen (RN_1, RS_1).
- Cluster 4: Investoren sind absolut risikoscheu (RS_1).

Die Partialbeurteilung auf Basis von Marktzinssätzen impliziert also nicht zwingend absolute Risikoscheu. Allerdings müssen ohne absolute Risikoscheu – nämlich in den Clustern 1, 2 und 3 – jeweils die Transaktionsmöglichkeiten am Finanzmarkt bestimmten Bedingungen genügen. Sollen Partialbeurteilungen – wie von den Protagonisten behauptet – unabhängig von betraglichen Restriktionen möglicher Finanztransaktionen und unabhängig vom Zusammenhang zwischen Marktzinssätzen und individuellen Zinserwartungen mittels Marktzinssätzen erfolgen, so führt dies im allgemeinen – wie von den Antagonisten behauptet – nur zu nutzenoptimalen Entscheidungen, wenn Investoren absolut risikoscheu sind.

III Zustandsabhängige Investitionsbeurteilung

1. Präzisierung des Beurteilungskonzeptes

Bei rein zustandsabhängiger Beurteilung unsicherer Ergebnisse bewertet ein Investor jede GE, die er erhält, wenn in einem zukünftigen Zeitpunkt τ ein Zustand x eintritt, im Zeitpunkt t mit $\varphi_{t\tau}^x = \frac{1}{1+r_{t\tau}^x}$. Im zweiperiodigen Beispiel, in dem die

¹ Rechnerisch ergibt sich die Differenz der Erwartungswerte der Endwerte auf Basis des Marktzinssatzes ($E(EW^m) = -0,57$) und des erwarteten Kassazinssatzes ($E(EW^e) = 12,95 - 12,6 = 0,35$) von $0,35 - (-0,57) = 0,92$ auch als Erwartungswert des Endwertes gegenläufiger Finanztransaktionen, bei denen 51 GE zum unsicheren Kassazinssatz aufgenommen und zum Terminzinssatz angelegt werden: $51 \cdot (0,07 - 0,07 \cdot 0,4 - 0,03 \cdot 0,8) = 0,92$.

einzigste Unsicherheit darin besteht, ob in $t = 1$ ein hohes (+) oder niedriges Zinsniveau (–) eintritt, kann der Präferenzwert der Investition nach diesem Konzept bestimmt werden als

$$\Phi = e_0 + \varphi_{01} \cdot e_1 + (\varphi_{01}^+ \cdot \varphi_{12}^+ + \varphi_{01}^- \cdot \varphi_{12}^-) \cdot e_2 \quad . \quad (8)$$

Da in $t = 1$ bekannt ist, welches Zinsniveau sich eingestellt hat, gilt:

$$\varphi_{12}^+ = \frac{1}{1 + re_{12}^+} \quad \text{und} \quad \varphi_{12}^- = \frac{1}{1 + re_{12}^-} \quad . \quad (9)$$

Da von $t = 0$ bis $t = 1$ eine GE sicher zu einem Zinssatz von rk_{01} angelegt werden kann, muß außerdem gelten:

$$\varphi_{01}^+ + \varphi_{01}^- = \varphi_{01} = \frac{1}{1 + rk_{01}} \quad . \quad (10)$$

Als Präferenzwert der unsicheren Ergebnisverteilung ergibt sich somit:

$$\begin{aligned} \Phi = e_0 + \frac{1}{1 + rk_{01}} \cdot e_1 + \frac{1}{1 + rk_{01}} \\ \cdot \left[\varphi_{01}^+ \cdot (1 + rk_{01}) \cdot \frac{1}{1 + re_{12}^+} + \left(1 - \varphi_{01}^+ \cdot (1 + rk_{01}) \right) \cdot \frac{1}{1 + re_{12}^-} \right] \cdot e_2 \quad . \end{aligned} \quad (11)$$

Der Klammerausdruck bezeichnet den Abzinsungsfaktor, mit dem der Investor eine sichere Zahlung in $t = 2$ auf den Zeitpunkt $t = 1$ abzinst. Darin drückt φ_{01}^+ den Betrag in GE aus, bei dem der Investor indifferent ist, entweder φ_{01}^+ GE in $t = 0$ sicher zu erhalten oder 1 GE in $t = 1$ dann und nur dann zu erhalten, wenn sich das höhere Zinsniveau eingestellt hat. Durch φ_{01}^+ werden zustandsbezogene Erwartungen und zustandsbezogene Präferenzen aggregiert abgebildet. Ein bestimmtes φ_{01}^+ kann sich alternativ ergeben, wenn

- der Investor einem hohen Zinsniveau eine hohe Eintrittswahrscheinlichkeit zuordnet, einer GE in diesem Zustand aber nur einen niedrigen Wert, oder
- der Investor einem hohen Zinsniveau eine niedrige Eintrittswahrscheinlichkeit zuordnet, einer GE in diesem Zustand aber einen hohen Wert.

1.2 Die Argumentation von HARTMANN-WENDELS / GUMM-HEUBEN

HW/GH behaupten, daß es auf einem arbitragefreien Finanzmarkt unerheblich ist, ob als Diskontierungsfaktor für die zweite Periode ein Ausdruck wie in (11) in eckigen Klammern angegeben oder der Marktzinssatz für die zweite Periode verwendet wird. Ihre Behauptung trifft zu, wenn gilt:

$$\frac{1}{1+rt_{12}} = \varphi_{01}^+ \cdot (1+rk_{01}) \cdot \frac{1}{1+re_{12}^+} + \left(1 - \varphi_{01}^+ \cdot (1+rk_{01})\right) \cdot \frac{1}{1+re_{12}^-} . \quad (12)$$

Diese Bedingung ist bei HW/GH trivialer Weise erfüllt, da sie mit der Arbitragefreiheit eines Marktes die Vorstellung verknüpfen, daß der Abschluß von Termin-geschäften nicht zu einer Nutzenerhöhung führen darf, daß – übertragen auf die hier gewählte Beispielsituation¹⁾ – also gelten muß:²⁾

$$\begin{aligned} & \varphi_{01}^+ \cdot \left(-1 + \frac{1+rt_{12}}{1+re_{12}^+} \right) + \varphi_{01}^- \cdot \left(-1 + \frac{1+rt_{12}}{1+re_{12}^-} \right) = 0 \\ \Leftrightarrow & \frac{1}{1+rt_{12}} = \varphi_{01}^+ \cdot (1+rk_{01}) \cdot \frac{1}{1+re_{12}^+} + \left(1 - \varphi_{01}^+ \cdot (1+rk_{01})\right) \cdot \frac{1}{1+re_{12}^-} . \end{aligned} \quad (13)$$

Akzeptiert man die von HW/GH gewählte Vorstellung von Arbitragefreiheit und ihre Annahme, daß solche Arbitragefreiheit vorliegt, muß man also auch ihre Schlußfolgerung akzeptieren, daß der Streit um die Marktzinsmethode einen Streit um eine Schimäre darstellt. Die Schlußfolgerung bleibt aber aus zwei Gründen trotzdem problematisch:

Erstens geht die Argumentation von *rein* zustandsabhängiger Bewertung aus, d.h. alle Bewertungsfaktoren $\varphi_{t\tau}^x$ werden als betragsunabhängige Konstante betrachtet. Soweit durch diese Bewertungsfaktoren Transaktionsmöglichkeiten des Finanzmarktes abgebildet werden, wird damit ein vollkommener Finanzmarkt mit Transaktionsmöglichkeiten ohne betragliche Restriktionen und ohne Zinssensitivitäten unterstellt. Damit abstrahieren HW/GH wie im Fall sicherer Zinserwartungen von Divergenzen, die auf einem unvollkommenen Finanzmarkt trotz Arbitragefreiheit zwischen verschiedenen in Betracht kommenden Kalkulationszinssätzen bestehen können. Soweit die Bewertungsfaktoren subjektive Erwartungen und Präferenzen abbilden, unterstellen HW/GH, daß Investoren rein zustandsabhängige Präferenzen hegen und nicht etwa höhen- und im engeren Sinne risikoabhängige Präferenzen, wie sie bei Anwendung des Bernoulli-Prinzips ihren Niederschlag finden.

Zweitens wird ein vollständiger Finanzmarkt in dem Sinne unterstellt, daß die zustandsabhängige Bewertung φ_{01}^+ aus den Konditionen verfügbarer Transaktionsmöglichkeiten von allen Investoren in gleicher Weise bestimmt werden kann. Jeder Investor führt dann solange risikolose Arbitragegeschäfte durch, wie Relation (12) verletzt ist, so daß diese Relation auf einem gleichzeitig vollständigen und arbitragefreien Markt stets erfüllt sein muß und Arbitragegeschäfte erst gar nicht möglich sind. Ist der Markt hingegen nicht vollständig und kann jeder Investor

1 Die Zusammenhänge stellen sich bei HARTMANN-WENDELS / GUMM-HEUBEN (1994), S. 1293 – 1295, in diesem Punkt etwas komplizierter dar, da sie von einem Finanzmarkt mit zweiperiodigem Koupontitel ausgehen.

2 Vgl. Anhang 7.

φ_{01}^+ nur subjektiv aus seinen individuellen Eintrittswahrscheinlichkeiten und Zustandspräferenzen bestimmen, so können Investoren trotz fehlender Arbitragemöglichkeiten zwischen den gleichzeitig am Finanzmarkt verfügbaren Transaktionsmöglichkeiten Finanztransaktionen durchführen, die ihren individuellen Nutzen steigern, und kann die Investitionsbeurteilung trotz Arbitragefreiheit davon abhängen, ob der Marktzinssatz oder ein aus individuellen Erwartungen und Präferenzen gewonnener Zinssatz als Kalkulationszinssatz verwendet wird.

Die Schlußfolgerung von HW/GH, nach der es sich beim Streit um die Marktzinsmethode um viel Lärm um Nichts handelt, ist also, wie von ihnen auch selbst ausdrücklich festgestellt, nur zutreffend, wenn der Finanzmarkt gleichzeitig vollkommen und vollständig ist. Damit basiert diese Schlußfolgerung auf einem Prämissenkranz, der weder den Argumenten der Protagonisten noch denen der Antagonisten zugrunde liegt. Beide beschäftigen sich ja gerade – untereinander unstreitig – mit Situationen, in der die Wahl alternativer Kalkulationszinssätze die Vorteilhaftigkeit eines Investitionsprojektes beeinflussen kann. HW/GH zeigen also nur Bedingungen auf, unter denen der Streit überflüssig wäre, bringen die Entscheidung des Streits unter den Bedingungen, unter denen er tatsächlich geführt wird, aber keinen Zentimeter voran. Streitpunkte werden von ihnen nicht gelöst, sondern qua Annahme eliminiert.

D Zusammenfassung

Die Untersuchung zeigt, daß die Marktzinsmethode weder im Sinne eines notwendigen und hinreichenden noch im Sinne eines nur notwendigen Vorteilhaftigkeitskriteriums für Investitionsbeurteilungen geeignet ist. Die Antagonisten der Methode haben mit ihrer Kritik sowohl bei sicheren als auch bei unsicheren subjektiven Zinserwartungen in vollem Umfang Recht. Von den Protagonisten vorgebrachte Argumente, nach denen Transformationsbeiträge allein durch Finanztransaktionen erzielbar seien und daher nicht Investitionsprojekten zugerechnet werden dürften, stimmen rein rechnerisch, sind inhaltlich aber unerheblich.

Die scheinbar vermittelnde Position von HARTMANN-WENDELS und GUMM/HEUBEN geht im Kern an dem Streit um die Marktzinsmethode vorbei. Sie schließen die streitauslösenden Diskrepanzen zwischen Marktzinssätzen und Zinserwartungen einfach per Annahme aus. Soweit sie solche Diskrepanzen trotzdem zulassen, unterlaufen ihnen sehr ähnliche Argumentationsfehler wie den Protagonisten der Marktzinsmethode.

Anhang 1

Die Betrachtung sei auf den Fall gegenläufiger Finanzmarktgeschäfte beschränkt, in dem der zukünftige Kassazinssatz rk_{12} zur Mittelanlage und der Terminzinssatz rt_{12} zur Mittelaufnahme genutzt wird (Variante 2). Bei monoton steigender RNF, $re_{12}^+ > rt_{12} > re_{12}^-$ und Normierung der RNF auf $U(0) = 0$ gilt:

$$EV^- < 0 \quad \text{und} \quad U(EV^-) < 0 \quad \text{sowie}$$

$$EV^+ > 0 \quad \text{und} \quad U(EV^+) > 0 \quad .$$

1. Bei gegebenem **Transaktionsvolumen** x liefern gegenläufige Finanzmarktgeschäfte einen Präferenzwert von:

$$\Phi(x) = p^+ \cdot U(EV^+) + (1 - p^+) \cdot U(EV^-)$$

und sind damit genau dann vorteilhafter als das absolute Nichtstun, wenn gilt:

$$\Phi(x) > 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{p^+}{1 - p^+} > \frac{-U(EV^-)}{U(EV^+)} \quad (A1)$$

2. Die **Ausweitung des Transaktionsvolumens** von x ist genau dann vorteilhaft im Vergleich zum Transaktionsvolumen von x , wenn gilt:

$$\frac{\delta\Phi(x)}{\delta x} > 0$$

$$\Leftrightarrow p^+ \cdot U'(EV^+) \cdot (re_{12}^+ - rt_{12}) + (1 - p^+) \cdot U'(EV^-) \cdot (re_{12}^- - rt_{12}) > 0 \quad (A2)$$

$$\Leftrightarrow \frac{p^+}{1 - p^+} > \frac{-U'(EV^-) \cdot EV^-}{U'(EV^+) \cdot EV^+}$$

3. Bei **risikofreudigem Investorenverhalten** gilt $U'' > 0$ und damit:

$$-U'(EV^-) \cdot EV^- < -U(EV^-) \quad \text{und}$$

$$U'(EV^+) \cdot EV^+ > U(EV^+) \quad .$$

Damit gilt für risikofreudige Investoren:

$$\frac{-U'(EV^-) \cdot EV^-}{U'(EV^+) \cdot EV^+} < \frac{-U(EV^-)}{U(EV^+)} . \quad (A3)$$

D.h., daß für einen risikofreudigen Investor eine Ausweitung des Transaktionsvolumens zwar nicht in jedem Fall vorteilhaft sein muß, weil Bedingung (A2) nicht unbedingt erfüllt sein muß. Dann, wenn Bedingung (A1) erfüllt ist, ist aber auch Bedingung (A2) erfüllt. Wenn also für einen risikofreudigen Anleger die Durchführung gegenläufiger Finanztransaktionen überhaupt vorteilhaft im Vergleich zum Nichtstun ist, dann weitet er das Transaktionsvolumen dieser Geschäfte vorteilhafterweise auch mindestens soweit aus, bis betragliche Restriktionen der Transaktionsmöglichkeiten erreicht werden oder betragssensible Zinssätze zu ungünstig geworden sind.

4. Bei begrenzt **risikoscheuem Investorenverhalten** gilt $U'' < 0$ und damit:

$$\begin{aligned} -U'(EV^-) \cdot EV^- &> -U(EV^-) \quad \text{und} \\ U'(EV^+) \cdot EV^+ &< U(EV^+) . \end{aligned}$$

Also gilt:

$$\frac{-U'(EV^-) \cdot EV^-}{U'(EV^+) \cdot EV^+} > \frac{-U(EV^-)}{U(EV^+)} . \quad (A4)$$

D.h., daß für einen begrenzt risikoscheuen Investor die Ausweitung des Transaktionsvolumens vorteilhaft oder unvorteilhaft sein kann, weil Bedingung (A2) erfüllt sein kann oder auch nicht. Erfüllt sein kann Bedingung (A2) aber nur dann, wenn Bedingung (A1) erfüllt ist. Ein begrenzt risikoscheuer Investor kann sein optimales Transaktionsvolumen also bestimmen, indem er es ausgehend von $x = 0$ solange ausweitet, bis Bedingung (A2) erstmals nicht mehr erfüllt ist oder er an eine betragliche Restriktion der Transaktionsmöglichkeiten stößt.

Anhang 2

Bei progressiv steigender RNF und $U(0) = 0$ gilt:

$$0 < -U\left[X \cdot (re_{12}^- - rt_{12})\right] < U\left[X \cdot (rt_{12} - re_{12}^-)\right] \quad \text{und} \quad (\text{A5.1})$$

$$0 < -U\left[X \cdot (rt_{12} - re_{12}^+)\right] < U\left[X \cdot (re_{12}^+ - rt_{12})\right]. \quad (\text{A5.2})$$

Damit gilt:

$$\frac{U\left[X \cdot (rt_{12} - re_{12}^-)\right]}{-U\left[X \cdot (rt_{12} - re_{12}^+)\right]} > \frac{-U\left[X \cdot (re_{12}^- - rt_{12})\right]}{U\left[X \cdot (re_{12}^+ - rt_{12})\right]}. \quad (\text{A6})$$

Anhang 3

Für $x_1 = x_2 > 0$ gilt $EV_1^- = -EV_2^- > 0$. Wegen $U' > 0$ und $U'' < 0$ gilt damit

$$0 < U'(EV_1^-) < U'(EV_2^-). \quad (\text{A7.1})$$

Für $x_1 = x_2 > 0$ gilt $EV_2^+ = -EV_1^+ > 0$. Wegen $U' > 0$ und $U'' < 0$ gilt damit

$$0 < U'(EV_2^+) < U'(EV_1^+). \quad (\text{A7.2})$$

Wegen (A7.1) und (A7.2) gilt bei $re_{12}^- < rt_{12} < re_{12}^+$

$$\frac{-U'(EV_2^-) \cdot (re_{12}^- - rt_{12})}{U'(EV_2^+) \cdot (re_{12}^+ - rt_{12})} > \frac{U'(EV_1^-) \cdot (rt_{12} - re_{12}^-)}{-U'(EV_1^+) \cdot (rt_{12} - re_{12}^+)}. \quad (\text{A8})$$

Anhang 4

Damit ein begrenzt risikoscheuer Investor im Unterlassensfall keine gegenläufigen Finanztransaktionen durchführt, müssen zwei Bedingungen gleichzeitig erfüllt sein. Zum einen darf es nicht nutzensteigernd sein, ein Transaktionsvolumen von null durch gegenläufige Finanztransaktionen auszuweiten, bei denen Mittel zum Marktzinssatz angelegt werden:

$$\begin{aligned} \Phi'(x_1 = 0) &\leq 0 \\ \Leftrightarrow p^+ \cdot U'(0) \cdot (rt_{12} - re_{12}^+) + (1 - p^+) \cdot U'(0) \cdot (rt_{12} - re_{12}^-) &\leq 0 \quad (\text{A9.1}) \\ \Leftrightarrow U'(0) = 0 \quad \vee \quad \frac{p^+}{1 - p^+} &\geq \frac{rt_{12} - re_{12}^-}{re_{12}^+ - rt_{12}}. \end{aligned}$$

Zum anderen darf es nicht nutzensteigernd sein, ein Transaktionsvolumen von null durch gegenläufige Finanztransaktionen auszuweiten, bei denen Mittel zum unsicheren zukünftigen Zinssatz angelegt werden:

$$\begin{aligned} \Phi'(x_2 = 0) &\leq 0 \\ \Leftrightarrow p^+ \cdot U'(0) \cdot (re_{12}^+ - rt_{12}) + (1 - p^+) \cdot U'(0) \cdot (re_{12}^- - rt_{12}) &\leq 0 \quad (\text{A9.2}) \\ \Leftrightarrow U'(0) = 0 \quad \vee \quad \frac{p^+}{1 - p^+} &\leq \frac{rt_{12} - re_{12}^-}{re_{12}^+ - rt_{12}}. \end{aligned}$$

Beide Bedingungen gleichzeitig können nur erfüllt sein, wenn entweder gilt

- $U'(0) = 0$; dann ist der Investor absolut risikoscheu, oder gilt
- $\frac{p^+}{1 - p^+} = \frac{rt_{12} - re_{12}^-}{re_{12}^+ - rt_{12}}$; dann entspricht der Erwartungswert des unsicheren Zinssatzes gerade dem Marktzinssatz.

Anhang 5

Die Betrachtung sei wieder auf den Fall beschränkt, in dem ein risikoscheuer Investor im Unterlassensfall im Volumen von $x = x_2$ Mittel zum Terminzinssatz von rt_{12} aufnimmt und zum Kassazinssatz rk_{12} anlegt.

Im **Unterlassensfall** weitet er das Volumen dieser gegenläufigen Finanzmarktgeschäfte aus, solange gilt:

$$\begin{aligned} \frac{\delta\Phi(x)}{\delta x} &> 0 \\ \Leftrightarrow p^+ \cdot U' \left[x \cdot (re_{12}^+ - rt_{12}) \right] \cdot (re_{12}^+ - rt_{12}) \\ &+ (1 - p^+) \cdot U' \left[x \cdot (re_{12}^- - rt_{12}) \right] \cdot (re_{12}^- - rt_{12}) > 0 \quad (A2) \\ \Leftrightarrow \frac{p^+}{1 - p^+} \cdot \frac{(re_{12}^+ - rt_{12})}{(rt_{12} - re_{12}^-)} &> \frac{U' \left[x \cdot (re_{12}^- - rt_{12}) \right]}{U' \left[x \cdot (re_{12}^+ - rt_{12}) \right]} = a . \end{aligned}$$

Bei Ausweitung von x erhöht sich der Zähler und vermindert sich der Nenner von a , wächst also a . Das Transaktionsvolumen x wird solange ausgeweitet, bis a bei x^* den Wert der linken Seite erreicht.

Bezeichnet man den auf Basis von Marktzinssätzen kalkulierten Endwert des Investitionsprojektes mit EW^m , so weitet der Investor im **Investitionsfall** das Volumen gegenläufiger Finanztransaktionen analog aus, solange gilt:

$$\begin{aligned} \frac{\delta\Phi(x)}{\delta x} &> 0 \\ \Leftrightarrow p^+ \cdot U' \left[EW^m + x \cdot (re_{12}^+ - rt_{12}) \right] \cdot (re_{12}^+ - rt_{12}) \\ &+ (1 - p^+) \cdot U' \left[EW^m + x \cdot (re_{12}^- - rt_{12}) \right] \cdot (re_{12}^- - rt_{12}) > 0 \quad (A10) \\ \Leftrightarrow \frac{p^+}{1 - p^+} \cdot \frac{(re_{12}^+ - rt_{12})}{(rt_{12} - re_{12}^-)} &> \frac{U' \left[EW^m + x \cdot (re_{12}^- - rt_{12}) \right]}{U' \left[EW^m + x \cdot (re_{12}^+ - rt_{12}) \right]} = b . \end{aligned}$$

Zu einer Ausweitung des Volumens gegenläufiger Finanztransaktionen kommt es im Zuge der Investitionsdurchführung also genau dann, wenn für das im Unterlassensfall optimale Transaktionsvolumen x^* gilt:

$$b < a. \quad (A11)$$

Diese Bedingung ist erfüllt, wenn entweder

- $EW^m < 0$ ist und $U[x \cdot (re_{12}^- - rt_{12})]$ durch diesen negativen Endvermögensbeitrag des Projektes prozentual weniger stark wächst als $U[x \cdot (re_{12}^+ - rt_{12})]$; die zweite Teilbedingung ist bei zunehmender Risikoaversion erfüllt, oder
- $EW^m > 0$ ist und sich $U[x \cdot (re_{12}^- - rt_{12})]$ durch diesen positiven Endvermögensbeitrag des Projektes prozentual stärker reduziert als $U[x \cdot (re_{12}^+ - rt_{12})]$; die zweite Teilbedingung ist bei abnehmender Risikoaversion erfüllt.

Zu einer Reduktion des Volumens gegenläufiger Finanztransaktionen kommt es im Zuge der Investitionsdurchführung umgekehrt genau dann, wenn für das im Unterlassensfall optimale Transaktionsvolumen x^* gilt:

$$a < b. \quad (A12)$$

Diese Bedingung ist erfüllt, wenn entweder

- $EW^m > 0$ ist und sich $U[x \cdot (re_{12}^- - rt_{12})]$ durch diesen positiven Endvermögensbeitrag des Projektes prozentual weniger stark reduziert als $U[x \cdot (re_{12}^+ - rt_{12})]$; die zweite Teilbedingung ist bei zunehmender Risikoaversion erfüllt, oder
- $EW^m < 0$ ist und $U[x \cdot (re_{12}^- - rt_{12})]$ durch diesen negativen Endvermögensbeitrag des Projektes prozentual stärker wächst als $U[x \cdot (re_{12}^+ - rt_{12})]$; die zweite Teilbedingung ist bei abnehmender Risikoaversion erfüllt.

Anhang 6

Positiver Endwert

C.p., d.h. bei im Vergleich zur Unterlassensalternative unverändertem Volumen gegenläufiger Finanztransaktionen, erhöht die Projektdurchführung den Nutzen des Investors.

Investoren mit konstanter Risikoaversion erfahren allein diese Nutzenänderung, weil sie das Volumen gegenläufiger Finanztransaktionen unverändert lassen. Investoren mit abnehmender Risikoaversion weiten das Volumen gegenläufiger Finanztransaktionen aus – aber nur insoweit, wie sie ihr Nutzenniveau dadurch weiter steigern können. Investoren mit zunehmender Risikoaversion reduzieren das Volumen gegenläufiger Finanztransaktionen – aber ebenfalls nur insoweit, wie sie ihr Nutzenniveau dadurch steigern können. Bei positivem Endwert resultieren also keine oder zusätzliche positive Nutzeneffekte aus Anpassungen gegenläufiger Finanztransaktionen.

Negativer Endwert

C.p. mindert die Projektdurchführung den Nutzen des Investors. Investoren mit konstanter Risikoaversion erfahren keine weiteren Nutzenänderungen. Investoren mit abnehmender bzw. zunehmender Risikoaversion erfahren aus der Reduktion bzw. Ausweitung gegenläufiger Finanztransaktionen zwar zusätzliche Nutzenänderungen mit positivem Vorzeichen. Die zusätzlichen positiven Nutzeneffekte aus Anpassungen gegenläufiger Finanztransaktionen werden aber auf jeden Fall durch die negativen Nutzeneffekte des Projektendwertes überkompensiert, da bei negativem Endwert des Projektes bei jeder Gestaltung der gegenläufigen Finanztransaktionen ein geringeres Endvermögen erzielt wird als mit denselben Finanztransaktionen ohne Projektdurchführung.

Anhang 7

$$\varphi_{01}^+ \cdot \left(-1 + \frac{1 + rt_{12}}{1 + re_{12}^+} \right) + \varphi_{01}^- \cdot \left(-1 + \frac{1 + rt_{12}}{1 + re_{12}^-} \right) = 0$$

$$\Leftrightarrow \varphi_{01}^+ \cdot \frac{1 + rt_{12}}{1 + re_{12}^+} + \varphi_{01}^- \cdot \frac{1 + rt_{12}}{1 + re_{12}^-} = \varphi_{01}^+ + \varphi_{01}^-$$

$$\Leftrightarrow \varphi_{01}^+ \cdot (1 + rk_{01}) \cdot \frac{1 + rt_{12}}{1 + re_{12}^+} + \varphi_{01}^- \cdot (1 + rk_{01}) \cdot \frac{1 + rt_{12}}{1 + re_{12}^-} = 1$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{1 + rt_{12}} = \varphi_{01}^+ \cdot (1 + rk_{01}) \cdot \frac{1}{1 + re_{12}^+} + \varphi_{01}^- \cdot (1 + rk_{01}) \cdot \frac{1}{1 + re_{12}^-}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{1 + rt_{12}} = \varphi_{01}^+ \cdot (1 + rk_{01}) \cdot \frac{1}{1 + re_{12}^+} + (\varphi_{01}^- - \varphi_{01}^+) \cdot (1 + rk_{01}) \cdot \frac{1}{1 + re_{12}^-}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{1 + rt_{12}} = \varphi_{01}^+ \cdot (1 + rk_{01}) \cdot \frac{1}{1 + re_{12}^+} + \left[1 - \varphi_{01}^+ \cdot (1 + rk_{01}) \right] \cdot \frac{1}{1 + re_{12}^-} .$$

Literaturverzeichnis

ADAM/HERING/SCHLÜCHTERMANN (1993)

Adam, D. u. Hering, Th. u. Schlüchtermann, J.: Marktzinsmethode, Lenkpreistheorie und klassische Investitionsrechnung, in: ZfbF, 45. Jg. (1993), S. 786-790.

ADAM/HERING/SCHLÜCHTERMANN (1994)

Adam, D. u. Hering, Th. u. Schlüchtermann, J.: Die Eignung der Marktzinsmethode als Partialmodell zur Beurteilung der Vorteilhaftigkeit von Investitionen, in: DBW, 54. Jg. (1994), S. 775-786.

ADAM/SCHLÜCHTERMANN/HERING (1994a)

Adam, D. u. Schlüchtermann, J. u. Hering, Th.: Zur Verwendung marktorientierter Kalkulationszinsfüße in der Investitionsrechnung, in: ZfB, 64. Jg. (1994), S. 115-119.

ADAM/SCHLÜCHTERMANN/HERING (1994b)

Adam, D. u. Schlüchtermann, J. u. Hering, Th.: Marktzinsmethode: Ein letzter Versuch, in: ZfB, 64. Jg. (1994), S. 787-790.

ADAM/SCHLÜCHTERMANN/UTZEL (1993)

Adam, D. u. Schlüchtermann, J. u. Utzel, Ch.: Zur Eignung der Marktzinsmethode für Investitionsentscheidungen, in: ZfbF, 45. Jg. (1993), S. 3-18.

ARROW (1964)

Arrow, K.J.: The Role of Securities in the Optimal Allocation of Risk-bearing, in: Review of Economic Studies, (31) 1964, S. 91-96.

ARROW (1971)

Arrow, K.J.: The Theory of Risk Aversion, in: Arrow, K.J. (Hrsg.), Essays in the Theory of Risk-bearing, Amsterdam, London 1971, S. 90-120.

BITZ (1981)

Bitz, M.: Investition I – Entscheidungen bei Sicherheit, 2. Aufl., Wiesbaden 2002.

BREUER (2002)

Breuer, W.: Investition I – Entscheidungen bei Sicherheit, 2. Aufl., Wiesbaden 2002.

DEAN (1951)

Dean, J.: Capital Budgeting, New York/London 1951.

DEBREU (1959)

Debreu, G.: Theory of Value. An Axiomatic Analysis of Economic Equilibrium, New Haven, London 1959.

GRÜNDL (2002)

Gründl, H.: Marktzinsmethode und das Konzept effizienter Konsumpläne, in: ZfB, 65. Jg. (1995), S. 905 – 917.

HARTMANN-WENDELS/GUMM-HEUBEN (1994)

Hartmann-Wendels, Th. u. Gumm-Heußen, M.: Zur Diskussion um die Marktzinsmethode: Viel Lärm um Nichts?, in: ZfB, 64. Jg. (1994), S. 1285-1301.

HAX (1970)

Hax, H.: Investitionstheorie, 1. Aufl., Würzburg/Wien 1970.

HERING (1995)

Hering, Th.: Investitionstheorie aus der Sicht des Zinses, Wiesbaden 1995.

KRUSCHWITZ/RÖHRS (1994)

Kruschwitz, L. u. Röhrs, M.: Debreu, Arrow und die marktzinsorientierte Investitionsrechnung, in: ZfB, 64. Jg. (1994), S. 655-665.

PRATT (1964)

Pratt, J.W.: Risk Aversion in the Small and in the Large, in: *Econometrica* (32) 1964, S. 122-136.

ROLFES (1992)

Rolfes, B.: Moderne Investitionsrechnung: Einführung in die klassische Investitionstheorie und Grundlagen marktorientierter Investitionsentscheidungen, München/Wien 1992.

ROLFES (1993)

Rolfes, B.: Marktzinsorientierte Investitionsrechnung, in: ZfB, 63. Jg. (1993), S. 691-713.

ROLFES (1994a)

Rolfes, B.: Marktzinsorientierte Investitionsrechnung, in: ZfB, 64. Jg. (1994), S. 121-125.

ROLFES (1994b)

Rolfes, B.: Die Marktzinsmethode in der Investitionsrechnung, in: ZfB, 64. Jg. (1994), S. 667-671.

SCHIERENBECK (1994a)

Schierenbeck, H.: Marktzinsmethode: Kurze Replik zu „Ein letzter Versuch“ von Adam et al., in: ZfB, 64. Jg. (1994), S. 1453-1456.

SCHIERENBECK (1994b)

Schierenbeck, H.: Das Meß- und Steuerungskonzept der Marktzinsmethode-Eine Analyse aus bankbetrieblicher Sicht, in: ZfB, 64. Jg. (1994), S. 1417-1452.

WIMMER (1993)

Wimmer, K.: Marktzinsmethode und klassische Investitionsrechnung – ein Vergleich, in: ZfbF, 45. Jg. (1993), S. 780-785.