

Franke, Günter

**Working Paper**

## Betriebliche Investitionsentscheidungen bei Risiko

Diskussionsbeiträge - Serie I, No. 238

**Provided in Cooperation with:**

Department of Economics, University of Konstanz

*Suggested Citation:* Franke, Günter (1988) : Betriebliche Investitionsentscheidungen bei Risiko, Diskussionsbeiträge - Serie I, No. 238, Universität Konstanz, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften und Statistik, Konstanz

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/75087>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

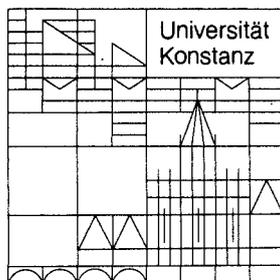
Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*



**Fakultät für  
Wirtschaftswissenschaften  
und Statistik**

---

Günter Franke

**Betriebliche  
Investitionsentscheidungen  
bei Risiko**

Diskussionsbeiträge

---

Betriebliche Investitionsentscheidungen bei Risiko

Günter Franke  
✓

Serie I - Nr. 238

A 2935 / 88  
Weltwirtschaft  
Mag. -

Juni 1988

## Betriebliche Investitionsentscheidungen bei Risiko

von

Günter Franke

Zusammenfassung: Der folgende Überblicksbeitrag untersucht betriebliche Investitionsentscheidungen bei Risiko. Dabei werden verschiedene Situationen zugrundegelegt, so die des Alleinunternehmers als auch die einer Mehrheit von Gesellschaftern, wobei weiterhin danach unterschieden wird, ob die Gesellschafter auf dem Kapitalmarkt Wertpapiere handeln können oder nicht. Wenn Handel möglich ist, kann dieser zum Hedging von Investitionsrisiken eingesetzt werden. Da Wertpapiere auch zu Investitionszwecken gekauft werden können, begünstigt die Handelbarkeit von Wertpapieren nicht notwendig betriebliche Realinvestitionen. Ein Crowding out solcher Investitionsprojekte ist möglich. Bezüglich der Investitionsrisiken, die auf dem Kapitalmarkt gehedgt werden können, erweist sich die Zahl der Gesellschafter als irrelevant. Sie ist jedoch relevant bezüglich der nicht-hedgebaren Risiken. Eine Zunahme der Gesellschafter bewirkt eine Verteilung des nicht-hedgebaren Risikos auf mehrere Personen.

Trifft ein Manager die Investitionsentscheidungen, dann hängt sein Entscheidungsverhalten auch von seiner Entlohnung ab. An einem betrieblichen Hedging kann er insbesondere dann interessiert sein, wenn Unternehmensverluste seinen Arbeitsplatz gefährden. Ob er Optionen oder Termingeschäfte für Hedgingzwecke vorzieht, hängt davon ab, ob er neben der Vermeidung von Verlusten auch die Chance hoher Gewinne wahren will. Wenn ja, dann zieht er Optionen vor.

Summary: This paper reviews corporate investment decisions under risk. Various situations are discussed such as that of a single entrepreneur or that of several owners. In addition, tradable securities may or may not exist. If such trade exists, investment risks can be hedged. But securities can be purchased for investment purposes, too; thus trade in securities does not necessarily favor real corporate investments. Crowding out of such investment projects is possible. The number of owners of a firm does not matter for the allocation of hedgeable risks. A larger number of owners permits a wider distribution of non-hedgeable risks, however.

If a manager decides on investments, then his decisions depend also on his income which may be a function of the firm's profits. He may display a strong interest in hedging corporate risks if corporate losses endanger his job. Whether or not he prefers forward to option contracts for hedging purposes, depends on his preferences. If he wants to preserve the chance of high profits, then he prefers options.

## Inhaltsübersicht

1. Einleitung
2. Investitionsentscheidungen unter Sicherheit
3. Investitionsentscheidungen unter Risiko bei vollkommenem Kapitalmarkt
  - 3.1 Investitionsentscheidungen der Gesellschafter
    - 3.1.1 Bewertung mit Sicherheitsäquivalenten
    - 3.1.2 Risikoprämien
    - 3.1.3 Bewertung mit risikoangepaßtem Kalkulationszinsfuß
  - 3.2 Investitionsentscheidungen der Manager
4. Investitionsentscheidungen unter Risiko bei unvollkommenem Kapitalmarkt
  - 4.1 Investitionsentscheidungen eines Alleingesellschafters
    - 4.1.1 Ohne Handel von Wertpapieren
    - 4.1.2 Mit Handel von Wertpapieren
  - 4.2 Investitionsentscheidungen mehrerer Gesellschafter
  - 4.3 Investitionsentscheidungen von Managern
    - 4.3.1 Das Prinzipal-Agent-Problem
    - 4.3.2 Die Investitionsentscheidung des Managers
    - 4.3.3 Hedgingentscheidungen des Managers

## 1 Einleitung

Dieser Beitrag soll einen Überblick zur betrieblichen Investitionsentscheidung bei Risiko geben. Zunächst werden Verfahren der Investitionsrechnung bei sicheren Erwartungen kurz dargestellt, um eine Grundlage für die Investitionsentscheidung bei Risiko zu schaffen. Hierbei kommt den Investitionsrisiken eine wichtige Rolle zu. Die Bewertung dieser Risiken durch die Gesellschafter eines Unternehmens hängt unter anderem davon ab, inwieweit diese Risiken auf einen großen Gesellschafterkreis verteilt werden. Die Möglichkeit hierzu besteht vor allem bei börsennotierten Unternehmen; sie ist damit weitgehend auf Aktiengesellschaften beschränkt. Bei nicht börsennotierten Unternehmen ist der Gesellschafterkreis im allgemeinen klein; Investitionsrisiken gewinnen daher ein größeres Gewicht für die Gesellschafter solcher Unternehmen.

Wird ein Unternehmen von Managern geleitet, die selbst nicht Gesellschafter sind, so werden diese Manager Investitionsrisiken danach bewerten, wie diese Risiken auf ihre persönliche Situation einwirken können. Werden zum Beispiel die Manager entlassen, nachdem mehrmals Verluste eingetreten sind, dann werden die Manager die Gefahr von Verlusten stark einzuschränken versuchen. Hierzu können sie von vornherein Investitionen mit hohem Risiko unterbinden.

Eine andere Vorgehensweise besteht darin, Investitionen mit hohem Risiko durchaus durchzuführen, wenn dieses Risiko wenigstens teilweise gehedgt werden kann. Hierzu bietet sich der Handel in Wertpapieren an, wie z.B. der Abschluß von Termin- und Optionsgeschäften. Der Abschluß solcher Geschäfte gehört zum Risikomanagement.

Im folgenden sollen die Investitionsentscheidung und das Risikomanagement in verschiedenen Situationen aus unterschiedlichen Perspektiven erörtert werden. Untersucht werden börsennotierte und nicht börsennotierte Unternehmen, aus der

Perspektive der Gesellschafter und der der Manager. Dementsprechend unterschiedlich sind die Ergebnisse.

Da es in diesem Beitrag vor allem um den Zusammenhang zwischen Investitionsentscheidungen, Entscheidungsträger und Gegebenheiten des Kapitalmarktes geht, werden Planungstechniken bei Risiko wie z.B. Methoden der Risikoanalyse ([9], [11, 266-280]) nicht behandelt; auch wird darauf verzichtet, die Technik der flexiblen Planung ([6], [8], [12]) als Instrument des intertemporalen Risikomanagements vorzustellen.

## 2 Investitionsentscheidungen unter Sicherheit

Grundlage der Investitionsrechnung unter Risiko ist die Investitionsrechnung unter Sicherheit.  $K_0$  bezeichne den Kapitalwert einer Investitionsalternative, bezogen auf den Zeitpunkt 0.  $e_t$  bezeichne den Einzahlungsüberschuß, d.h. die Differenz zwischen sämtlichen Ein- und Auszahlungen einer Investitionsalternative im Zeitpunkt  $t$ ;  $t=0, 1, 2, \dots, T$ , wobei  $T$  den letzten Zeitpunkt bezeichnet, zu dem ein Einzahlungsüberschuß anfällt. Der Einzahlungsüberschuß  $e_t$  kann positiv wie auch negativ sein. Der Kapitalwert einer Investitionsalternative wird anhand folgender Formel errechnet, wobei  $k$  den Kalkulationszinsfuß darstellt,

$$K_0 = \sum_{t=0}^T e_t (1+k)^{-t} \quad (1)$$

Der Kapitalwert kann bei vollkommenem Kapitalmarkt als der Marktwert des Zahlungsstromes  $e_0, e_1, \dots, e_T$  interpretiert werden. Der Kapitalmarkt ist vollkommen, wenn es weder Steuern noch Transaktionskosten (einschließlich Informationskosten) gibt. Jeder Anleger und jedes Unternehmen kann dann bei sicheren Erwartungen zu einem einheitlichen Zinssatz  $k$  Geld anlegen und aufnehmen. Besteht das Ziel der Investitionspolitik in der Maximierung des Marktwertes des Unterneh-

mens, dann ist die Investitionsalternative mit dem höchsten Kapitalwert zu wählen.

In der Praxis werden der Anschaulichkeit halber häufig andere Kennzahlen der Investitionsrechnung wie interner Zinsfuß und Amortisationsdauer bevorzugt. Wenn trotzdem in diesem Beitrag der Kapitalwert zugrundegelegt wird, so geschieht dies deshalb, weil der Kapitalwert stets ein korrektes Resultat liefert. Je nach Vorgehensweise liefern interner Zinsfuß und Amortisationsdauer entweder unbrauchbare Resultate oder dasselbe Resultat wie der Kapitalwert. So ist es nicht sinnvoll, zwei Investitionsalternativen anhand ihrer internen Zinsfüße oder Amortisationsdauern zu vergleichen [5], [7, Kap.3]. Die Rangordnung solcher Parameter hängt nämlich im allgemeinen davon ab, wie die Einzahlungsüberschüsse der Alternativen gemessen werden. Ein sehr einfaches Beispiel soll dies verdeutlichen.

Der Erwerb eines Vollautomaten kostet im Zeitpunkt 0 100 DM und führt im Zeitpunkt 1 zu einem Einzahlungsüberschuß von 112 DM. Der interne Zinsfuß beträgt somit 12%. Der alternative Erwerb eines Halbautomaten kostet lediglich 80 DM, wirft aber auch nur 88 DM ab. Sein interner Zinsfuß beträgt daher 10%. Demnach scheint der Erwerb des Vollautomaten günstiger. Berücksichtigt man nun außerdem, daß beide Alternativen die bisherige Qualitätsüberwachung erübrigen, so erhöht sich der Einzahlungsüberschuß jeder Alternative um 20 DM. Der interne Zinsfuß des Vollautomaten beträgt dann 32%, der des Halbautomaten 35%. Danach wäre jetzt der Halbautomat günstiger.

Dieses Resultat zeigt, daß die Rangordnung der internen Zinsfüße davon abhängt, wie die Zahlungsströme gemessen werden. Zahlungen, die bei allen Investitionsalternativen in gleicher Höhe anfallen, können nach Belieben in den Zahlungsreihen der Alternativen berücksichtigt werden. Dementsprechend variieren die Zahlungsreihen der Alternativen; die Rangordnung der internen Zinsfüße kann sich dabei ändern, sie hängt also von

der Messung der Zahlungen ab. Da eine Art der Messung so gut wie jede andere ist, ist eine Orientierung an der Rangordnung der internen Zinsfüße nicht sinnvoll.

Dasselbe gilt für die Verwendung der Kennzahl Amortisationsdauer wie auch ganz generell für alle Kennzahlen, die ermittelt werden, indem der Kapitalwert gleich 0 gesetzt wird. So gilt das Gesagte auch für den Vergleich von Alternativen durch eine Break Even-Analyse, denn auch die Break Even-Werte sind durch Nullstellen der Zielfunktion definiert.

Will man mit dem internen Zinsfuß in sinnvoller Weise arbeiten, so muß man wie folgt vorgehen. Man vergleicht jeweils nur zwei Investitionsalternativen, indem man die Differenz ihrer Zahlungsreihen bildet, für diese den internen Zinsfuß errechnet und diesen mit dem Kalkulationszinsfuß vergleicht. Hat die Differenzzahlungsreihe genau einen positiven internen Zinsfuß, dann gilt:

Ist der interne Zinsfuß der Differenzzahlungsreihe größer (kleiner) als der Kalkulationszinsfuß, so wähle die Investitionsalternative mit der höheren (geringeren) Anschaffungsauszahlung. Hat die Differenzzahlungsreihe keinen positiven internen Zinsfuß, dann wähle die Investitionsalternative mit der kleineren Anschaffungsauszahlung. Hat die Differenzzahlungsreihe mehrere positive interne Zinsfüße, dann ist der interne Zinsfuß als Entscheidungskriterium ungeeignet.

Im Beispiel kostet der Vollautomat in der Anschaffung 20 DM mehr als der Halbautomat, er wirft nach einem Jahr 24 DM mehr ab. Der interne Zinsfuß dieser Differenzzahlungsreihe beträgt 20%. Liegt der Kalkulationszinsfuß  $k$  unter 20%, dann lohnt sich der zusätzliche Kapitaleinsatz von 20 DM für den Vollautomaten. Denn der Kapitalwert der Differenzzahlungsreihe  $K_0 = -20 + 24/(1+k)$ , ist positiv, wenn  $k < 20\%$  ist. Bei dieser Vorgehensweise wird also dieselbe Entscheidung getroffen wie nach dem Kapitalwertkriterium.

Analog kann man auch mit der Amortisationsdauer und anderen Entscheidungskriterien, die sich aus Nullstellen der Zielfunktion ergeben, sinnvoll arbeiten, indem man die Differenzzahlungsreihe zweier Alternativen untersucht.

### 3 Investitionsentscheidungen unter Risiko bei vollkommenem Kapitalmarkt

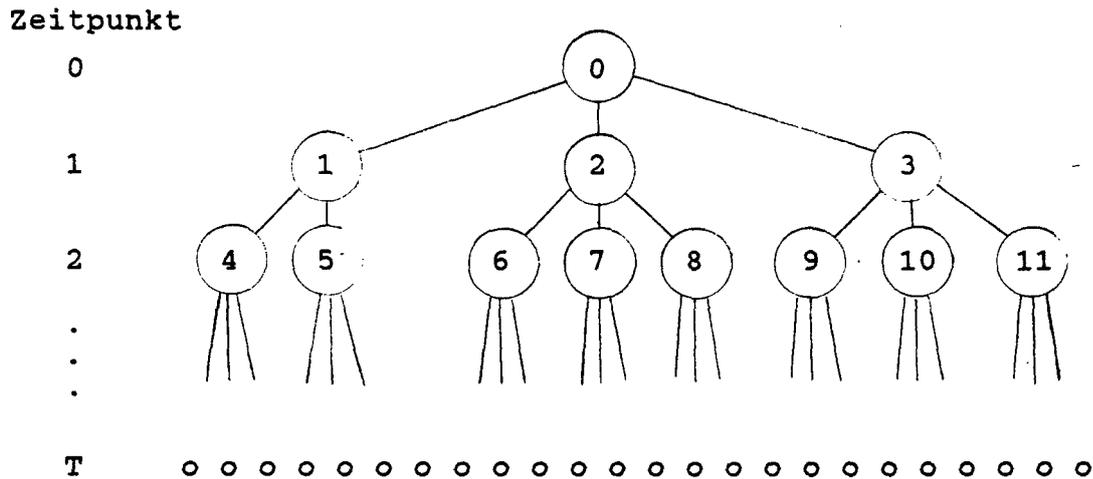
#### 3.1 Investitionsentscheidungen der Gesellschafter

Im folgenden soll die Investitionsentscheidung bei Risiko dargestellt werden. Zunächst wird die Entscheidung aus der Perspektive der Gesellschafter untersucht. Für sie ist der mit einem Investitionsprojekt erzielbare Vermögensvorteil ein wichtiges Entscheidungskriterium. Um die Problematik besonders einfach darstellen zu können, wollen wir zuerst die Bewertung auf einem vollkommenen Kapitalmarkt untersuchen.

##### 3.1.1 Bewertung mit Sicherheitsäquivalenten

Bei vollkommenem Kapitalmarkt kann jeder Anleger von Geld und jedes Unternehmen zu einem einheitlichen Zinssatz risikofrei Geld anlegen und aufnehmen. "Mengenrabatte" bei Großkrediten gibt es nicht, ebenso gibt es keine Provisionen und Gebühren für die Besorgung von Wertpapierkäufen und -verkäufen. Informationen sind allen Wirtschaftssubjekten in gleicher Weise bekannt, da es keine Informationskosten gibt.

Die Wirtschaftssubjekte halten verschiedene Umweltentwicklungen für möglich. Diese werden in einem Zustandsbaum dargestellt, der für alle Wirtschaftssubjekte einheitlich sei.



**Abb. 1:** Zustandsbaum mit einem Planungshorizont von T Perioden

Der Zustandsbaum stellt die möglichen Umweltentwicklungen bis zum Planungshorizont nach T Perioden dar. Im Zeitpunkt 1 tritt gemäß dem Beispiel in Abbildung 1 einer der Zustände 1, 2 und 3 (z.B. gute, mittelmäßige und schlechte Konjunktur) ein. Ist der Zustand z im Zeitpunkt 1 eingetreten, dann kann im Zeitpunkt 2 nur ein Zustand eintreten, der durch eine Kante mit dem Zustand z verbunden ist. So kann auf den Zustand 1 nur der Zustand 4 oder der Zustand 5 folgen.

Der Kapitalmarkt heißt komplett oder auch vollständig, wenn für jeden zukünftigen Zustand zustandsbedingte Ansprüche gehandelt werden. Ein zustandsbedingter Anspruch ist ein Anspruch, der 1 DM dann und nur dann abwirft, wenn der betreffende Zustand tatsächlich eintritt. Ein Anspruch auf 1 DM im Zustand 7 bringt also dem Inhaber 1 DM, wenn Zustand 7 eintritt. Tritt ein anderer Zustand im Zeitpunkt 2 ein, dann erhält der Inhaber aus diesem Anspruch nichts.

Ein Wertpapier, das 100 DM im Zustand 1, 120 DM im Zustand 2 und 150 DM im Zustand 3 abwirft, ist nichts anderes als ein Portefeuille aus 100 Ansprüchen auf 1 DM im Zustand 1, 120 Ansprüchen auf 1 DM im Zustand 2 und 150 Ansprüchen auf 1 DM im Zustand 3.

Eine notwendige Bedingung für ein Gleichgewicht auf dem Kapitalmarkt ist, daß es keine "free lunches" gibt, also keine Möglichkeiten, sich kostenlos zu bereichern. Dies impliziert zweierlei: (1) Der Preis  $p_z$ , für den im Zeitpunkt 0 Ansprüche auf den Zustand  $z$  gehandelt werden, muß positiv sein. Sonst würde jeder solche Ansprüche erwerben, und zwar zum Preis von 0 oder gar zu einem negativen Preis. (2) Der Preis eines Wertpapiers  $i$ , das  $e_{iz}$  DM im Zustand  $z$  ( $z \in Z$ ) abwirft, ist gleich

$$P_i = \sum_z e_{iz} p_z . \quad (2)$$

Hierbei ist  $Z$  die Menge der Zustände, deren Eintritt für möglich erachtet wird. Wäre entgegen Gleichung (2)  $P_i > \sum_z e_{iz} p_z$ , könnte man das Wertpapier  $i$  verkaufen, gleichzeitig  $e_{iz}$  Ansprüche auf den Zustand  $z$  ( $\forall z$ ) kaufen und damit einen Arbitragegewinn in Höhe von  $P_i - \sum_z e_{iz} p_z$  erzielen.<sup>1)</sup>

Was folgt aus Gleichung (2) für die Bewertung eines Investitionsprojektes? Das Investitionsprojekt koste  $A_0$  DM im Zeitpunkt 0 und werfe  $e_z$  DM im Zustand  $z$  ab. Wir nehmen an, daß das Volumen dieses Projektes relativ zum Volumen aller Investitionen klein sei. Dann werden die Preise  $p_z$  durch ein solches Projekt nicht spürbar verändert. Unter diesen Voraussetzungen ergibt sich als Marktwert des Investitionsprojekts

$$K_0 = - A_0 + \sum_z e_z p_z . \quad (3)$$

Das Investitionsprojekt hat einen positiven Marktwert genau dann, wenn der Marktwert der späteren Einzahlungsüberschüsse über der Anschaffungsauszahlung liegt. Die Gesellschafter des Unternehmens, das dieses Projekt realisiert, erzielen einen Vermögensvorteil in Höhe dieses Marktwertes.

---

<sup>1)</sup> Zur arbitragefreien Bewertung auf vollkommenem Markt siehe [17], [19].

Nun ist der Ausdruck  $\sum_{z \in Z_t} e_z p_z$  wenig anschaulich. Wir formen ihn daher um. Dazu machen wir uns zunächst klar, was sich hinter den Preisen  $p_z$  verbirgt. Sei  $Z_t$  die Menge der Zustände, die im Zeitpunkt  $t$  eintreten können; einer dieser Zustände muß eintreten. Wenn man im Zeitpunkt 0 für jeden Zustand  $z \in Z_t$  genau einen Anspruch auf 1 DM kauft, dann bekommt man im Zeitpunkt  $t$  mit Sicherheit 1 DM. Dafür zahlt man  $p_t \equiv \sum_{z \in Z_t} p_z$

DM im Zeitpunkt 0. Dieser Preis  $p_t$  ist folglich nichts anderes als der Abzinsungsfaktor  $(1+k_t)^{-t}$  für eine sichere Geldeinheit im Zeitpunkt  $t$ , wobei der Kalkulationszinsfuß  $k_t$  zeitpunktabhängig sein kann.

Unter schwachen Voraussetzungen bestimmen zwei Faktoren den Preis  $p_z$ , die Eintrittswahrscheinlichkeit des Zustands  $z$ ,  $\pi_z$ , und der Grenznutzen des Geldes im Zustand  $z$ ,  $U_z'$ . Je höher die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Zustands ist, umso mehr wird c.p. für einen Anspruch auf 1 DM in diesem Zustand bezahlt. Je höher der Grenznutzen des Geldes im Zustand  $z$  ist, umso mehr wird c.p. für einen solchen Anspruch bezahlt. Der Grenznutzen des Geldes im Zustand  $z$  hängt vom Reichtum der Anleger in diesem Zustand ab. Je höher der Reichtum ist, desto niedriger sei der Grenznutzen des Geldes. Der Reichtum ist umso grösser, je höher die Durchschnittsrendite  $R_M$  aller Investitionen der Volkswirtschaft ist. Im einfachsten Fall ist der Grenznutzen des Geldes im Zeitpunkt  $t$  (am Ende des Jahres  $t$ ) eine lineare Funktion von  $R_{Mt}$ , der Durchschnittsrendite im Jahre  $t$ ,

$$U_t' = a_t - b_t R_{Mt} ; \quad t=1, \dots, T; \quad a_t > 0, \quad b_t > 0, \quad U_t' > 0. \quad (4)$$

Unter Verwendung einer positiven Konstanten  $c_t$  läßt sich  $p_z$  ausdrücken als

$$p_z = c_t \pi_z U_z' \quad \forall z \in Z_t. \quad (5)$$

Aus dieser Gleichung und  $(1+k_t)^{-t} = \sum_{z \in Z_t} p_z$  folgt

$$(1+k_t)^{-t} = c_t E(\tilde{U}_t') \quad (6),$$

wobei  $E$  den Erwartungswertoperator bezeichnet und " $\sim$ " eine Zufallsvariable kennzeichnet. Substituiert man  $c_t$  in Gleichung (5) gemäß Gleichung (6), so folgt

$$\begin{aligned} p_z &= (1+k_t)^{-t} \pi_z U_z' / E(\tilde{U}_t') \\ &= (1+k_t)^{-t} \pi_z u_z', \end{aligned} \quad (7)$$

wobei  $u_z' \equiv U_z' / E(\tilde{U}_t')$  der auf den Erwartungswert 1 standardisierte Grenznutzen im Zustand  $z$  ( $z \in Z_t$ ) ist.

Im folgenden unterstellen wir homogene Erwartungen, d.h. alle Anleger gehen von denselben Eintrittswahrscheinlichkeiten aus. Dann muß der standardisierte Grenznutzen im Zustand  $z$  gemäß Gleichung (7) für alle Anleger übereinstimmen ( $\forall z$ ). Denn für alle Anleger gelten dieselben Marktpreise  $p_z$ . Da die Gesellschafter zu den Anlegern gehören, bewerten auch die Gesellschafter mit den Marktpreisen  $p_z$ .

Für die Bewertung der Einzahlungsüberschüsse des Investitionsprojektes im Zeitpunkt  $t$ ,  $\sum_{z \in Z_t} e_z p_z$ , folgt i.V. mit Gleichung (7)

$$\begin{aligned} \sum_{z \in Z_t} e_z p_z &= (1+k_t)^{-t} E(\tilde{e}_t \tilde{u}_t') \\ &= (1+k_t)^{-t} [E(\tilde{e}_t) - \text{cov}(\tilde{e}_t, -\tilde{u}_t')]. \end{aligned} \quad (8)$$

Hierbei bezeichnet  $\tilde{e}_t$  den stochastischen Einzahlungsüberschuß des Investitionsprojektes im Zeitpunkt  $t$ . Gleichung (3) kann nun umgeformt werden zu

$$K_0 = -A_0 + \sum_{t=1}^T (1+k_t)^{-t} [E(\tilde{e}_t) - \text{cov}(\tilde{e}_t, -\tilde{u}_t')]. \quad (9)$$

In der eckigen Klammer steht das Sicherheitsäquivalent des stochastischen Einzahlungsüberschusses  $\tilde{e}_t$ . Es ist gleich dem Erwartungswert des Einzahlungsüberschusses, vermindert um die Risikoprämie  $\text{cov}(\tilde{e}_t, -\tilde{u}_t')$ . Die fundamentale Bewertungsgleichung (9) besagt nun: Um den Marktwert eines Investitionsprojekts zu ermitteln, vermindere man den erwarteten Einzahlungsüberschuß jeder Periode um eine Risikoprämie, zinse das so ermittelte Sicherheitsäquivalent mit dem Sicherheitszinsfuß ab und addiere dann über alle Zeitpunkte.

### 3.1.2 Risikoprämien

Ein erläuterungsbedürftiger Term in den vorangehenden Gleichungen ist die Risikoprämie. Sie läßt sich wie folgt charakterisieren:

Bei Risikoscheu der Anleger ist der Grenznutzen des Geldes in einem Zustand umso niedriger, je reicher die Anleger in diesem Zustand sind, je mehr also die sonstigen Investitionen in diesem Zustand abwerfen. Sind nun die Einzahlungsüberschüsse des neuen Projekts mit denen der sonstigen Investitionen hoch korreliert, so wirft das neue Projekt viel ab, wenn der Grenznutzen gering ist. Dies bedeutet, daß sich die Risiken des neuen Projekts und der sonstigen Investitionen in ungünstiger Weise kumulieren. Entsprechend hoch ist die Risikoprämie  $\text{cov}(\tilde{e}_t, -\tilde{u}_t')$ . Umgekehrt ergibt sich eine negative Risikoprämie, wenn das neue Projekt gerade dann viel abwirft, wenn die sonstigen Investitionen wenig abwerfen (und umgekehrt). Dann kommt es zu einer sehr hohen Diversifikation.

Besonders leicht zu durchschauen sind diese Zusammenhänge, wenn der Grenznutzen des Geldes eine lineare Funktion der Rendite aller Investitionen,  $R_{Mt}$ , ist (Gleichung 4).

Die Risikoprämie  $\text{cov}(\tilde{e}_t, -\tilde{u}_t')$  geht dann über in  $\lambda_t \text{cov}(\tilde{e}_t, \tilde{R}_{Mt})$ , wobei  $\lambda_t$  ( $\lambda_t > 0$ ) als Marktpreis für Risiko im Zeitpunkt  $t$  bezeichnet wird. Dies ist auch die Risikoprämie im einperio-

digen Capital Asset Pricing Model ([3, Kap. 8 und 9], [16]). Je höher die Kovarianz zwischen dem Einzahlungsüberschuß  $\tilde{e}_t$  und der Rendite aller Investitionen  $R_{Mt}$  ist, umso höher ist die Risikoprämie, umso geringer ist das Sicherheitsäquivalent von  $\tilde{e}_t$ .

Eine wichtige Unterscheidung von Risiken betrifft das systematische und das unsystematische Risiko. Das systematische Risiko einer Zahlung bestimmt die Risikoprämie, das unsystematische beeinflußt sie nicht. Zur Veranschaulichung betrachten wir die lineare Regression

$$\tilde{e}_t = a_t + \beta_t (-\tilde{u}_t') + \tilde{\varepsilon}_t, \quad (10)$$

wobei  $a_t$  und  $\beta_t$  die Regressionsparameter und  $\varepsilon_t$  eine Störvariable mit dem Erwartungswert 0 seien.

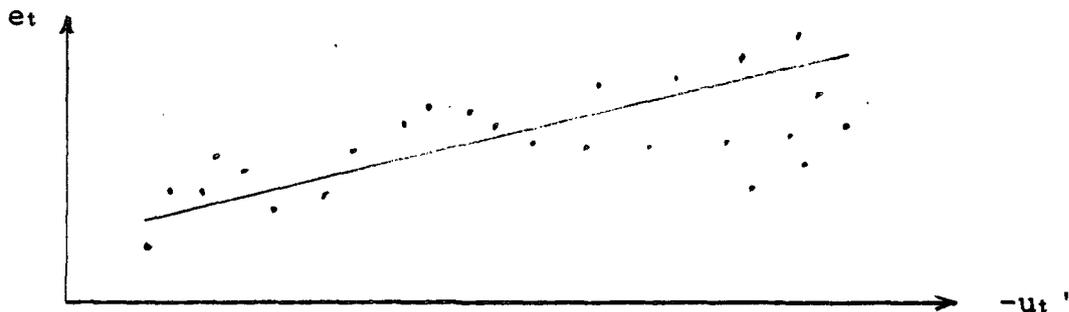


Abb. 2.: Lineare Regression von  $e_t$  auf  $-u_t'$ . Die Steigung der Regressionsgeraden ist  $\beta_t$ , sie ist proportional zur Risikoprämie.

Aus Gleichung (10) folgt für die Risikoprämie

$$\begin{aligned} \text{cov}(\tilde{e}_t, -\tilde{u}_t') &= \text{cov}(a_t, -\tilde{u}_t') + \beta_t \sigma^2(-\tilde{u}_t') + \text{cov}(\tilde{\varepsilon}_t, -\tilde{u}_t') \\ &= \beta_t \sigma^2(-\tilde{u}_t'), \end{aligned} \quad (11)$$

da  $\text{cov}(a_t, -\tilde{u}_t) = 0$ ,  $\text{cov}(-\tilde{u}_t, -\tilde{u}_t) = \sigma^2(-\tilde{u}_t)$  ist und die Regression dann den Zusammenhang zwischen  $\tilde{e}_t$  und  $-\tilde{u}_t$  am besten beschreibt, wenn  $\text{cov}(\tilde{\varepsilon}_t, -\tilde{u}_t) = 0$  ist. Folglich ist die Risikoprämie proportional zur Steigung der Regressionsgeraden. Der Proportionalitätskoeffizient ist die Varianz des standardisierten Grenznutzens.

Bilden wir die Varianz von  $\tilde{e}_t$ ,  $\sigma^2(\tilde{e}_t)$ , dann folgt aus Gleichung (10)

$$\sigma^2(\tilde{e}_t) = \beta_t^2 \sigma^2(-\tilde{u}_t) + \sigma^2(\tilde{\varepsilon}_t). \quad (12)$$

gesamtes Risiko = systematisches Risiko + unsystematisches Risiko

Das gesamte Risiko eines Investitionsprojekts läßt sich zerlegen in das systematische Risiko (dies ist proportional zur quadrierten Steigung der Regressionsgeraden) und das unsystematische Risiko (das für die Bewertung des Projekts keine Rolle spielt).

Warum spielt das unsystematische Risiko eines Projekts keine Rolle für seine Bewertung? Der Grund liegt darin, daß der Durchschnitt der Störvariablen  $\tilde{\varepsilon}_t$  aller Investitionen in der Volkswirtschaft in etwa 0 ergibt. Ein anschauliches Beispiel hierfür liefern Störvariablen, die voneinander stochastisch unabhängig sind und gemäß dem Gesetz der großen Zahl ein fast risikofreies Durchschnittsergebnis liefern. Dies ist typisch für das Versicherungsgeschäft. Wenn jeder Anleger ein über alle Investitionen gut gestreutes Portefeuille hält, dann zählt für ihn der Durchschnitt der Störvariablen  $\tilde{\varepsilon}_t$ , und der liegt etwa bei 0. Folglich stört den Anleger das unsystematische Risiko einer Investition nicht.

### 3.1.3 Bewertung mit risikoangepaßtem Kalkulationszinsfuß

Häufig wird statt der Gleichung (9) eine andere Formel zur Bestimmung des Kapitalwerts verwendet.

$$K_0 = -A_0 + \sum_{t=1}^T (1+\hat{k})^{-t} E(\tilde{e}_t) \quad (13)$$

Danach werden die erwarteten Einzahlungsüberschüsse des Investitionsprojektes mit einem risikoangepaßten Kalkulationszinsfuß  $\hat{k}$  abgezinst. Auch wenn der Kalkulationszinsfuß durchaus für unterschiedliche Zeitpunkte unterschiedlich hoch sein kann, so wird häufig zur Vereinfachung ein einheitlicher Kalkulationszinsfuß  $\hat{k}$  verwendet. Der Kalkulationszinsfuß setzt sich aus dem Sicherheitszinssatz und einer prozentualen Risikoprämie zusammen. Unterstellt man eine flache Zinsstruktur (das heißt, daß der Zinssatz p.a. für sichere Geldanlagen unabhängig von der Dauer der Geldanlage ist), dann ist der Sicherheitszinssatz für alle Zeitpunkte gleich hoch. Die prozentuale Risikoprämie ist nach dem systematischen Risiko des Projekts zu bemessen. Handelt es sich um den Erwerb einer risikolosen Bundesanleihe, dann entfällt diese Risikoprämie. Die prozentuale Risikoprämie ist umso höher, je höher die Kovarianzen  $\text{cov}(\tilde{e}_t, -\tilde{u}_t)$ , ( $t=1,2,\dots,T$ ) sind. Dies wird deutlich, wenn man die Kapitalwerte gemäß den Gleichungen (9) und (13) gleichsetzt:

$$\sum_{t=1}^T (1+k)^{-t} [E(\tilde{e}_t) - \text{cov}(\tilde{e}_t, -\tilde{u}_t)] = \sum_{t=1}^T (1+\hat{k})^{-t} E(\tilde{e}_t).$$

Es zeigt sich somit, daß man den Kapitalwert sowohl gemäß Gleichung (9) als auch gemäß Gleichung (13) bestimmen kann. Gleichung (9) zeigt allerdings explizit, wie das Risiko zu messen und zu bewerten ist, während Gleichung (13) beides offen läßt.

Ist zwischen verschiedenen, sich ausschließenden Investitionsprojekten zu entscheiden, dann wird dasjenige mit dem höchsten Marktwert (= Kapitalwert) gewählt. Dies liegt zumindest im Interesse der Anleger.<sup>2)</sup>

### 3.2 Investitionsentscheidungen der Manager

Bisher haben wir nur die Gesellschafterinteressen zugrundegelegt. Diese können von den Interessen der Arbeitnehmer einschließlich der Manager des Unternehmens abweichen. Einerseits können die Arbeitnehmer versuchen, sich zu Lasten der Anleger Vorteile zu verschaffen, z.B. indem sie weniger leisten als vereinbart oder soziale Vergünstigungen des Unternehmens intensiver nutzen. Andererseits werden die Manager, soweit sie Investitionsentscheidungen treffen, dabei auch ihr Ziel, ihre Arbeitsplätze zu sichern, berücksichtigen. In einer Welt ohne Transaktionskosten sind indessen die beiden vorgetragenen Argumente wenig bedeutsam. Wenn Überwachung nichts kostet, können vertragliche Vereinbarungen zwischen Anleger und Arbeitnehmern durch Überwachung durchgesetzt werden.

Auch ist eine Abstimmung der Investitionspolitik zwischen Managern und Anlegern kostenlos durchführbar. Entscheiden die Manager allein über Investitionen und hängt die Sicherheit ihrer Arbeitsplätze auch vom Risiko der Investitionen ab, so

---

<sup>2)</sup> Eine interessante Implikation dieser Entscheidungsregel ist, daß die Übernahme eines Unternehmens durch ein anderes zum Zweck der Risikostreuung dem Anleger keinen Vorteil bringt. Denn die Anleger selbst halten perfekt risikogestreuete Portefeuilles. Indem zwischen die Unternehmens- und die Anlegerebene eine Holding ausschließlich für Diversifikationszwecke geschaltet wird, entsteht kein Vorteil. Denn jeder Anleger hält nun Anteile an der Holding statt an den zur Holding gehörenden Unternehmen. Vorteile entstehen jedoch dann, wenn die Übernahme des Unternehmens positive Synergieeffekte erzeugt, z.B. durch Senkung der Produktions- und Absatzkosten, durch Verbesserung des Managements, durch Steuerersparnis etc.

werden sie zu einer weniger riskanten Investitionspolitik als die Gesellschafter tendieren. Es kann daher zu einer Umstrukturierung von riskanteren zu risikoarmen Investitionen kommen, verglichen mit der Investitionspolitik der Gesellschafter. Die Manager scheuen vor riskanten Investitionen zurück, auch wenn diese einen positiven Marktwert haben, und schichten stattdessen in wenig riskante Investitionen um, auch wenn dadurch die Gesellschafter Vermögen verlieren.

#### 4 Investitionsentscheidungen unter Risiko bei unvollkommenem Kapitalmarkt

Die im vorangehenden Abschnitt abgeleiteten Ergebnisse hängen wesentlich von der Annahme eines vollkommenen Kapitalmarktes ab. Diese Prämisse soll nun aufgegeben werden. Unvollkommene Kapitalmärkte sind Märkte mit positiven Transaktionskosten, Steuern und Subventionen. Transaktionskosten bewirken, daß es im allgemeinen Märkte für zustandsbedingte Ansprüche nicht gibt. Da es nämlich sehr viele Zustände gibt, müßte es ebenso viele verschiedene Ansprüche und Märkte geben. Der erforderliche Handel würde jedoch hohe Transaktionskosten verursachen. Der diesen Kosten gegenüberstehende Ertrag rechtfertigt diese Kosten nicht. Daher werden im allgemeinen weniger Wertpapiere gehandelt als es Zustände gibt.

Immerhin sind die Transaktionskosten des Handels von Wertpapieren durch die elektronische Datenverarbeitung deutlich gesenkt worden, gleichzeitig sind einige Preisrisiken deutlich gewachsen. Daher überrascht es nicht, wenn in den letzten zwanzig Jahren die Zahl der handelbaren Wertpapiere gewachsen ist. Besonders zu erwähnen sind Finanzinnovationen [4] wie Optionen und Futures auf Aktien, festverzinsliche Wertpapiere, Devisen und bestimmte Rohstoffe, die "Securitization" von Finanztiteln, um sie handelbar zu machen, sowie die Einführung handelbarer Kreditbereitstellungszusagen (z.B. RUFs: revolving underwriting facilities).

Die zu den Transaktionskosten zählenden Informationskosten bewirken Informationsasymmetrien. Informationskosten lassen eine perfekte Überwachung als nachteilig erscheinen, daher bestehen Informationsvorsprünge. Z.B. ist ein Manager eines Unternehmens besser über dessen Geschäftslage informiert als Außenstehende. Dieser Informationsvorsprung verschafft dem Manager einen Spielraum, den er zu seinen Gunsten nutzen kann.

Im folgenden werden die Auswirkungen der Unvollkommenheit des Kapitalmarktes für Investitionsentscheidungen untersucht, wiederum aus der Gesellschafter- und der Managerperspektive. Außerdem werden die Möglichkeiten des betrieblichen Risikomanagements erörtert, durch Handel von Wertpapieren Investitionsrisiken einzuschränken.

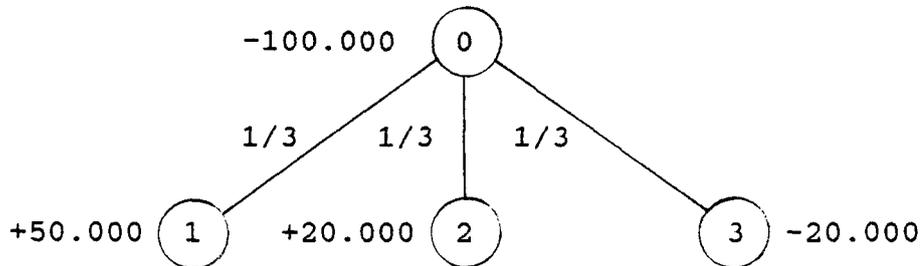
#### 4.1 Investitionsentscheidungen eines Alleingesellschafters

##### 4.1.1 Ohne Handel von Wertpapieren

Zur Verdeutlichung des Problems betrachten wir ein vereinfachtes Beispiel: Ein Erfinder überlegt, ob er seine Erfindung in ein neu zu gründendes Unternehmen einbringen und dieses Unternehmen als Eigentümermanager, kurz: als Unternehmer, leiten soll. Da das Unternehmen zumindest am Anfang eine bescheidene Größe haben wird, kommt eine Handelbarkeit von Anteilen wegen der damit verbundenen Transaktionskosten vorläufig nicht in Frage. Weitere Gesellschafter sind ebenfalls nicht zu finden.

Der Zustandsbaum in Abb. 3 zeigt mögliche Unternehmensentwicklungen anhand der Einzahlungsüberschüsse auf, die das Unternehmen erzielt. Die Gründung erfordert 100.000 DM, in den Zuständen 1 und 2 erweist sich das Unternehmen als erfolgreich, im Zustand 3 als verlustbringend. Alle drei Zu-

stände haben eine Eintrittswahrscheinlichkeit von 1/3. Der erwartete Einzahlungsüberschuß im ersten Jahr beträgt daher 16.667 DM. Zur Vereinfachung unterstellen wir auch für jedes weitere Jahr einen erwarteten Einzahlungsüberschuß von 16.667 DM.



**Abb. 3:** Zustandsbaum der Einzahlungsüberschüsse einer Unternehmensgründung

Um den Einfluß des Kapitalmarktes zu verdeutlichen, sei zuerst unterstellt, der Kapitalmarkt sei vollkommen und komplett. Wenn außerdem der Sicherheitszinssatz stets 10% p.a., die Lebensdauer des Unternehmens unbegrenzt und das gesamte Risiko des Unternehmens unsystematisch wäre, dann ergäbe sich als Kapitalwert oder Marktwert

$$\begin{aligned}
 K_0 &= -100.000 + \sum_{t=1}^{\infty} 1,1^{-t} 16.667 \\
 &= -100.000 + 16.667/0,1 = 66.670 \text{ DM.}
 \end{aligned}$$

Das Unternehmen hätte einen deutlich positiven Marktwert.

Jetzt gehen wir von einem unvollkommenen Kapitalmarkt aus. Der Unternehmer kann das Unternehmen nur als Alleingesellschafter gründen, so sei angenommen. Wertpapierhandel findet nicht statt. Wenn der Unternehmer sein gesamtes Vermögen in

ist daher im Zustand 1 kleiner als im Zustand 2; am höchsten ist er im Zustand 3, weil der Unternehmer sich dann kaum noch ernähren kann. Für den Unternehmer ist daher das gesamte Unternehmensrisiko systematisch. Dementsprechend hoch ist seine Risikoprämie  $cov(\tilde{e}_1, -\tilde{u}_1')$ . Ist der Grenznutzen im Zustand 3 genügend hoch, dann wird das Sicherheitsäquivalent  $[16.667 - cov(\tilde{e}_1, -\tilde{u}_1')]$  negativ; der Unternehmer verzichtet auf die Gründung.

Unrealistisch erscheint dies nicht. Muß ein Unternehmer sein gesamtes Vermögen in das Unternehmen investieren und besteht eine beachtliche Wahrscheinlichkeit dafür, daß nicht nur dieses Vermögen verlorenght, sondern dazu noch Schulden anfallen, dann wird dies zahlreiche Personen abschrecken. Insbesondere die unbeschränkte Haftung schreckt viele Personen ab. So ist es nicht verwunderlich, wenn etwa 80% aller in der Bundesrepublik Deutschland zu verzeichnenden Neugründungen die unbeschränkte Haftung natürlicher Personen ausschließen, indem die Rechtsform der GmbH oder der GmbH&Co KG gewählt wird.

Der Ausschluß der unbeschränkten Haftung durch Wahl bestimmter Rechtsformen kann als Erwerb einer Kaufoption seitens des Unternehmers gedeutet werden. Eine Kaufoption auf einen Gegenstand beinhaltet für den Inhaber das Recht, vom Stillhalter während der Laufzeit der Option die Lieferung des Gegenstandes gegen Zahlung eines vertraglich fixierten Preises, des Basispreises, zu verlangen oder auf die Lieferung zu verzichten.

Bei unbeschränkter Haftung ist der Unternehmer verpflichtet, sämtliche Schulden notfalls aus seinem Privatvermögen zu bezahlen. Eine Option steht ihm nicht zu. Bei beschränkter Haftung kann er die Schulden des Unternehmens notfalls auch unter Einsatz seines Privatvermögens bezahlen, er kann aber auch darauf verzichten und das Unternehmen in Konkurs gehen lassen. Er hat also eine Option, das Eigentum am Unternehmen

durch Bezahlung der Schulden zu bewahren oder aber dieses aufzugeben.

Stillhalter der Kaufoption sind die Gläubiger des Unternehmens, insbesondere also Kreditinstitute, Lieferanten, Arbeitnehmer. Die Gläubiger können ihre Ansprüche nur noch teilweise durchsetzen, wenn der Unternehmer das Unternehmen in Konkurs gehen läßt. Die Beschränkung der Haftung impliziert eine Versicherung des Unternehmers gegen die Folgen besonders ungünstiger geschäftlicher Entwicklung. Versicherungsgeber sind die Gläubiger. Sie werden diese Versicherung nicht umsonst geben. Kreditinstitute verlangen eine höhere Verzinsung oder verweigern gar den Kredit, Lieferanten verlangen gegebenenfalls Vorkasse, um Ausfälle auszuschließen, Arbeitnehmer suchen sich gegebenenfalls sicherere Arbeitsplätze in anderen Unternehmen oder verlangen eine höhere Entlohnung.

Trotz dieser möglichen Folgen einer Haftungsbeschränkung kommt es, wie bereits dargelegt, sehr häufig zur Haftungsbeschränkung. Erklären läßt sich dies damit, daß die Haftungsbeschränkung das systematische Risiko des Unternehmers erheblich vermindert, während zumindest für Kreditinstitute und Lieferanten kaum systematisches Risiko entsteht. Denn diese geben Kredite an eine Vielzahl von Unternehmen, so daß ihre Kreditportefeuilles im allgemeinen eine sehr gute Risikostreuung aufweisen.

#### 4.1.2 Mit Handel von Wertpapieren

##### a) Optimierung des Handels ohne Beschränkung

Auch die Haftungsbeschränkung des Unternehmers reicht eventuell nicht aus, um die Unternehmensgründung für ihn attraktiv zu machen. Wenn er nämlich sein gesamtes Vermögen in das Unternehmen investiert, dann ist das gesamte Risiko aus dem ihm vom Unternehmen zufließenden Zahlungsstrom systematisch.

Trotz Haftungsbeschränkung wird er eine beachtliche Risiko-  
prämie bei der Bewertung in Ansatz bringen. Die Unternehmens-  
gründung kann daran scheitern.

Günstiger ist die Situation, wenn der Unternehmer nur einen  
Bruchteil seines Vermögens in das zu gründende Unternehmen  
und den Rest anderweitig investieren kann. Um diese Situation  
zu erörtern, nehmen wir an, der Unternehmer besitze bereits  
ein Unternehmen und erziele daraus im Zeitpunkt 1 ein sto-  
chastisches Vermögen  $\tilde{W}_1$ . Aus dem zu gründenden Unternehmen  
erwächst ihm nach einem Jahr ein stochastisches Vermögen von  
 $\tilde{v}_1$ . Außerdem verfügt er im Zeitpunkt 0 über Bargeld von  $W_0$   
DM. Dieses kann er risikofrei zum Zinssatz  $k$  anlegen oder  
auch in einem Portefeuille von handelbaren Wertpapieren, das  
die stochastische Rendite  $\tilde{r}_M$  abwirft. Sein stochastisches  
Vermögen im Zeitpunkt 1,  $\tilde{EV}$ , beläuft sich dann auf

$$\begin{aligned}\tilde{EV} &= \tilde{W}_1 + \tilde{v}_1 + x(1+\tilde{r}_M) + (W_0 - x)(1+k) \\ &= \tilde{y}_1 + x(1+\tilde{r}_M) + (W_0 - x)(1+k)\end{aligned}\quad (14)$$

Zur Vereinfachung der Schreibweise definieren wir  $\tilde{y}_1 \equiv \tilde{W}_1 + \tilde{v}_1$ .

Hierbei ist  $x$  der DM-Betrag, der in das Portefeuille inve-  
stiert wird. Kann der Unternehmer keinen Kredit aufnehmen,  
dann gilt  $x \leq W_0$ . Kann er das Portefeuille nicht leer verkau-  
fen, dann gilt  $x \geq 0$ .

Um die optimale Verwendung des Bargeldes  $W_0$  zu ermitteln, un-  
terstellen wir, daß der Unternehmer dem  $(\mu, \sigma)$ -Prinzip folgt.  
Das heißt, er mißt sein Risiko an der Varianz des Endver-  
mögens,  $\sigma^2_{EV}$ , den Ertrag des Portefeuilles am Erwartungswert  
des Endvermögens,  $E(\tilde{EV}) \equiv \mu$ .

Aus Gleichung (14) folgt:

$$\mu = y_1 + x(1+r_M) + (W_0 - x)(1+k). \quad (15)$$

Wird die Tilde bei einer Zufallsvariablen weggelassen, dann ist der Erwartungswert der Zufallsvariablen gemeint, z.B.  $y_1 = E(\tilde{y}_1)$ . Weiter folgt aus Gleichung (14) für das Risiko des Unternehmers

$$\sigma^2_{EV} = \sigma^2(\tilde{y}_1) + x^2 \sigma^2(\tilde{r}_M) + 2x \operatorname{cov}(\tilde{y}_1, \tilde{r}_M). \quad (16)$$

Der Unternehmer maximiert die Präferenzfunktion  $P(\mu, \sigma^2_{EV})$ . Diese sei konkav in der Entscheidungsvariablen  $x$ . Eine notwendige Bedingung für eine optimale Anlage im Portefeuille,  $x^*$ , lautet, wenn  $x$  unbeschränkt ist,

$$\frac{\delta P}{\delta \mu} [r_M - k] + \frac{\delta P}{\delta \sigma^2_{EV}} [2x^* \sigma^2(\tilde{r}_M) + 2\operatorname{cov}(\tilde{y}_1, \tilde{r}_M)] = 0. \quad (17)$$

Bezeichnet  $\tau \equiv -\frac{1}{2}(\delta P / \delta \sigma^2_{EV}) / (\delta P / \delta \mu)$  die halbierte marginale Substitutionsrate des Unternehmers zwischen Risiko und Ertrag, so ist diese Substitutionsrate positiv und umso höher, je risikoscheuer der Unternehmer ist. Gleichung (17) läßt sich umformen zu

$$x^* \sigma^2(\tilde{r}_M) + \operatorname{cov}(\tilde{y}_1, \tilde{r}_M) = (1/\tau) (r_M - k)$$

oder

$$x^* = \frac{1}{\tau} \frac{(r_M - k)}{\sigma^2(\tilde{r}_M)} - \beta_1, \quad (18)$$

wobei  $\beta_1 \equiv \operatorname{cov}(\tilde{y}_1, \tilde{r}_M) / \sigma^2(\tilde{r}_M)$  ist.

Gleichung (18) läßt sich anschaulich interpretieren. Der optimale Investitionsbetrag für das Portefeuille setzt sich aus zwei Komponenten zusammen, der Investitions- und der Hedgingkomponente. Erstens kauft der Unternehmer das Portefeuille, wenn er dadurch eine positive Risikoprämie erzielen kann. Dies trifft zu, wenn die erwartete Rendite des Portefeuilles über dem Sicherheitszinssatz liegt. Der Umfang dieser Inve-

stitution ist umso geringer, je risikoscheuer der Unternehmer ist. Zweitens kauft oder verkauft der Unternehmer das Portefeuille, um damit das Risiko aus seinem Unternehmen zu hedgen. Ist die Rendite des Portefeuilles positiv mit dem Unternehmenswert  $\tilde{y}_1$  korreliert, so kommt es durch Verkauf des Portefeuilles zu einem partiellen Hedging. Bei negativer Korrelation kommt es zum Kauf.

Dies läßt sich noch deutlicher machen, wenn man entsprechend Gleichung (10) eine lineare Regression von  $\tilde{y}_1$  auf  $\tilde{r}_M$  betrachtet:

$$\tilde{y}_1 = a_1 + \beta_1 \tilde{r}_M + \tilde{\varepsilon}_1$$

mit  $E(\tilde{\varepsilon}_1) = 0$ ,  $\text{cov}(\tilde{r}_M, \tilde{\varepsilon}_1) = 0$  und  $\beta_1 = \text{cov}(\tilde{y}_1, \tilde{r}_M) / \sigma^2(\tilde{r}_M)$ . (19)

Gemäß Gleichung (14) gilt dann

$$\begin{aligned} \sigma^2_{EV} &= \sigma^2 [\tilde{y}_1 + \tilde{r}_M x] \\ &= \sigma^2 [(a_1 + \beta_1 \tilde{r}_M + \tilde{\varepsilon}_1) + \tilde{r}_M x] \\ &= \sigma^2 [(\beta_1 + x) \tilde{r}_M + \tilde{\varepsilon}_1] \\ &= (\beta_1 + x)^2 \sigma^2(\tilde{r}_M) + \sigma^2(\tilde{\varepsilon}_1). \end{aligned} \quad (20)$$

Das optimale Risiko folgt, wenn man  $(x + \beta_1)$  gemäß Gleichung (18) substituiert

$$\begin{aligned} \sigma^{2*}_{EV} &= \frac{1}{\tau} \frac{(r_M - k)^2}{\sigma^4(\tilde{r}_M)} \sigma^2(\tilde{r}_M) + \sigma^2(\tilde{\varepsilon}_1) \\ &= \frac{1}{\tau} \frac{(r_M - k)^2}{\sigma^2(\tilde{r}_M)} + \sigma^2(\tilde{\varepsilon}_1) \end{aligned} \quad (21)$$

Gleichung (21) verdeutlicht das Ergebnis der Optimierung. Hätte der Unternehmer auf den Handel des Portefeuilles verzichtet, dann wäre  $x = 0$  und  $\sigma^2_{EV} = \beta_1^2 \sigma^2(\tilde{r}_M) + \sigma^2(\tilde{\varepsilon}_1)$ . Durch Handel des Portefeuilles könnte der Unternehmer  $\sigma^2(\tilde{r}_M)$  völlig

ausschließen, indem er  $x = -\beta_1$  wählte. Es bliebe dann nur noch  $\sigma^2(\tilde{\varepsilon}_1)$ , das Risiko der Störvariablen. Ist  $\sigma^2(\tilde{\varepsilon}_1)$  erheblich kleiner als  $\sigma^2(\tilde{y}_1)$ , ist also  $\tilde{y}_1$  deutlich positiv oder negativ mit  $\tilde{r}_M$  korreliert, dann käme es zu einer erheblichen Verminderung des Risikos und damit auch der Risikoprämie auf  $\tilde{y}_1$ . Dieser Effekt entfiere, wenn  $\tilde{y}_1$  und  $\tilde{r}_M$  unkorreliert sind, wenn also  $\beta_1 = 0$  ist.

Gemäß Gleichung (18) ist es jedoch nicht optimal,  $x = -\beta_1$  zu wählen, d.h. das Portefeuille nur zu Hedgingzwecken zu kaufen. Gemäß dem Investitionsmotiv kauft der Unternehmer zusätzliche Einheiten vom Portefeuille entsprechend der Risikoprämie des Portefeuilles,  $[r_M - k]$ , und seiner Risikoscheu. Je höher die Risikoprämie ist, umso mehr kauft er. Dies schließt  $x^* = 0$  bei entsprechender Datenkonstellation nicht aus.

Wenn bisher stets von einem Portefeuille mit der Rendite  $\tilde{r}_M$  die Rede war, so wird damit die Existenz anderer Portefeuilles nicht ausgeschlossen. Der Unternehmer sucht das für ihn unter dem Investitions- und dem Hedgingmotiv günstigste Portefeuille aus. Dieses kann sich durch die Gründung allerdings verändern.

b) Wirkungen des unbeschränkten Handels auf die Unternehmensgründung

Wie wirken sich nun die Existenz des Vermögens  $\tilde{W}_1$  und der Erwerb des Portefeuilles auf die Bewertung der Unternehmensgründung aus? Zunächst klammern wir das Portefeuille aus. Der Unternehmer bezieht dann ein Endvermögen von

$$\tilde{EV} = \tilde{W}_1 + (W_0 + A_0) (1+k)$$

ohne Unternehmensgründung. Das für die Unternehmensgründung benötigte Kapital  $A_0$  wird dann auch zum Sicherheitszinssatz  $k$

angelegt. Wird das Unternehmen doch gegründet, so ergibt sich ein Endvermögen von

$$\tilde{EV} = \tilde{W}_1 + \tilde{v}_1 + W_0(1+k).$$

Infolge der Unternehmensgründung wächst das erwartete Endvermögen also um  $E(\tilde{v}_1) - A_0(1+k)$ , das Risiko um  $\sigma^2(\tilde{v}_1) + 2\text{cov}(\tilde{W}_1, \tilde{v}_1)$ .

Damit erweist sich die Unternehmensgründung als attraktiv, wenn

$$K_0^I = -A_0 + (1+k)^{-1} [E(\tilde{v}_1) - \bar{\tau} \{ \sigma^2(\tilde{v}_1) + 2\text{cov}(\tilde{W}_1, \tilde{v}_1) \}] \quad (22)$$

positiv ist. Hierbei sei  $\bar{\tau}$  die marginale Substitutionsrate des Unternehmers zwischen Ertrag und Risiko, wenn es keinen Portefeuille-Handel gibt. Diese Substitutionsrate kann sich auch infolge der Gründung ändern. Wächst sie, so ist  $\bar{\tau}$  dementsprechend zu ändern.

Gleichung (22) läßt zwei Effekte deutlich werden.

1) Wenn die Kovarianz zwischen dem bereits bestehenden Unternehmen und dem zu gründenden,  $\text{cov}(\tilde{W}_1, \tilde{v}_1)$ , etwa 0 beträgt, dann zählt lediglich die Varianz  $\sigma^2(\tilde{v}_1)$  bei der Gründungsentscheidung, ebenso wie in dem Fall, in dem der Unternehmer noch kein Unternehmen besitzt. Ist die Kovarianz positiv, dann vermindert sie die Attraktivität der Gründung. Bei negativer Kovarianz wächst die Attraktivität. Diversifikation durch Unternehmensgründung erweist sich für den Unternehmer als Vorteil, insbesondere da ihm annahmegemäß die Diversifikation durch Wertpapierhandel verschlossen ist.

2) Erzielt der Unternehmer aus der Anlage von  $W_0$  zum Sicherheitszinssatz  $k$  und dem bereits bestehenden Unternehmen ein erhebliches erwartetes Endvermögen, ohne damit ein hohes Risiko übernommen zu haben, dann ist seine Substitutionsrate  $\tau$  im allgemeinen niedriger als wenn er sein gesamtes Vermögen

in die Unternehmensgründung stecken müßte. In diesem Sinne ist die Gründung für einen "reichen" Unternehmer attraktiver als für einen "armen", sofern ihm die Gründung zusätzliches Risiko auflädt. Hat der "reiche" Unternehmer dagegen bereits ein hohes Risiko aus dem bestehenden Unternehmen zu tragen, dann kann dadurch seine Substitutionsrate  $\tau$  so hoch sein, daß auch für ihn die Gründung nicht attraktiv ist.

Um nun den Effekt des Portefeuille-Handels einzubeziehen, schreiben wir Gleichung (22) zunächst um. Da  $\tilde{y}_1 = \tilde{W}_1 + \tilde{v}_1$  ist, kann man analog zu Gleichung (19) eine lineare Regression von  $\tilde{v}_1$  auf  $\tilde{r}_M$  betrachten:

$$\tilde{v}_1 = a_{1g} + \beta_{1g} \tilde{r}_M + \tilde{\varepsilon}_{1g} \quad (23)$$

mit  $E(\tilde{\varepsilon}_{1g}) = 0$ ,  $\text{cov}(\tilde{r}_M, \tilde{\varepsilon}_{1g}) = 0$ ,  $\beta_{1g} = \text{cov}(\tilde{v}_1, \tilde{r}_M) / \sigma^2(\tilde{r}_M)$ .  
Der Index  $g$  bezeichnet die Gründung.

Das durch die Gründung entstehende Risiko läßt sich dann ausdrücken durch

$$\sigma^2(\tilde{v}_1) + 2\text{cov}(\tilde{W}_1, \tilde{v}_1) = \beta_{1g}^2 \sigma^2(\tilde{r}_M) + \sigma^2(\tilde{\varepsilon}_{1g}) + 2[\beta_{1g} \beta_{1a} \sigma^2(\tilde{r}_M) + \text{cov}(\tilde{\varepsilon}_{1g}, \tilde{\varepsilon}_{1a})]. \quad (24)$$

Hierbei gilt  $\beta_{1a} = \text{cov}(\tilde{W}_1, \tilde{r}_M) / \sigma^2(\tilde{r}_M)$ ,  $\tilde{\varepsilon}_{1a}$  ist die Störvariable in einer linearen Regression von  $\tilde{W}_1$  auf  $\tilde{r}_M$ . Aus diesen Definitionen und der Regression (19) folgt

$$\begin{aligned} \beta_1 &= \beta_{1g} + \beta_{1a}, \\ \tilde{\varepsilon}_1 &= \tilde{\varepsilon}_{1g} + \tilde{\varepsilon}_{1a}. \end{aligned}$$

Wenn bei Handelbarkeit des Portefeuilles das Unternehmen nicht gegründet wird, dann ergibt sich gemäß Gleichung (21) folgendes optimale Risiko des Unternehmers:

$$\sigma_{EV}^2 = \frac{1}{\tau} \frac{(r_M - k)^2}{\sigma^2(\tilde{r}_M)} + \sigma^2(\tilde{\varepsilon}_{1a}). \quad (25)$$

Wird das Unternehmen gegründet, so ergibt sich, falls die Substitutionsrate  $\tau$  sich nicht ändert,

$$\sigma^2_{EV^*} = \frac{1}{\tau} \frac{(r_M - k)^2}{\sigma^2(r_M)} + \sigma^2(\tilde{\varepsilon}_1). \quad (26)$$

Das Risiko steigt also um

$$\sigma^2(\tilde{\varepsilon}_1) - \sigma^2(\tilde{\varepsilon}_{1a}) = \sigma^2(\tilde{\varepsilon}_{1g}) + 2\text{cov}(\tilde{\varepsilon}_{1g}, \tilde{\varepsilon}_{1a}). \quad (27)$$

Das Risiko wächst also lediglich um das nicht-hedgebare Risiko des zu gründenden Unternehmens,  $\sigma^2(\tilde{\varepsilon}_{1g}) + 2\text{cov}(\tilde{\varepsilon}_{1g}, \tilde{\varepsilon}_{1a})$ . Gemäß Gleichung (18) wird dies erreicht, indem bei Gründung der in das Portefeuille zu investierende Betrag  $x$  um  $\beta_{1g}$  vermindert wird. Damit ändert sich das erwartete Endvermögen infolge der Gründung um

$$-A_0(1+k) - \beta_{1g}(r_M - k) + E(\tilde{v}_1).$$

Der Kapitalwert der Gründung läßt sich daher bei Handelbarkeit des Portefeuilles wie folgt schreiben

$$K_0^{II} = -A_0 + (1+k)^{-1} [E(\tilde{v}_1) - \beta_{1g}(r_M - k) - \tau\{\sigma^2(\tilde{\varepsilon}_{1g}) + 2\text{cov}(\tilde{\varepsilon}_{1g}, \tilde{\varepsilon}_{1a})\}] \quad (28)$$

Gleichung (28) zeigt: Infolge der Handelbarkeit übernimmt der Unternehmer nur das nicht-hedgebare Risiko, während er das hedgebare gegen Zahlung der Risikoprämie  $(r_M - k)$  hedgt. Ein Vergleich der Kapitalwerte  $K_0^I$  [Gleichung (22) in Verbindung mit Gleichung (24)] und  $K_0^{II}$  zeigt den Effekt der Handelbarkeit des Portefeuilles:

$$\begin{aligned}
(1+k) [K_0^{II} - K_0^I] &= -\beta_{1g} (r_M - k) - \tau \{ \sigma^2(\tilde{\varepsilon}_{1g}) + 2\text{cov}(\tilde{\varepsilon}_{1g}, \tilde{\varepsilon}_{1a}) \} \\
&\quad + \bar{\tau} \{ \beta_{1g}^2 \sigma^2(\tilde{r}_M) + \sigma^2(\tilde{\varepsilon}_{1g}) + 2\beta_{1g}\beta_{1a} \sigma^2(\tilde{r}_M) \\
&\quad \quad \quad + 2\text{cov}(\tilde{\varepsilon}_{1g}, \tilde{\varepsilon}_{1a}) \} \quad (29)
\end{aligned}$$

Um die daraus resultierenden Effekte isoliert zu betrachten, unterstellen wir zunächst  $\tau = \bar{\tau}$ . Dann geht Gleichung (29) über in

$$\begin{aligned}
(1+k) [K_0^{II} - K_0^I] &= \beta_{1g} \sigma^2(\tilde{r}_M) \left[ \tau \beta_{1g} - \frac{r_M - k}{\sigma^2(\tilde{r}_M)} + 2\tau \beta_{1a} \right] \\
&= \tau \beta_{1g} \sigma^2(\tilde{r}_M) \left[ \beta_{1g} - \frac{1}{\tau} \frac{r_M - k}{\sigma^2(\tilde{r}_M)} + \beta_{1a} \right] \\
&= \tau \beta_{1g} \sigma^2(\tilde{r}_M) [\beta_{1a} - x^*] \quad (30)
\end{aligned}$$

Gleichung (30) gibt den Betrag an, um den der aufgezinste Kapitalwert der Unternehmensgründung infolge der Handelbarkeit wächst, wenn  $\tau = \bar{\tau}$ . Da der Unternehmer das nicht-hedgebare Risiko in jedem Fall tragen muß, taucht es in Gleichung (30) nicht auf. Zunächst betrachten wir den Fall  $\beta_{1g} > 0$  und  $\beta_{1a} > 0$ , so daß das Portefeuille zu Hedgingzwecken verkauft werden muß. Ist der Unternehmer erheblich risikoscheuer als der Kapitalmarkt, d.h.  $\tau \gg [r_M - k] / \sigma^2(\tilde{r}_M)$ , dann wird  $x^* < 0$ . Das Hedgingmotiv dominiert. Da  $\beta_{1a} - x^* > 0$ , wird die Unternehmensgründung attraktiver.

Ist der Unternehmer dagegen erheblich weniger risikoscheu als der Kapitalmarkt, d.h.  $\tau \ll [r_M - k] / \sigma^2(\tilde{r}_M)$ , dann wird dem Unternehmer eine attraktive Risikoprämie im Markt geboten. Daher dominiert das Investitionsmotiv die Portefeuille-Entscheidung, so daß  $x^* > 0$ .  $(\beta_{1a} - x^*)$  kann dann negativ sein, so daß der Kapitalwert infolge der Handelbarkeit sinkt. In dieser Situation kann es für den Unternehmer günstiger sein, in das Portefeuille anstelle des Unternehmens zu investieren. Infolge der hohen Risikoprämie des Marktes kommt es dann zu einem Crowding out von neuen Investitionen.

Sind  $\beta_{1g}$  und  $\beta_{1a}$  negativ, dann muß der Unternehmer das Portefeuille zu Hedgingzwecken kaufen. Investitions- und Hedgingmotiv verhalten sich komplementär zueinander, so daß  $x^* > 0$  und  $(\beta_{1a} - x^*) < 0$ . Die Gründung wird attraktiver.

Die Gründung verliert jedoch an Attraktivität durch die Handelbarkeit, wenn  $\beta_{1g} < 0$ ,  $\beta_{1a} > 0$  und  $(\beta_{1a} - x^*) > 0$  sind. In dieser Situation liegt  $x^*$  nur wenig über 0 oder ist negativ. Das bedeutet, daß das Hedgingmotiv großes Gewicht hat. Ohne Unternehmensgründung würden die Risiken des bereits bestehenden Unternehmens über den Portefeuille-Verkauf gehedgt. Wenn nun das neue Unternehmen infolge von  $\beta_{1g} < 0$  selbst ein Hedging erzeugt, so konkurriert dieses Hedging mit dem durch Portefeuille-Verkauf. Dies bewirkt, daß die Gründung bei Handelbarkeit des Portefeuilles weniger attraktiv ist.

Auch wenn die Handelbarkeit des Portefeuilles vielleicht in der Mehrzahl der Fälle die Gründung attraktiver macht, so ist dies keineswegs zwingend.

Auch sinkt die Substitutionsrate  $\tau$  nicht notwendig, wenn das Portefeuille handelbar gemacht wird. Es kommt wieder darauf an, ob das Investitions- oder das Hedgingmotiv dominiert. Ist der Kapitalmarkt erheblich risikoscheuer als der Unternehmer vor Handel, dann dominiert das Investitionsmotiv. Durch die Übernahme von Portefeuillerrisiken kann  $\tau$  wachsen, so daß eine Gründung, die das Risiko des Unternehmers erhöht, an Attraktivität verliert. Ist der Unternehmer vor Handel erheblich risikoscheuer als der Markt, so dominiert das Hedgingmotiv. Die Substitutionsrate  $\tau$  wird dann durch Portefeuillehandel sinken und damit die Attraktivität einer Gründung, die das Risiko des Unternehmers erhöht, steigern.

### c) Beschränkungen des Portefeuillehandels

Bislang wurden Beschränkungen der Variablen  $x$  nicht beachtet. Möglicherweise wäre für den Unternehmer eine private Kreditaufnahme optimal.  $x^* > W_0$  besagt, daß der Unternehmer mehr als den Bestand an Bargeld,  $W_0$ , in das Portefeuille investieren und die Differenz  $(x^* - W_0)$  über Kredit finanzieren möchte. Eine Beschränkung von  $x^*$  auf  $x^* = W_0$  schließt dies jedoch aus.

Ob dadurch die Gründung attraktiver wird, hängt von den Umständen ab. Dominiert das Investitionsmotiv die Portefeuille-Entscheidung, dann kann der Unternehmer weniger Risiko auf dem Markt kaufen. Er ist dann im allgemeinen zur Übernahme des Risikos aus der Gründung eher bereit. Schränkt das Kreditlimit jedoch die Möglichkeiten ein, das Risiko aus der Gründung zu hedgen ( $\beta_{1g} < 0$ ), dann reduziert das Kreditlimit die Attraktivität der Gründung.

Ähnlich wie ein Limit der privaten Kreditaufnahme wirkt ein Limit des Unternehmenskredits. Es reduziert die Möglichkeiten des beschränkt haftenden Unternehmers, Unternehmensrisiken auf die Gläubiger zu überwälzen. Die Haftungsbeschränkung verliert daher an Wert für den Unternehmer.

Eine andere Beschränkung kann darin bestehen, daß Leerverkäufe nicht zulässig sind. In der Bundesrepublik Deutschland dürfen gegenwärtig Wertpapiere nicht leerverkauft werden. Die Realisierung eines negativen  $x^*$ -Wertes stößt dann auf Schwierigkeiten. Termingeschäfte in Wertpapieren ermöglichen indessen die Erzielung ähnlicher Resultate wie bei Leerverkauf. Kann ein Portefeuille per Termin zum Terminkurs  $f$  verkauft werden, so entsteht am Termin bei Kauf im Kassamarkt ein Gewinn von  $(f - \tilde{s}_1)$ , wobei  $\tilde{s}_1$  den stochastischen Kassakurs am Termin bezeichnet. Wird außerdem heute ein Kredit von  $f/(1+k)$  aufgenommen, der am Termin mit dem Betrag  $f$  zu tilgen und zu verzinsen ist, dann zeigt sich, daß Terminverkauf plus Kreditaufnahme einem Leerverkauf äquivalent sind. In der

Bundesrepublik Deutschland werden solche Termingeschäfte börsenmäßig bisher nicht betrieben. In den USA gibt es jedoch einen aktiven Börsenhandel in Futures auf festverzinsliche Wertpapiere, Aktienkursindizes sowie verschiedene Rohstoffe.

In der Bundesrepublik Deutschland kann man jedoch durch Optionen ähnliche Wirkungen wie durch Terminverkauf erzielen. Dazu stellen wir uns einen Unternehmer vor, der eine europäische Kaufoption zum Basiskurs  $f$  verkauft und eine europäische Verkaufsoption zum Basiskurs  $f$  kauft. Der Basiskurs ist derjenige Preis, den der Inhaber einer Option bei Ausübung an den Stillhalter zahlen muß. Eine europäische Option kann nur am Ende der Laufzeit ausgeübt werden, im Gegensatz zur amerikanischen, die zu jedem beliebigen Zeitpunkt während ihrer Laufzeit ausgeübt werden kann. Gilt am Ende der Optionslaufzeit  $s_1 > f$ , dann verliert der Unternehmer  $(f - s_1)$  als Stillhalter der Kaufoption, während seine Verkaufsoption wertlos ist. Gilt  $s_1 < f$ , dann gewinnt er aus seiner Verkaufsoption  $(f - s_1)$ , während die Kaufoption wertlos ist. Er erzielt also am Ende der Laufzeit auf jeden Fall das Resultat  $(f - s_1)$  wie beim Terminverkauf.

In der Bundesrepublik Deutschland werden nur amerikanische Optionen gehandelt. Dadurch kann es zu einer vorzeitigen Ausübung kommen. Die vorangehenden Ausführungen gelten dann nur noch mit Einschränkungen.

#### 4.2 Investitionsentscheidungen mehrerer Gesellschafter

Bisher wurde die Investitionsentscheidung eines Alleingesellschafters untersucht. Wenn das Unternehmen jedoch von mehreren Gesellschaftern finanziert wird, dann wird auch der stochastische Unternehmenswert  $\tilde{v}_1$  auf mehrere Gesellschafter verteilt. Wir betrachten im folgenden einen Gesellschafter mit der Beteiligungsquote  $\alpha$ . Er erhält dann im Zeitpunkt 1  $\alpha \tilde{v}_1$ . Soweit  $\tilde{v}_1$  mit der Portefeullerrendite  $\tilde{r}_M$  korreliert,

kann der Gesellschafter wiederum das Portefeuille zu Hedgingzwecken kaufen bzw. verkaufen. Er bewertet die Kovarianz  $\text{cov}(\alpha \tilde{v}_1, \tilde{r}_M) = \alpha \text{cov}(\tilde{v}_1, \tilde{r}_M)$  daher entsprechend Gleichung (28) mit der Substitutionsrate des Marktes,  $[\tilde{r}_M - k] / \sigma^2(\tilde{r}_M)$ . Außerdem übernimmt der Gesellschafter nicht-hedgebares Risiko in Höhe von  $\sigma^2(\alpha \tilde{\varepsilon}_1) = \alpha^2 \sigma^2(\tilde{\varepsilon}_1)$ . Hinzu kann nicht-hedgebares Risiko in Form der Kovarianz  $\text{cov}(\alpha \tilde{\varepsilon}_{1g}, \tilde{\varepsilon}_{1a}) = \alpha \text{cov}(\tilde{\varepsilon}_{1g}, \tilde{\varepsilon}_{1a})$  treten. Vernachlässigt man letzteres, dann ergibt sich für diesen Gesellschafter als Sicherheitsäquivalent von  $\alpha \tilde{v}_1$ , wenn seine Substitutionsrate zwischen Risiko und Ertrag  $\tau_\alpha$  ist:

$$\alpha(1+k)^{-1} [E(\tilde{v}_1) - \beta_{1g}(\tilde{r}_M - k) - \tau_\alpha \alpha \sigma^2(\tilde{\varepsilon}_1)] \quad (31)$$

Gleichung (31) zeigt den Vorteil einer Finanzierung durch mehrere Gesellschafter. Das nicht-hedgebare Risiko verliert an Bedeutung. Addiert man nämlich die Sicherheitsäquivalente aller Gesellschafter, dann folgt wegen  $\sum \alpha = 1$  (Summe der Beteiligungsquoten = 1), als Gesamt-Sicherheitsäquivalent

$$(1+k)^{-1} [E(\tilde{v}_1) - \beta_{1g}(\tilde{r}_M - k) - (\sum \tau_\alpha \alpha^2) \sigma^2(\tilde{\varepsilon}_1)] \quad (32)$$

Das nicht-hedgebare Risiko mindert beim Alleingesellschafter das Sicherheitsäquivalent um  $(1+k)^{-1} \tau \sigma^2(\tilde{\varepsilon}_1)$ , bei mehreren Gesellschaftern um  $(1+k)^{-1} (\sum \tau_\alpha \alpha^2) \sigma^2(\tilde{\varepsilon}_1)$ . Hat z.B. bei  $n$  Gesellschaftern jeder einen Anteil von  $\alpha = 1/n$  und gilt  $\tau = \tau_\alpha$  für jeden Gesellschafter, dann ist  $(\sum \tau_\alpha \alpha^2) = \tau/n$ . Die Risikoprämie für das nicht-hedgebare Risiko schrumpft also auf den Bruchteil  $1/n$ . Ein ergänzender Effekt der Finanzierung durch mehrere Gesellschafter kann darin bestehen, daß infolge der geringeren Bedeutung des nicht-hedgebaren Risikos die Substitutionsraten der Gesellschafter,  $\tau_\alpha$ , im Durchschnitt sinken. Dies erhöht das Sicherheitsäquivalent nochmals.

Die vorangehende Analyse erlaubt, den Effekt einer Eigenfinanzierung durch eine Kapitalbeteiligungsgesellschaft rasch darzustellen. Im allgemeinen handelt es sich bei einer Kapi-

talbeteiligungsgesellschaft um eine Gesellschaft, an der viele Gesellschafter beteiligt sind. Ähnlich wie bei einem Wagniskapital-Fonds wird das Risiko also auf sehr viele Schultern verteilt [1, 161ff]. Wenn also eine Kapitalbeteiligungsgesellschaft demgemäß das nicht-hedgebare Risiko bewertet, dann wird sie die Risikoprämie für das nicht-hedgebare Risiko mit  $(\tau/n)\sigma^2(\tilde{\varepsilon}_1)$  sehr gering veranschlagen, da  $n$  groß ist. Das nicht-hedgebare Risiko wird dann unsystematisch und spielt praktisch keine Rolle mehr.

Diese Aussage setzt jedoch voraus, daß die Manager der Kapitalbeteiligungsgesellschaft das nicht-hedgebare Risiko gemäß den Interessen ihrer Gesellschafter bewerten. Dies kann nicht ohne weiteres unterstellt werden, wie im folgenden zu begründen ist.

### 4.3 Investitionsentscheidungen von Managern

#### 4.3.1 Das Prinzipal-Agent-Problem

Ein Manager, der nicht zugleich Gesellschafter ist, bezieht aus seiner Tätigkeit Einkommen. Gleichzeitig werden soziale Bedürfnisse wie z.B. Prestige befriedigt. Eine erfolgreiche Tätigkeit erfordert aber auch einen entsprechenden Arbeitseinsatz. Für den Manager stellt sich das Entscheidungsproblem, wie hoch sein Arbeitseinsatz sein soll. Wäre der Arbeitseinsatz ohne Kosten kontrollierbar, so könnte der Arbeitseinsatz im Anstellungsvertrag festgelegt und durch Kontrollen gesichert werden. In Wirklichkeit ist der Arbeitseinsatz kaum kontrollierbar. Der Manager ist daher versucht, sich ein bequemes Leben durch geringen Arbeitseinsatz zu schaffen. Um dem entgegenzuwirken, können die Gesellschafter des Unternehmens dem Manager Leistungsanreize bieten. Da die Gesellschafter an hohen Unternehmenserfolgen interessiert sind, bietet es sich an, die Bezahlung des Managers an den Unternehmenserfolg zu koppeln. Zwar hängt dieser Erfolg von

einer Vielzahl von Faktoren ab, jedoch erscheint es gerechtfertigt, von einer deutlich positiven Korrelation zwischen dem Arbeitseinsatz eines kompetenten Managers und dem Unternehmenserfolg auszugehen. Daher wirkt eine Kopplung des Managereinkommens an den Unternehmenserfolg leistungssteigernd.

Eine einfache Form der Kopplung wird durch eine lineare Entlohnungsfunktion erreicht, die dem Manager neben einem fixen Gehalt  $F$  einen konstanten Anteil  $\hat{\alpha}$  am Erfolg zuweist. Wird der Erfolg am Vermögen des Unternehmens nach einem Jahr,  $\tilde{W}_1$ , gemessen, dann lautet die Entlohnungsfunktion:

$$\tilde{A} = F + \hat{\alpha}\tilde{W}_1 ; \quad F > 0; \quad \hat{\alpha} > 0. \quad (33)$$

$\tilde{A}$  ist das Arbeitseinkommen des Managers. Das erwartete Einkommen beträgt dann  $F + \hat{\alpha}E(\tilde{W}_1)$ , das Risiko  $\hat{\alpha}^2\sigma^2(\tilde{W}_1)$ . Auch für den Manager wird eine Präferenzfunktion unterstellt, in die neben seinem Arbeitseinsatz der Erwartungswert und die Varianz seines Einkommens eingehen.

Die Wahl der Entlohnungsfunktion wird in der Prinzipal-Agent-Literatur ausführlich diskutiert ([2], [10], [13, Kap.12-14], [15, 551-560], [18]). Es geht darum, eine optimale Kombination von Fixum  $F$  und "Gewinnquote"  $\hat{\alpha}$  zu finden. Drei Ziele werden angestrebt:

- - Der Arbeitseinsatz soll vom Manager so gewählt werden, daß der gesamte Grenzertrag und sein Grenzarbeitsleid übereinstimmen.
- - Die Investitionsentscheidungen sollen vom Manager gemäß der Risikoscheu der Gesellschafter gefällt werden.
- - Das Unternehmensrisiko soll auf Gesellschafter und Manager so verteilt werden, daß die insgesamt anfallende Risikoprämie minimiert wird.

Aus der Prinzipal-Agent-Theorie ist bekannt, daß bei unvollkommener Information nicht alle drei Ziele gleichzeitig in idealer Weise erreicht werden können. So impliziert eine hohe Risikoscheu des Managers gemäß dem dritten Ziel ein niedriges  $\hat{\alpha}$ , ein niedriges  $\hat{\alpha}$  motiviert jedoch nicht zu hoher Leistung. Ein hohes  $\hat{\alpha}$  läßt den Manager indessen bei Investitionsentscheidungen "überevorsichtig" werden. Er schiebt aus Gesellschaftersperspektive zu sehr von riskanteren in risikoärmere Investitionen um. Eine optimale Entlohnungsfunktion stellt daher einen Kompromiß zwischen den drei Zielen her.

#### 4.3.2 Die Investitionsentscheidung des Managers

In diesem Abschnitt wird die Investitionsentscheidung des Managers erörtert. Zunächst wird der Wertpapierhandel wieder ausgeklammert. Kann der Manager bei gleichbleibendem Arbeitsinsatz ein Investitionsprojekt durchführen, das im Zeitpunkt 0  $A_0$  kostet und im Zeitpunkt 1 den Unternehmenswert  $\tilde{W}_1$  um  $\tilde{v}_1$  erhöht, dann wächst sein Arbeitseinkommen im Zeitpunkt 1 um

$$\hat{\alpha} [\tilde{v}_1 - (1+k)A_0],$$

das erwartete Einkommen um den zugehörigen Erwartungswert. Das Risiko des gesamten Unternehmens wächst um

$$\sigma^2(\tilde{W}_1 + \tilde{v}_1) - \sigma^2(\tilde{W}_1) = \sigma^2(\tilde{v}_1) + 2\text{cov}(\tilde{v}_1, \tilde{W}_1).$$

Ist  $\hat{\tau}$  die Substitutionsrate des Managers zwischen Risiko und Ertrag, dann wächst das Sicherheitsäquivalent seines Einkommens infolge der Investition um

$$\hat{\alpha} [E(\tilde{v}_1) - (1+k)A_0 - \hat{\alpha}\hat{\tau}(\sigma^2(\tilde{v}_1) + 2\text{cov}(\tilde{v}_1, \tilde{W}_1))]. \quad (33)$$

Ist dieser Ausdruck positiv, dann entscheidet sich der Manager für das Investitionsprojekt. Formal besteht kein Unterschied zwischen dem Sicherheitsäquivalent des Managers und dem eines Gesellschafters mit einer Beteiligungsquote  $\hat{\alpha}$ , der

keinerlei Risiken hedgen kann. Ob die Substitutionsrate  $\hat{\tau}$  des Managers höher oder niedriger als die eines beschränkt haftenden Gesellschafters ist, ist nur im Einzelfall zu klären.

Gleichung (33) zeigt, daß die Gesellschafter des Unternehmens die Höhe des Sicherheitsäquivalents des Managers und damit seine Investitionsneigung über eine Variation der "Gewinnquote"  $\hat{\alpha}$  beeinflussen können. Je höher  $\hat{\alpha}$  ist, umso mehr Risiko trägt der Manager, umso kleiner wird das Sicherheitsäquivalent einer risikoerhöhenden Investition, d.h. der Ausdruck in der eckigen Klammer von Gleichung (33).

Ist der Manager risikoscheuer als die Gesellschafter ( $\hat{\tau} > \tau$ ), dann werden sie  $\hat{\alpha}$  relativ niedrig wählen, damit es aus ihrer Perspektive nicht zu einem "Underinvestment" in risikoerhöhende Investition kommt. Allerdings nehmen die Gesellschafter damit einen niedrigen Leistungsanreiz in Kauf.

Gefährden Verluste den Arbeitsplatz des Managers, dann impliziert dies eine andere Form der Entlohnungsfunktion. Unternehmensverluste ziehen nämlich nicht nur Einbußen an gegenwärtigem Arbeitseinkommen nach sich, sondern auch eine höhere Wahrscheinlichkeit, den Arbeitsplatz zu verlieren. Dieser Sachverhalt läßt sich durch eine monoton steigende, streng konkave Entlohnungsfunktion abbilden. Diese Funktion gibt an, wie der Kapitalwert des zukünftigen Arbeitseinkommens (und damit das Vermögen des Managers) vom Unternehmenserfolg abhängen. Eine Erhöhung eines Verlustes um eine Einheit schmälert das Vermögen des Managers dann mehr als eine Erhöhung eines Gewinns um eine Einheit das Vermögen erhöht. Der Übergang von einer linearen auf eine streng konkave Entlohnungsfunktion bewirkt bei unverändertem erwartetem Arbeitseinkommen eine Verminderung des Sicherheitsäquivalents des Arbeitseinkommens [14]. Die Risikoabwehrhaltung des Managers wird verstärkt, so daß seine Neigung zu risikoarmen Investitionen wächst.

### 4.3.3 Hedgingentscheidungen des Managers

#### a) Betriebliches versus privates Hedging

Zunächst gehen wir bei der Analyse der Hedgingentscheidungen wieder von einer linearen Entlohnungsfunktion aus. Es ergibt sich dann eine ähnliche Analyse wie im vorangehenden Abschnitt. Einige Modifikationen sind jedoch erforderlich. Wenn die Gesellschafter selbst ihr Unternehmen managen, wird jeder Gesellschafter privat durch Kauf bzw. Verkauf eines Portefeuilles hedgen. Denn gemäß Gleichung (18) hängt der optimale Betrag, der in das Portefeuille investiert wird, von der individuellen Substitutionsrate  $\tau$  ab. Steuerliche Aspekte und Konkurskosten können allerdings ein betriebliches Hedging begünstigen.

Für das Risiko des Managers macht es bei gegebenem Investitionsprogramm, gegebenem Arbeitseinsatz und gegebener Entlohnungsfunktion kaum einen Unterschied, ob das Hedging im Unternehmen oder von ihm privat arrangiert wird. Dies trifft jedoch nicht mehr zu, wenn auch die Sicherheit des Arbeitsplatzes des Managers vom Unternehmenserfolg abhängt, wenn also seine Entlohnungsfunktion streng konkav ist. Wird z.B. ein Manager nach dem Eintritt von Verlusten in mehreren aufeinanderfolgenden Jahren entlassen und kann er dann keinen gleichwertigen Arbeitsplatz wiederfinden, so wird er Verluste möglichst vermeiden.

Dazu dient nicht nur eine vorsichtige Investitionspolitik, sondern vor allem ein Hedging im Unternehmen. Betriebliches und privates Hedging sind dann keineswegs mehr Substitute. Nur betriebliches Hedging fördert die Sicherheit des Arbeitsplatzes. Um das Vertrauen der Kapitalgeber in seine Person zu festigen, wird der Manager einen Teil der Unternehmensrisiken im Unternehmen hedgen und dadurch den Unternehmenserfolg über die Zeit glätten. Hierzu dienen vor allem Finanzinstrumente,

die Preisrisiken auszuschalten erlauben, wie Options- und Termingeschäfte auf Devisen, Rohstoffe, festverzinsliche Wertpapiere und Aktien. Der Handel in Aktien kann zum Hedging von Branchenrisiken herangezogen werden. Wenn z.B. ein Unternehmen Zertifikate eines Aktienfonds, der nur Aktien der eigenen Branche enthält (Branchenkursindex), per Termin verkauft, dann erzielt es einen Gewinn aus dem Terminverkauf, wenn sich die Geschäftslage der Branche verschlechtert, gleichzeitig erleidet es infolge eigener Geschäftstätigkeit einen Gewinnrückgang.

Besonders attraktiv ist es, solche Risiken zu hedgen, für die die Risikoprämie des Marktes,  $[r_M - k]/\sigma^2(\tilde{r}_M)$ , niedrig oder gar negativ ist. Für Devisen z.B. gibt es oft keine deutlich von 0 verschiedene Risikoprämie. Daher liegt es nahe, solche Risiken zu hedgen. Wie im vorangehenden Abschnitt gezeigt wurde, kann die Möglichkeit, solche Risiken zu hedgen, das Sicherheitsäquivalent von Investitionen deutlich erhöhen und damit die Investitionspolitik beeinflussen.

#### b) Die Entscheidung zwischen Optionen und Terminkontrakten

Für den Manager stellt sich die Frage, ob er Optionen oder Terminkontrakte für Hedgingzwecke einsetzen soll. Aus der Praxis mehren sich Stimmen, wonach sich Optionen zunehmender Beliebtheit erfreuen. Im folgenden vergleichen wir einen Terminverkauf und eine europäische Verkaufsoption mit dem Basispreis  $B$ , beides auf dasselbe Gut (z.B. eine Devise) bezogen und mit derselben Laufzeit. Der gegenwärtige Terminkurs sei  $f_0$ , der Preis der Verkaufsoption  $P_0$ . Der Kassakurs des Gutes am Ende der Laufzeit sei  $\tilde{s}_1$ .

Aus dem Terminverkauf resultiert am Ende der Laufzeit ein Gewinn oder Verlust von  $(f_0 - \tilde{s}_1)$  DM. Die Option wird ausgeübt,

wenn der Kassakurs  $s_1$  unter dem Basiskurs  $B$  liegt. Damit entsteht ein Ausübungsgewinn von  $(B-s_1)$  DM. Ist  $u_2'$  der auf den Erwartungswert 1 standardisierte Grenznutzen der Anleger auf dem Kapitalmarkt im Zustand  $z$  und  $k$  der Sicherheitszinsatz für die Laufzeit beider Kontrakte, so folgt

$$f_0 = E[\tilde{s}_1 \tilde{u}'] , \quad (34)$$

$$(1+k) P_0 = E_-[(B-\tilde{s}_1) \tilde{u}'] , \quad (35)$$

wobei  $E_-[\ ]$  den Erwartungswertoperator auf die Zustände einschränkt, in denen  $s_1 \leq B$  ist. In Gleichung (35) wird der Erwartungswert nur über diese Zustände gebildet. Entsprechend bezeichnet  $E_+$  den Erwartungswertoperator über die Zustände, in denen  $s_1 > B$  gilt.

Multipliziert man Gleichung (34) mit  $-1$  (da per Termin verkauft wird) und addiert  $B$ , so folgt [mit Wiederholung von Gleichung (35)]

$$-f_0 + B = E_-[(B-\tilde{s}_1)\tilde{u}'] + E_+[(B-\tilde{s}_1)\tilde{u}'] , \quad (36)$$

$$(1+k) P_0 = E_-[(B-\tilde{s}_1)\tilde{u}'] . \quad (35)$$

Der Manager, der zwischen Terminverkauf und Verkaufsoption zu wählen hat, prüft, welches der beiden Instrumente am Kapitalmarkt stärker unterbewertet ist, gemessen an seinem persönlichen standardisierten Grenznutzen  $v'$ . Ein Instrument ist für ihn umso attraktiver, je stärker es unterbewertet ist. Abb. 4 verdeutlicht die Grenznutzen  $u'$  und  $v'$ .

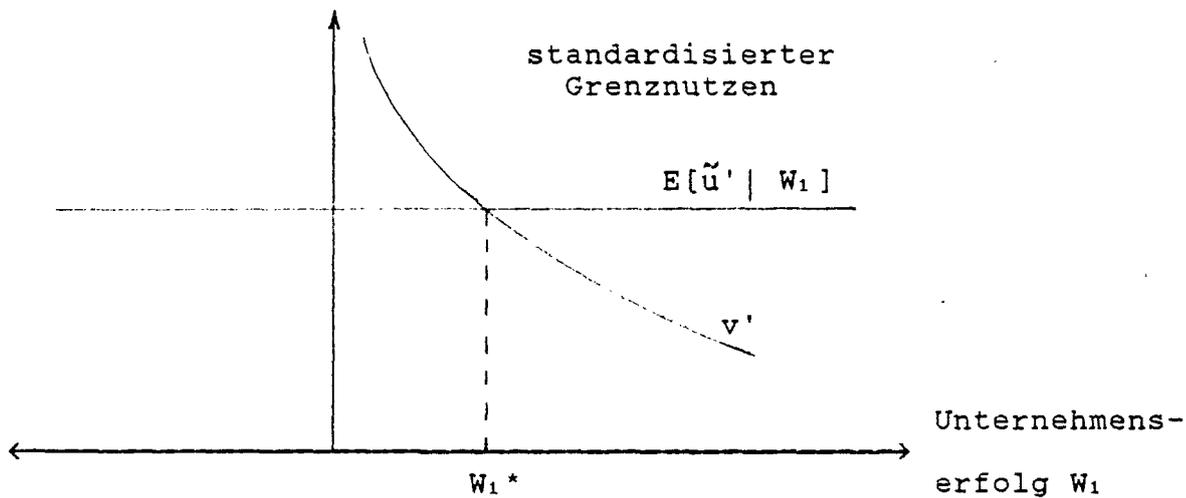


Abb. 4: Der standardisierte Grenznutzen der Anleger auf dem Kapitalmarkt  $E[\tilde{u}' | W_1]$  sinkt (wenn überhaupt) erheblich schwächer mit wachsendem Unternehmenserfolg als der standardisierte Grenznutzen  $v'$  des Managers.

Gemäß Abb. 4 sinkt der standardisierte Grenznutzen des Managers,  $v'$ , erheblich stärker mit dem Unternehmenserfolg als der der Anleger auf dem Kapitalmarkt. Dies folgt zum einen aus der strengen Konkavität der Entlohnungsfunktion und zum anderen daraus, daß die Anleger auf dem Kapitalmarkt ein gut gestreutes Portefeuille halten. Der Unternehmenserfolg  $W_1$  hat daher für sie nur geringe Bedeutung. Da  $E[\tilde{u}'] = E[\tilde{v}'] = 1$  ist, müssen die beiden Grenznutzenkurven sich schneiden. Für Unternehmenserfolge über [unter]  $W_1^*$  ist der standardisierte Grenznutzen des Managers kleiner [größer] als der des Kapitalmarktes.

Jetzt betrachten wir ein Gut, dessen Kurs  $\tilde{s}_1$  vollkommen positiv mit dem Unternehmenserfolg  $\tilde{W}_1$  korreliert ist:

$$\tilde{W}_1 = a + b\tilde{s}_1 ; \quad b > 0.$$

Wählt der Manager als Basiskurs der Verkaufsoption  $B^*$ , so daß  $W_1^* = a + bB^*$ , dann wird die Verkaufsoption genau dann ausgeübt, wenn  $W_1 \leq W_1^*$ . Folglich ist

$$E_+ [(B^* - \tilde{s}_1) \tilde{u}'] < E_+ [(B^* - \tilde{s}_1) \tilde{v}'] < 0 . \quad (37)$$

Da sich die Bewertung von Terminverkauf und Verkaufsoption gemäß den Gleichungen (35) und (36) nur um  $E_+ [(B^* - \tilde{s}_1) \tilde{u}']$  unterscheiden, folgt aus Gleichung (37) eine Präferenz des Managers für den Terminverkauf. Der Terminverkauf wird aus der Perspektive des Managers am Kapitalmarkt stärker unterbewertet als die Verkaufsoption. Diese Präferenz des Managers für Terminkontrakte läßt sich ebenso bei vollkommen negativer Korrelation zwischen  $\tilde{W}_1$  und  $\tilde{s}_1$  nachweisen, auch bei deutlich von 0 verschiedener Korrelation.

Ob die vorangehende Analyse realistisch ist, bleibt zu prüfen. Zwei Einwände können vorgebracht werden:

(1) Da ein Terminkontrakt erhebliche Verluste erzeugen kann, setzt sich der Manager damit potentieller Kritik aus. Ein Beispiel hierfür bot die Kritik am Terminkauf von US-Dollars durch die Lufthansa, um damit das Währungsrisiko aus Verträgen über den Kauf amerikanischer Flugzeuge zu hedgen. Diese Kritik wäre durch eine Kaufoption auf Dollars vermieden worden. Auch wenn ein Termingeschäft ein perfektes Hedging erzeugt, so bieten hohe Verluste aus dem Termingeschäft stets eine Zielscheibe für Kritiker. Optionen haben diesen Nachteil nicht.

(2) Ein Manager, der aufsteigen möchte, wird sich zwar gegen Unternehmensverluste absichern wollen, aber er möchte gleichzeitig die Chance eines hohen Unternehmenserfolges wahren. Ein Terminkontrakt beschneidet diese Chance erheblich stärker als ein Optionsgeschäft, weil ein Hedging durch einen Terminkontrakt hohe Unternehmenserfolge durch hohe Terminverluste beschneidet. Formal wäre das Interesse des Managers an der Chance eines hohen Unternehmenserfolges in Abb. 4 darstellbar durch eine Grenznutzenkurve  $v'$ , die u-förmig verläuft und für hohe Unternehmenserfolge wieder über der Grenznutzenkurve des Kapitalmarktes liegt.

Beide Einwände können eine Präferenz des Managers für Optionen begründen.

## Literatur

1. Albach H, Hunsdiek D, Kokalj L (1986). Finanzierung mit Risikokapital. Stuttgart.
2. Barnea A, Haugen RA, Senbet LW (1985). Agency Problems and Financial Contracting. Englewood Cliffs (NJ).
3. Brealey R, Myers S (1984). Principles of Corporate Finance. 2. Aufl., New York.
4. Euromoney (1986). Innovation in the International Capital Market. Supplement January.
5. Franke G (1978). Mittelbarer Parametervergleich als Entscheidungskalkül - Illusionen durch konventionsbedingte Rangordnungen. Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung 30, 431-452.
6. Franke G (1986). Informationsorientierte, flexible Planung. In: Hammer G u.a.: Planung und Prognose in Dienstleistungsunternehmen. Karlsruhe, 23-34.
7. Franke G, Hax H (1988). Finanzwirtschaft des Unternehmens und Kapitalmarkt. Berlin u.a.
8. Hax H (1985). Investitionstheorie, 5. Aufl., Würzburg.
9. Hertz DB (1964). Risk Analysis in Capital Investment. Harvard Business Review 42, No. 1, 95-106.
10. Jensen M, Meckling W (1976). Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs, and Ownership Structure. Journal of Financial Economics, 3, 305-360.
11. Kruschwitz L (1987). Investitionsrechnung, 3. Aufl., Berlin.

- 12 Laux H (1971). Flexible Investitionsplanung. Opladen.
- 13 Laux H, Liermann F (1987). Grundlagen der Organisation. Berlin u.a.
- 14 Pratt JW (1964). Risk Aversion in the Small and in the Large. *Econometrica* 32, 122-136.
- 15 Schneider D (1985). Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 2. Aufl., München.
- 16 Sharpe WF (1970). Portfolio Theory and Capital Markets. New York.
- 17 Spremann K (1986). The Simple Analytics of Arbitrage. In: Bamberg G, Spremann K: Capital Market Equilibria. Berlin u.a.
- 18 Swoboda P (1987). Kapitalmarkt und Unternehmensfinanzierung - Zur Kapitalstruktur der Unternehmung. In: Schriften des Vereins für Socialpolitik, Kapitalmarkt und Finanzierung. Berlin, 49-70.
- 19 Wilhelm J (1985). Arbitrage Theory. Berlin u.a.