

Nippel, Peter

**Article**

## Die Finanzierung von Realloptionen unter Informationsasymmetrie

Kredit und Kapital

**Provided in Cooperation with:**

Duncker & Humblot, Berlin

*Suggested Citation:* Nippel, Peter (1996) : Die Finanzierung von Realloptionen unter Informationsasymmetrie, Kredit und Kapital, ISSN 0023-4591, Duncker & Humblot, Berlin, Vol. 29, Iss. 1, pp. 123-152,  
<https://doi.org/10.3790/ccm.29.1.123>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/293320>

**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.*



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

# Die Finanzierung von Realloptionen unter Informationsasymmetrie

Von Peter Nippel, Köln

## I. Einleitung

Unter Realloptionen versteht man zukünftige (Real-)Investitionsmöglichkeiten. Eine Unternehmung, die z.B. in Zukunft in die Rationalisierung oder Erweiterung ihrer Produktion investieren kann, besitzt solche Investitionsmöglichkeiten, wie auch eine Unternehmung, welche die Möglichkeit hat, später in die Produktion eines neuen, noch zu entwickelnden Produktes zu investieren.

Der Gegenwartswert einer zukünftigen Investitionsmöglichkeit hängt zum einen von dem aus heutiger Sicht unsicheren Wert des Projekts ab, in das investiert werden kann. Zum anderen beeinflußt auch die zukünftige Investitionspolitik der Unternehmensleitung den Gegenwartswert der Investitionsmöglichkeit. Wenn damit zu rechnen ist, daß diese auch dann wahrgenommen wird, wenn das Projekt als unvorteilhaft gelten kann, oder umgekehrt die Investition unterlassen wird, obwohl das Projekt vorteilhaft ist, so wirkt sich dies negativ auf den Gegenwartswert der Investitionsmöglichkeit aus.

Beachtung hat in der jüngeren Literatur vor allem die Frage nach der Bewertung von Realloptionen gefunden<sup>1</sup> sowie die Frage nach dem optimalen Investitionszeitpunkt, wenn die Investitionsmöglichkeit nicht nur zu einem bestimmten zukünftigen Zeitpunkt wahrgenommen werden kann<sup>2</sup>. Bei der Bewertung legt schon die Bezeichnung zukünftiger Investitionsmöglichkeiten als Realloptionen die Anwendung der Optionspreistheorie nahe. Dies ist jedoch nur dann zulässig, wenn der Kapitalmarkt vollständig ist, so daß durch die (gedankliche) Konstruktion eines Portefeuilles von am Markt verfügbaren Finanzierungstiteln eine der Real-

---

<sup>1</sup> Stellvertretend seien hier nur zwei jüngere deutschsprachige Veröffentlichungen genannt: Vgl. *Eble/Völker* (1993) und *Ch. Laux* (1993).

<sup>2</sup> Vgl. *Dixit/Pindyck* (1994) und die dort verarbeitete Literatur.

option äquivalente Position geschaffen werden kann<sup>3</sup>. Ebenfalls auf die Optionspreistheorie oder auf die dynamische Programmierung greifen Ansätze zur Bestimmung des optimalen Investitionszeitpunktes zurück. In der angesprochenen Literatur wird allerdings von jeglichen Delegationsproblemen abgesehen, so daß die Verfolgung der optimalen (wertmaximierenden) Investitionspolitik in der Zukunft als gesichert angesehen werden kann.

Insbesondere aus der neueren, informationsökonomisch ausgerichteten Finanzierungstheorie<sup>4</sup> ist jedoch bekannt, daß Investitionsentscheidungskalküle einer Unternehmensleitung, die nicht gleichzeitig alleiniger Kapitalgeber der Unternehmung ist, durch Fehlanreize verzerrt sein können. Da der Gegenwartswert von Realoptionen in aller Regel einen nicht unerheblichen Teil des Gesamtwertes einer Unternehmung ausmachen dürfte<sup>5</sup>, können die von der Finanzierung möglicherweise ausgehenden Fehlanreize auf die Entscheidung über die Wahrnehmung einer Investitionsmöglichkeit nicht ignoriert werden, wenn der Einfluß der Finanzierung auf den Wert einer Unternehmung zur Diskussion steht.

Die Finanzierung einer Unternehmung, die eine Realoption hält, und insbesondere die von der Finanzierung ausgehenden Investitionsanreize werden hier in einem Modell mit Informationsasymmetrie zwischen der Unternehmensleitung und externen Kapitalgebern betrachtet. Dabei zeigt sich zunächst, daß mit der Aufnahme von externem Kapital im Zeitpunkt der Wahrnehmung der Investitionsmöglichkeit zur Finanzierung der erforderlichen Auszahlung *ceteris paribus* die Gefahr der Investition in ein unvorteilhaftes Projekt verbunden ist. Dieses „Überinvestitionsproblem“ ist jedoch nur ein Teilergebnis des Modells, das insgesamt als Weiterentwicklung desjenigen von *Myers* (1977) angesehen werden kann, welcher erstmals Auswirkungen der Finanzierung auf die Entscheidung über die Wahrnehmung einer Investitionsmöglichkeit und damit auf den Wert einer Unternehmung herausgearbeitet hat.

Ein Überinvestitionsproblem im Sinne der Gefahr von Investitionen in Projekte mit negativem Kapitalwert wird beispielsweise auch im Rahmen der Betrachtung des Agency-Problems bei Free Cash Flow erkennbar<sup>6</sup>. Dort ist für das Überinvestitionsproblem letztlich verantwortlich, daß das Investitionsvolumen unmittelbar in die Nutzenfunktion

---

<sup>3</sup> Vgl. dazu *Nippel* (1994).

<sup>4</sup> Einen Überblick über diese Literatur geben *Harris/Raviv* (1991).

<sup>5</sup> Vgl. *Pindyck* (1988).

<sup>6</sup> Vgl. *Jensen* (1986) und *ders.* (1989), *Stulz* (1990).

des Managements eingeht, d.h., die Unternehmensleitung per se an einer Maximierung der Unternehmensgröße interessiert ist. Dieser Aspekt spielt hier dagegen keine Rolle, statt dessen wird der Unternehmensleitung Maximierung ihres eigenen Vermögens unterstellt. Unter dieser Zielsetzung kann auch ein durch fremdfinanzierungsbedingte Fehlanreize hervorgerufen Problem der (Über-)Investition in riskante, aber unvorteilhafte Projekte auftreten<sup>7</sup>. Ursächlich hierfür ist einerseits die durch den Kreditvertrag vorgegebene asymmetrische Aufteilung der unsicheren Einzahlungsüberschüsse und andererseits eine Informationsasymmetrie nach Vertragsabschluß zwischen Kreditgebern und Unternehmensleitung, die darin besteht, daß erstere nicht beobachten können, in welche(s) Projekt(e) investiert wird. Die in dem vorliegenden Beitrag angenommene Informationsasymmetrie bezieht sich hingegen auf die Vorteilhaftigkeit des der Unternehmensleitung zur Verfügung stehenden Investitionsprojekts: Externe Kapitalgeber können (im Gegensatz zur Unternehmensleitung) nicht beobachten, ob das Projekt vorteilhaft ist oder nicht.

*Myers* (1977) zeigt, daß Investitionsentscheidungen auch in die entgegengesetzte Richtung verzerrt sein können, wenn bereits vor dem Zeitpunkt, zu dem investiert werden kann, eine Kreditfinanzierungsbeziehung begründet wurde, d.h., die Investitionsmöglichkeit teilweise fremdfinanziert wurde, und die Zahlungsverpflichtung gegenüber den Kreditgebern der Unternehmung erst nach dem Investitionszeitpunkt fällig ist. Diese (ausfallbedrohte) Zahlungsverpflichtung führt dazu, daß vorteilhafte Investitionsmöglichkeiten möglicherweise nicht wahrgenommen werden. Es besteht also ein „Unterinvestitionsproblem“<sup>8</sup>. Dabei sind die mit der Gefahr der Unterlassung vorteilhafter Investitionen verbundenen Wohlfahrtsverluste um so größer, je höher die Kreditverbindlichkeit der Unternehmung ist. *Myers* unterstellt in seiner Modellanalyse, daß die Unternehmensleitung im Interesse der Anteilseigner handelt. In der folgenden Untersuchung wird hingegen angenommen, der Entscheidungsträger in der Unternehmung handle im eigenen Interesse (und ist nicht zwingend der einzige Anteilseigner der Unternehmung). Auch wird die Informationsasymmetrie bezüglich der Vorteilhaftigkeit von Investitionsprojekten, anders als bei *Myers*, explizit modelliert. Diese Informationsasymmetrie eröffnet einerseits dem Entscheidungsträger in der Unternehmung einen diskretionären Handlungsspielraum zur

<sup>7</sup> Vgl. *Jensen/Meckling* (1976), S. 334 - 337, *Drukarczyk* (1981), S. 310, *Franke/Hax* (1994), S. 422 f.

<sup>8</sup> Ein anderes Unterinvestitionsproblem machen *Myers/Majluf* (1984) deutlich.

Verfolgung seiner Interessen und andererseits wirkt sie sich auch bei der Finanzierung der zur Wahrnehmung der Investitionsmöglichkeit erforderlichen Auszahlung aus. Im Ergebnis wird erkennbar, daß gerade durch die explizite Berücksichtigung der Informationsasymmetrie eine im Hinblick auf etwaige Wohlfahrtsverluste günstigere Lösung bei Kreditfinanzierung der Realloption als bei Myers möglich wird.

Zunächst wird in einem einfachen, dem folgenden Abschnitt II. zugrundeliegenden Modell gezeigt, daß durch geeignete Wahl der Finanzierung Wohlfahrtsverluste aus einer ineffizienten Investitionsentscheidung vollständig vermieden werden können. Dies ist möglich, indem das seit Myers (1977) bekannte Unterinvestitionsproblem und das hier herausgearbeitete Überinvestitionsproblem „gegeneinander ausgespielt“ werden. Die dazu geeignete Finanzierung ist durch einen ausfallbedrohten Kredit, der vor dem Zeitpunkt der Investitionsentscheidung aufgenommen wird, und eine weitere Kapitalaufnahme zur Finanzierung der erforderlichen Investitionsauszahlung gekennzeichnet. Nur wenn diese Finanzierung gewählt wird, wird die Realloption genau dann ausgeübt, wenn dies auch gesamtwirtschaftlich vorteilhaft ist. Der Wert der Realloption entspricht dann demjenigen, der in einer First-best-Welt ohne Informationsprobleme und daraus resultierenden Agency-Problemen anzusetzen wäre. Welche Folgerungen diese Modellergebnisse für erweiterte Fragestellungen zulassen, wird im Abschnitt III. diskutiert, jedoch ohne daß dabei auf eine formale Analyse zurückgegriffen wird. Den Abschluß der Arbeit bildet eine Zusammenfassung.

## II. Ein einfaches Investitions- und Finanzierungsproblem

### 1. Modellprämissen

Betrachtet wird ein Unternehmer, der im gegenwärtigen Zeitpunkt  $t_0$  in eine Realloption investieren kann. Diese Investition erfordert eine Anfangsauszahlung in Höhe von  $I_0 \geq 0$  und eröffnet die Möglichkeit, nach einer Periode, in  $t_1$ , erneut zu investieren (d.h. die Realloption auszuüben). Die Investition in  $t_1$  erfordert eine Auszahlung von  $I_1 > 0$  und besitzt einen Marktwert in Höhe von  $V_1$ .  $V_1$  ist zum Zeitpunkt  $t_0$  als eine Zufallsvariable anzusehen mit  $V_1 \in [V_1^{\min}, V_1^{\max}]$ . In  $t_0$  kennen alle Beteiligten nur die Wahrscheinlichkeitsverteilung von  $V_1$ . In  $t_1$  kennt nur der Unternehmer die Realisation von  $V_1$ , externe Kapitalgeber jedoch nicht. Damit nicht schon in  $t_0$  die zukünftige Entscheidung festgelegt werden kann und damit das Problem degeneriert, soll gelten  $V_1^{\min} < I_1 < V_1^{\max}$ .

Zur Vereinfachung der formalen Darstellung und ohne Einschränkung der Allgemeingültigkeit wird angenommen, daß der Zinssatz für sichere Anlagen null betrage. Weiterhin sei unterstellt, das Anfangsvermögen  $W_0$  des Unternehmers reiche nicht aus, um die Investitionsauszahlungen in den beiden Zeitpunkten  $t_0$  und  $t_1$  zu finanzieren:

$$(1) \quad I_0 + I_1 > W_0.$$

Es bedarf daher in mindestens einem Zeitpunkt der Beschaffung externen Kapitals, wenn in die Realoption investiert wird und diese später (in  $t_1$ ) auch ausgeübt wird.

## *2. Die Investitions- und Finanzierungsentscheidung im Fälligkeitszeitpunkt der Realoption*

Betrachtet wird zunächst die Entscheidung über die Ausübung der Realoption in  $t_1$  und die Finanzierung dieser Investition. Es sei  $B$  der Betrag externen Kapitals, der zur Finanzierung von  $I_1$  aufgenommen wird, die Differenz  $I_1 - B$  muß der Unternehmer demzufolge selbst aufbringen.  $\alpha$  sei der Anteil an dem Marktwert  $V_1$  der Unternehmung nach durchgeführter Investition, den der Unternehmer den externen Kapitalgebern im Gegenzug zu deren Kapitalbereitstellung einräumen muß. Unmittelbar naheliegend ist die Interpretation von  $\alpha$  als Beteiligungsquote. Aber auch im Rahmen einer Kreditaufnahme geht mit der Vereinbarung eines fixen Zahlungsverprechens de facto eine Aufteilung des Marktwertes der Unternehmung einher, die durch einen Anteil  $\alpha$  charakterisiert werden kann. Unabhängig von der Art der in  $t_1$  emittierten Finanzierungstitel stellt der Marktwert dieser Titel also einen Teil des Marktwertes der gesamten Unternehmung dar, für den gilt:

$$(2) \quad 0 < \alpha < 1.$$

Die (potentiellen) externen Kapitalgeber in  $t_1$  kennen annahmegemäß den tatsächlichen Marktwert der in diesem Zeitpunkt möglichen Investition nicht. Sie können nur einen Erwartungswert berechnen, wobei sie ihre Berechnung auf der von ihnen geschätzten A-priori-Verteilung von  $V_1$  gründen werden und auf der Tatsache, daß der Unternehmer nur dann ein Interesse an der Durchführung der Investition und damit an der Kapitalaufnahme hat, wenn dies sich auf der Basis seiner überlegenen Information und den zur Diskussion stehenden Finanzierungsbedingungen lohnt.

Mit der Binärvariablen  $d(\alpha, B)$  sei die Investitionsentscheidung des Unternehmers in Abhängigkeit von den Finanzierungsbedingungen  $\alpha$  und  $B$  verdeutlicht. Sei  $d(\alpha, B) = 1$ , wenn der Unternehmer die Investition durchführt, und  $d(\alpha, B) = 0$ , wenn die Investition unterlassen wird. Mit  $E(V_1 | d(\alpha, B) = 1)$  kann somit der von den Kapitalgebern geschätzte bedingte Erwartungswert von  $V_1$  bezeichnet werden, für den Fall, daß der Unternehmer bei gegebenen Finanzierungsbedingungen  $\alpha$  und  $B$  an der Durchführung der Investition interessiert ist<sup>9</sup>. In welcher Weise der Entscheidungskalkül des Unternehmers durch  $\alpha$  und  $B$  beeinflußt wird, ist später noch näher zu betrachten.

Weiterhin soll angenommen werden, daß die potentiellen Kapitalgeber risikoneutral sind, so daß gelten muß<sup>10</sup>

$$\alpha \cdot E(V_1 | d(\alpha, B) = 1) \geq B,$$

damit sie zu einer Kapitalbereitstellung in Höhe von  $B$  zur Finanzierung der Investition in  $t_1$  bereit sind. Bei hinreichendem Wettbewerb unter potentiellen Kapitalgebern wird diese Ungleichung im Gleichgewicht mit Gleichheit erfüllt sein. Es gilt somit als Partizipationsbedingung der Kapitalgeber:

$$(3) \quad \alpha \cdot E(V_1 | d(\alpha, B) = 1) = B.$$

Implizit wurde hier unterstellt, daß der Marktwert  $V_1$  nur auf die im Zeitpunkt  $t_1$  hinzutretenden Kapitalgeber und den Unternehmer selbst aufgeteilt wird, was voraussetzt, daß in  $t_0$  noch keine Finanzierungsbeziehung begründet wurde. Diese Annahme wird später aufgehoben.

Die Durchführung der Investition in  $t_1$  ist offensichtlich genau dann effizient (im Sinne von gesamtwirtschaftlich vorteilhaft), wenn:

$$(4) \quad V_1 > I_1.$$

---

<sup>9</sup> Die Sicherstellung der Durchführung der Investition nach erfolgter Kapitalaufnahme sei kein Problem.

<sup>10</sup> Die Annahme der Risikoneutralität erfolgt hier ohne Einschränkung der Allgemeingültigkeit. Risikoaversion ließe sich ohne weiteres in die Modellanalyse integrieren, indem zur Erwartungswertberechnung die sog. risikoneutralisierte Wahrscheinlichkeitsverteilung herangezogen wird. Dieses Verfahren ist aus der Optionspreistheorie bekannt und geht zurück auf *Cox/Ross* (1976), S. 153. Es findet sich in der Literatur auch bei einer der hier verfolgten Fragestellung ähnlichen Analyse; vgl. *Ingersoll/Ross* (1992), S. 4. Eindeutig determiniert ist die risikoneutralisierte Wahrscheinlichkeitsverteilung allerdings nur im Falle des vollständigen Kapitalmarktes.

Da  $V_1$  annahmegemäß nicht öffentlich beobachtbar ist, kann jedoch nicht sichergestellt werden, daß der Unternehmer, der die Investitionsentscheidung zu treffen hat, sich nach diesem Kriterium (4) richtet. Es ist vielmehr damit zu rechnen, daß er die Investition genau dann durchführt, wenn dies seine eigene Vermögensposition verbessert. Dies ist der Fall, wenn<sup>11</sup>:

$$(5) \quad \begin{aligned} (1 - \alpha) \cdot V_1 &> I_1 - B \Leftrightarrow \\ V_1 &> \frac{I_1 - B}{1 - \alpha}. \end{aligned}$$

Für den bedingten Erwartungswert von  $V_1$  aus der Sicht der Kapitalgeber gilt somit:

$$E(V_1 | d(\alpha, B) = 1) = E[V_1 | V_1 > (I_1 - B) / (1 - \alpha)].$$

Für  $E[V_1 | V_1 > (I_1 - B) / (1 - \alpha)]$  läßt sich allgemeingültig, d.h. unabhängig von der durch die Kapitalgeber zu schätzenden A-priori-Verteilung von  $V_1$  zeigen:

$$(6) \quad E[V_1 | V_1 > (I_1 - B) / (1 - \alpha)] > I_1.$$

Wäre das Gegenteil der Fall, also

$$E[V_1 | V_1 > (I_1 - B) / (1 - \alpha)] \leq I_1,$$

so erhält man durch Umformen und Einsetzen von (3):

$$\frac{I_1 - B}{1 - \alpha} \geq I_1.$$

Der Bruch auf der linken Seite der Ungleichung ist der Wert, den  $V_1$  mindestens erreichen muß, damit die Investition aus Sicht des Unternehmers vorteilhaft ist (vgl. (5)). Falls dieser Wert größer oder gleich  $I_1$  wäre, muß der bedingte Erwartungswert  $E[V_1 | V_1 > (I_1 - B) / (1 - \alpha)]$  streng größer sein als  $I_1$ . Die Annahme  $E[V_1 | V_1 > (I_1 - B) / (1 - \alpha)] \leq I_1$  kann also nicht erfüllt sein. Q. e. d.

<sup>11</sup> In der folgenden Bedingung ist implizit die Annahme enthalten, daß die Unternehmung neben dem Investitionsprojekt mit dem Marktwert  $V_1$  keine weiteren Aktiva besitzt, deren Wert im Rahmen der Kapitalaufnahme auf den Unternehmer und die externen Kapitalgeber aufgeteilt würde. Der Fall mit im Zeitpunkt  $t_1$  bereits vorhandenen Aktiva wird im Abschnitt III.3 angesprochen und ist Gegenstand der Analyse im Anhang.



Aus der somit als allgemeingültig erkannten Ungleichung (6) läßt sich ebenfalls durch Umformen und Einsetzen von (3) ableiten:

$$(7) \quad \frac{I_1 - B}{1 - \alpha} < I_1.$$

Das bedeutet, daß der Unternehmer auch bei solchen Realisationen des Marktwertes  $V_1$  investiert, die geringer sind als die erforderliche Auszahlung  $I_1$ . Zu ineffizienten Investitionen kommt es im Intervall

$$\frac{I_1 - B}{1 - \alpha} < V_1 < I_1.$$

Es besteht also ein „Überinvestitionsproblem“, welches aus dem Informationsnachteil der externen Kapitalgeber resultiert. Daß dieser zu einem Überinvestitionsproblem führt, läßt sich auch auf einem anderen Wege nachvollziehen: Die Kapitalgeber müssen über die Kapitalüberlassung auf der Basis eines geschätzten, durchschnittlichen Marktwertes des Investitionsprojekts entscheiden, der größer oder kleiner als der tatsächliche Wert sein kann. Diese Schätzung  $E(V_1 | d = 1)$  muß bei rationaler Erwartungsbildung auf seiten der Kapitalgeber streng größer sein als  $I_1$ . Denn für  $E(V_1 | d = 1) = I_1$  ist die Durchführung der Investition aus Sicht des Unternehmers genau dann vorteilhaft, wenn  $V_1 > I_1$  (vgl. (3) und (5)). Damit ist  $E(V_1 | d = 1) = I_1$  jedoch nicht vereinbar. Außerdem muß  $V_1$  um so größer sein, je kleiner  $E(V_1 | d = 1)$  ist, wenn sich die Investition für den Unternehmer lohnen soll, so daß  $E(V_1 | d = 1) \leq I_1$  ein Widerspruch zur Annahme rationaler Erwartungsbildung auf seiten der Kapitalgeber wäre.

Falls für den tatsächlichen Wert der Investition  $V_1$  gilt:  $V_1 > E(V_1 | d = 1) > I_1$ , fällt den Kapitalgebern bei Durchführung der Investition ein Vermögenszuwachs in Höhe von  $\alpha \cdot [V_1 - E(V_1 | d = 1)]$  zu. Um diesen Betrag vermindert sich der Vermögenszuwachs für den Unternehmer (im Vergleich zur Situation ohne Informationsasymmetrie). Es erfolgt also eine Vermögensverschiebung. Dies führt jedoch nicht dazu, daß eine vorteilhafte Investition aus Sicht des Unternehmers unvorteilhaft erscheint und daher unterlassen wird. Sein Vermögenszuwachs beträgt:

$$V_1 - I_1 - \alpha \cdot [V_1 - E(V_1 | d = 1)] > 0 \quad \text{wegen} \quad V_1 - I_1 > V_1 - E(V_1 | d = 1) \\ \text{und} \quad 0 < \alpha < 1.$$

Falls  $V_1 < E(V_1 | d = 1)$ , erleiden die Kapitalgeber einen Vermögensverlust in Höhe von  $\alpha \cdot [E(V_1 | d = 1) - V_1]$ , dem eine Erhöhung des

Vermögenszuwachses des Unternehmers in gleicher Höhe gegenübersteht. Vorteilhafte Investitionen mit einem Wert  $V_1$ , für den gilt  $I_1 < V_1 < E(V_1 | d = 1)$ , werden also auf jeden Fall durchgeführt, unvorteilhafte Investitionen (mit  $V_1 < I_1$ ) jedoch möglicherweise auch, weil der Verlust in Höhe von  $I_1 - V_1$  aus der Durchführung einer solchen Investition für den Unternehmer durch die Vermögensverschiebung von den Kapitalgebern zum Unternehmer überkompensiert werden kann. Dies ist der Fall, wenn

$$I_1 - V_1 < \alpha \cdot [E(V_1 | d = 1) - V_1].$$

Letztlich ist also für das Überinvestitionsproblem die Tatsache verantwortlich, daß die Konditionen für die Kapitalüberlassung u.U. „zu gut“ für den Unternehmer sein können (falls  $V_1 < E(V_1 | d = 1)$ ), so daß es zu einer Vermögensverschiebung von den Kapitalgebern zum Unternehmer kommt, die ein eigentlich unvorteilhaftes Projekt für den Unternehmer vorteilhaft erscheinen lassen kann<sup>12</sup>.

Im „Durchschnitt“ sind bei der unterstellten rationalen Erwartungsbildung der Kapitalgeber die Konditionen der Kapitalüberlassung jedoch richtig gewählt, so daß die aus dem Überinvestitionsproblem resultierenden Wohlfahrtsverluste<sup>13</sup> der Unternehmer selbst trägt. Die Kapitalgeber sichern sich einen *erwarteten* Vermögenszuwachs von null (vgl. (3)). Der erwartete Vermögenszuwachs des Unternehmers<sup>14</sup> ist geringer als im Fall der Informationssymmetrie, in dem die Kapitalgeber in *jedem* einzelnen Zustand (bei jeder Realisation von  $V_1$ ) einen Vermögenszuwachs von null realisieren.

Bei Informationssymmetrie gilt als Partizipationsbedingung der Kapitalgeber  $\alpha \cdot V_1 = B$ , so daß für den erwarteten Vermögenszuwachs des Unternehmers gilt:

<sup>12</sup> Eine damit vergleichbare Subventionierung von schlechten Projekten durch gute im Gesamtmarktzusammenhang mit der Folge der Überinvestition findet sich bei *De Meza/Webb* (1987).

<sup>13</sup> Möglicherweise könnte die Informationsasymmetrie bezüglich  $V_1$  durch ein Signaling oder im Rahmen einer Self-Selection behoben werden (Vgl. hierzu den Überblicksaufsatz von *Thakor* (1991)). Damit entfielen auch die Wohlfahrtsverluste aus einer Überinvestition, es wären statt dessen jedoch Signaling-Kosten zu berücksichtigen, die bei einem dissipativen Signaling ebenfalls Wohlfahrtsverluste darstellen. Eine Erweiterung des vorliegenden Modells dergestalt, daß ein Separating-Gleichgewicht durch Signaling oder Self-Selection erreicht werden könnte, soll hier jedoch nicht betrachtet werden.

<sup>14</sup> Auch dem Unternehmer wird hier Risikoneutralität unterstellt. Andernfalls müßte die Berechnung des Erwartungswertes auf der risikoneutralisierten Wahrscheinlichkeitsverteilung von  $V_1$  basieren; vgl. Fußnote 10.

$$E[(1 - \alpha) \cdot V_1 - I_1 + B | V_1 > I_1] = E[V_1 - I_1 | V_1 > I_1].$$

Bei der unterstellten asymmetrischen Informationsverteilung errechnet sich der erwartete Vermögenszuwachs des Unternehmers unter Rückgriff auf die Partizipationsbedingung (3) der Kapitalgeber mit:

$$E[(1 - \alpha) \cdot V_1 - I_1 + B | V_1 > (I_1 - B)/(1 - \alpha)] = \\ E[V_1 - I_1 | V_1 > (I_1 - B)/(1 - \alpha)].$$

Wegen

$$(vgl. 7) \quad \frac{I_1 - B}{1 - \alpha} < I_1$$

gilt

$$E[V_1 - I_1 | V_1 > I_1] > E[V_1 - I_1 | V_1 > (I_1 - B)/(1 - \alpha)].$$

Der Vermögenszuwachs des Unternehmers bei Informationsasymmetrie (rechte Seite der letzten Ungleichung) ist also kleiner als im Falle symmetrischer Informationsverteilung (linke Seite der Ungleichung). Ursache hierfür ist, daß bei Informationsasymmetrie die Durchführung einer ineffizienten Investition, die *ex post* für den Unternehmer vorteilhaft ist, nicht verhindert werden kann. Aufgrund der Nullgewinnbedingung der Kapitalgeber kann der Unternehmer sich die gesamte erwartete Quasi-Rente  $E(V_1 - I_1 | \cdot)$  aus der Investition aneignen, wobei der Erwartungswert im Falle der Informationsasymmetrie aus den genannten Gründen auch über negative Realisationen der Quasi-Rente, nämlich solche im Intervall

$$\frac{I_1 - B}{1 - \alpha} - I_1 < V_1 - I_1 < 0$$

zu bilden ist. Der Unternehmer stünde also besser da, wenn er sich ex ante (d.h. vor Realisation von  $V_1$  und Kapitalaufnahme) binden könnte, eine ineffiziente Investition *nicht* durchzuführen. Die Möglichkeit zu einer solchen Selbstbindung wird erkennbar, wenn die Modellanalyse im folgenden vervollständigt wird.

### 3. Auswirkungen einer vor Fälligkeit der Realoption begründeten Kreditfinanzierungsbeziehung

Unvollständig ist die bisherige Analyse insofern, als die (Finanzierungs-)Entscheidung, die in  $t_0$  zu treffen ist, noch nicht einbezogen wurde. Bezüglich der daher vorzunehmenden Erweiterung soll schrittweise vorgegangen werden. Zunächst wird unterstellt, die Investition in  $t_0$ , d.h. die Investition in die Investitionsmöglichkeit, solle durchgeführt werden, so daß nur noch über Finanzierungsmaßnahmen zu diesem Zeitpunkt zu entscheiden ist. Im Anschluß daran ist zu prüfen, welches Kriterium erfüllt sein muß, damit die Investition in  $t_0$  vorteilhaft ist, gegeben, daß alle anderen, zukünftigen Entscheidungen optimal gefällt werden.

Grundsätzlich hat der Unternehmer in  $t_0$  die Möglichkeit, sowohl einen Kredit als auch externes Beteiligungskapital aufzunehmen. Eine Beteiligungsfinanzierung führt allein dazu, daß der Anteil des Unternehmers am Marktwert der Unternehmung in  $t_1$  im Falle einer Investition in diesem Zeitpunkt kleiner ist als ohne Kapitalaufnahme in  $t_0$ . Insofern gehen von der Beteiligungsfinanzierung in  $t_0$  qualitativ keine anderen Effekte aus als von der zuvor schon dargestellten Kapitalaufnahme in  $t_1$ . Daher wird auf die Betrachtung dieser Finanzierungsalternative in  $t_0$  völlig verzichtet und vereinfachend angenommen, in  $t_0$  würde *nur* eine Kreditaufnahme in Erwägung gezogen.

Eine Kreditaufnahme im Zeitpunkt  $t_0$  in Höhe von  $K$  geht einher mit der Vereinbarung einer Zahlung an die Kreditgeber in Höhe von  $R$  (= Zinsen und Tilgung), welche (unmittelbar) nach  $t_1$  fällig sei<sup>15</sup>. Der Kreditbetrag  $K$  verringert den erforderlichen Kapitaleinsatz des Unternehmers zur Finanzierung der Investitionsauszahlung  $I_0$ , d.h. des Preises der Realoption. Zur Vereinfachung sei angenommen, daß ein eventueller Überschuß des in  $t_0$  insgesamt verfügbaren Kapitals  $W_0 + K$  über die erforderliche Investitionsauszahlung  $I_0$  nicht innerhalb der Unternehmung investiert oder in der Kasse gehalten wird, sondern im Privatvermögen des Unternehmers verbleibt<sup>16</sup>. Nimmt man weiterhin an, daß der

<sup>15</sup> Diese Annahme dient der Vereinfachung der Analyse, da somit die Höhe der tatsächlich an die Kreditgeber fließenden Zahlung nur von der Investitionsentscheidung in  $t_1$  und der Höhe von  $V_1$  abhängig ist, nicht jedoch von einer weiteren Entwicklung des Marktwertes im Zeitablauf. Zum Stellenwert dieser Annahme vgl. Abschnitt III.2.

<sup>16</sup> Auf der gleichen Prämisse beruht die Analyse von Myers, vgl. Myers (1977), S. 152. Die Konsequenzen der Aufhebung dieser Annahme werden in Abschnitt III.3 diskutiert.

Unternehmer nur beschränkt haftet, so können die Kreditgeber nach  $t_1$  nur dann mit einer Zahlung rechnen, wenn zuvor die Realoption ausgeübt wurde, so daß der Marktwert  $V_1$  realisiert wird. Erfolgt in  $t_1$  keine Investition, ist die Unternehmung wertlos, und die Kreditgeber gehen leer aus.

Zu betrachten ist nun, wie die Kreditfinanzierung, d.h. insbesondere das Zahlungsverprechen in Höhe von  $R$ , die Investitionsentscheidung in  $t_1$  beeinflusst. Wenn der Unternehmer den Investitionsbetrag  $I_1$  in  $t_1$  vollständig aus seinem Privatvermögen  $W_0 - I_0 + K$  finanzieren müßte (und könnte), würde er nur dann investieren, wenn der zu realisierende Marktwert  $V_1$ , vermindert um die Zahlungsverpflichtung gegenüber den Kreditgebern, größer ist als die erforderliche Auszahlung:

$$V_1 - R > I_1.$$

Bei einem positiven  $R$  käme es somit zu dem bereits von *Myers* (1977) herausgearbeiteten „Unterinvestitionsproblem“. Auch dieses hat seine Ursache letztlich in der Informationsasymmetrie bezüglich  $V_1$ . Nur wenn  $V_1$  öffentlich beobachtbar wäre, könnte durch vertragliche Vereinbarungen sichergestellt werden, daß genau dann investiert wird, wenn  $V_1 > I_1$ .

Wenn hingegen auch in  $t_1$  externe Kapitalgeber zur Finanzierung von  $I_1$  herangezogen werden (müssen), so wie dies bereits weiter oben Grundlage der Analyse der Investitionsentscheidung in diesem Zeitpunkt war, so wird der Unternehmer genau dann investieren, wenn:

$$(8) \quad (1 - \alpha) \cdot (V_1 - R) > I_1 - B \Leftrightarrow \\ V_1 > \frac{I_1 - B}{1 - \alpha} + R.$$

Vorausgesetzt wurde hierbei lediglich, daß die in  $t_0$  begründete Kreditgeberforderung im Rang vor den Ansprüchen der im Zeitpunkt  $t_1$  hinzutretenden Kapitalgeber steht und fällig wird, bevor  $V_1$  einer stochastischen Veränderung unterliegen kann. Die Zahlung in Höhe von  $R$  ist also sicher, wenn die Investition in  $t_1$  durchgeführt wird (wegen  $(I_1 - B) / (1 - \alpha) > 0$ ).

Das durch die Ungleichung (8) beschriebene Entscheidungskriterium des Unternehmers offenbart, daß durch geeignete Wahl von  $R$  die effiziente Investitionsentscheidung sichergestellt werden kann. Dazu ist  $R$  so zu wählen, daß:

$$(9) \quad R = R^* \equiv I_1 - \frac{I_1 - B}{1 - \alpha}.$$

Setzt man diesen Wert für  $R$  in das Entscheidungskriterium (8) des Unternehmers ein, so erhält man

$$V_1 > I_1,$$

die Bedingung für eine aus gesamtwirtschaftlicher Sicht vorteilhafte Investition<sup>17</sup>.

Da  $0 \leq (I_1 - B)/(1 - \alpha) < I_1$  (vgl. (7)) ist der Wert  $R^*$ , der die effiziente Investitionsentscheidung in  $t_1$  sicherstellt, positiv und nicht größer als  $I_1$ :

$$0 < R^* \leq I_1.$$

Wird  $R = R^*$  gemäß (9) gewählt, heben sich gewissermaßen das durch die Informationsasymmetrie in  $t_1$  bedingte Überinvestitionsproblem und das kreditfinanzierungsspezifische Unterinvestitionsproblem gegenseitig genau auf. Die Bestimmung von  $R^*$  erfordert jedoch die Antizipation der Konditionen der in  $t_1$  erfolgenden Kapitalaufnahme, d.h. der Werte für  $\alpha$  und  $B$ . Der Anteil  $\alpha$ , der von den Kapitalgebern in  $t_1$  gefordert wird, hängt wiederum von dem gewählten  $R$  ab, da  $R$  die Investitionsentscheidung des Unternehmers und damit den bedingten Erwartungswert  $E[(V_1 | d(\alpha, B) = 1)]$  determiniert. Somit erfordern Aussagen zur Höhe von  $R^*$  im Rahmen einer komparativ-statischen Analyse eine Gleichgewichtsbetrachtung.

Damit in  $t_1$  Kapitalgeber bereit sind, Kapital in Höhe von  $B$  bereitzustellen, muß als Partizipationsbedingung erfüllt sein:

$$\alpha \cdot [E(V_1 | d(\alpha, B) = 1) - R] = B.$$

Bei Wahl von  $R = R^*$  wird genau dann investiert, wenn  $V_1 > I_1$ . Dies ist von den Kapitalgebern in  $t_1$  bei ihrer Erwartungsbildung bezüglich  $V_1$ , gegeben die Entscheidung für Kapitalaufnahme und Investition in diesem Zeitpunkt, zu berücksichtigen. Es gilt somit im Gleichgewicht mit  $R = R^*$ :

---

<sup>17</sup> Die effiziente Investitionsentscheidung kann auch sichergestellt werden, wenn der Unternehmer kein eigenes Kapital in  $t_1$  einsetzt, d.h.  $I_1 = B$ , vorausgesetzt, er ist zumindest in geringem Umfang am Marktwert der Unternehmung beteiligt. Für  $I_1 = B$  und  $\alpha < 1$  gilt  $R^* = I_1$ .

$$(10) \quad E(V_1 | d(\alpha, B) = 1) = E(V_1 | V_1 > I_1) = \frac{1}{1 - F(I_1)} \cdot \int_{I_1}^{V_1^{\max}} V_1 f(V_1) dV_1,$$

wobei  $f(V_1)$  und  $F(V_1)$  für die Dichtefunktion resp. die Verteilungsfunktion der A-priori-Verteilung von  $V_1$  stehen.

Im Gleichgewicht, in dem es weder zu Unter- noch zu Überinvestition kommt, ist der bedingte Erwartungswert  $E(V_1 | V_1 > I_1)$  somit nur von  $I_1$  und der A-priori-Verteilung von  $V_1$  abhängig.

Offensichtlich gilt:

$$(11) \quad E(V_1 | V_1 > I_1) > \overline{I_1},$$

und wegen  $I_1 \geq R^*$  kann gefolgert werden:

$$(12) \quad E(V_1 | V_1 > I_1) > R^*.$$

Für die im Gleichgewicht relevante Partizipationsbedingung der in  $t_1$  hinzutretenden Kapitalgeber erhält man:

$$(13a) \quad \alpha \cdot [E(V_1 | V_1 > I_1) - R^*] = B \text{ oder}$$

$$(13b) \quad \alpha = \frac{B}{E(V_1 | V_1 > I_1) - R^*}.$$

Durch Einsetzen von  $B$  aus der Partizipationsbedingung (13a) in den Ausdruck (9) für den Wert für  $R$ , der die effiziente Investitionsentscheidung sicherstellt, erhält man

$$(14) \quad R^* = \alpha \cdot [E(V_1 | V_1 > I_1) - I_1].$$

Substituiert man hingegen  $\alpha$  in (9) durch den Ausdruck in (13b), so erhält man folgende implizite Funktion:

$$(15) \quad R^* \cdot ([E(V_1 | V_1 > I_1)] - R^*) - B \cdot [E(V_1 | V_1 > I_1) - I_1] = 0.$$

Implizites Differenzieren und anschließendes Einsetzen von (14) ergibt

$$\begin{aligned} \frac{dR^*}{dB} &= \frac{E(V_1 | V_1 > I_1) - I_1}{E(V_1 | V_1 > I_1) - 2 \cdot R^*} \\ &= \frac{E(V_1 | V_1 > I_1) - I_1}{[E(V_1 | V_1 > I_1) - R^*] - \alpha \cdot [E(V_1 | V_1 > I_1) - I_1]}. \end{aligned}$$

Unter Verwendung von (11), (12) sowie der Ungleichungen  $I_1 \geq R^*$  und  $\alpha < 1$  läßt sich erkennen:

$$(16) \quad \frac{dR^*}{dB} > 0.$$

Eine höhere Kapitalaufnahme in  $t_1$  geht im Gleichgewicht ohne Fehl-anreize demnach einher mit einem höheren, in  $t_0$  begründeten Zahlungs-versprechen  $R$  gegenüber Kreditgebern. Das läßt sich auch intuitiv leicht begründen. Eine höhere Kapitalaufnahme in  $t_1$  (ein höheres  $B$ ) verschärft c.p. das damit einhergehende Überinvestitionsproblem. Um hierzu eine Kompensation zu schaffen, muß die bereits in  $t_0$  zu vereinbarende Kreditverbindlichkeit steigen, was seinerseits c.p. zu einem verschärften Unterinvestitionsproblem führen würde.

Empirisch prinzipiell testbar ist auch der Zusammenhang zwischen dem bedingten Erwartungswert  $E(V_1 | V_1 > I_1)$  und dem Zahlungs-versprechen  $R^*$ . Ebenfalls durch implizites Differenzieren der Funktion (15) erhält man:

$$\frac{dR^*}{dE(V_1 | V_1 > I_1)} = \frac{B - R^*}{E(V_1 | V_1 > I_1) - 2 \cdot R^*}.$$

Nach Einsetzen der Partizipationsbedingung (13a) der Kapitalgeber in  $t_1$  sowie des Ausdrucks (14) für  $R^*$  läßt sich unter Rückgriff auf  $I_1 \geq R^*$  zeigen, daß diese Ableitung niemals negativ ist:

$$(17) \quad \frac{dR^*}{dE(V_1 | V_1 > I_1)} = \frac{B - R^*}{E(V_1 | V_1 > I_1) - 2 \cdot R^*} \\ = \frac{\alpha \cdot (I_1 - R^*)}{[E(V_1 | V_1 > I_1) - R^*] - \alpha \cdot [E(V_1 | V_1 > I_1) - I_1]} \geq 0.$$

Man erkennt daher, daß  $R^*$  um so größer gewählt werden muß, je höher der bedingte Erwartungswert  $E(V_1 | V_1 > I_1)$  ist (es sei denn, die Obergrenze  $R^* = I_1$  ist bereits erreicht). Dieser bedingte Erwartungswert ist ökonomisch gesehen der in  $t_0$  (d.h. vor Realisation von  $V_1$ ) anzusetzende Wert der Investitionsmöglichkeit im Zeitpunkt  $t_1$ , wenn sichergestellt ist, daß genau dann investiert wird, falls  $V_1 > I_1$ . Da der Unternehmer etwaige Wohlfahrtsverluste aus Über- oder Unterinvestition selbst tragen müßte, ist davon auszugehen, daß er im eigenen Interesse  $R = R^*$  wählen wird, so daß er sich bei seiner Investitionsentscheidung am Effizienzkriterium  $V_1 > I_1$  orientiert. Somit kann als Hypothese formuliert werden, daß das Zahlungsversprechen einer Unternehmung gegenüber ihren Kreditgebern um so höher sein dürfte, je größer der



Wert ihrer zukünftigen Investitionsmöglichkeiten, d.h., je größer der Wert der von ihr gehaltenen Realoptionen ist (bewertet wie in der First-best-Welt ohne Informationsasymmetrie).

Die absolute Höhe von  $B$  und  $R^*$  ist determiniert durch den Kapitalbedarf in Verbindung mit der Partizipationsbedingung der Kreditgeber. Es müssen die beiden Budgetbedingungen

$$I_0 \leq W_0 + K \text{ und}$$

$$I_1 = W_0 - I_0 + K + B$$

erfüllt sein, wobei  $K$  für den in  $t_0$  aufgenommenen Kreditbetrag steht. Die Partizipationsbedingung der Kreditgeber bestimmt den funktionalen Zusammenhang zwischen  $K$  und  $R^*$ :

$$(18) \quad [1 - F(I_1)] \cdot R^* = K.$$

Mit der Wahrscheinlichkeit  $[1 - F(I_1)]$  wird bei Wahl von  $R = R^*$  in  $t_1$  investiert, wobei der Marktwert der Investition  $V_1 > I_1 > R^*$  beträgt. Mit dieser Wahrscheinlichkeit erhalten die Kreditgeber die vereinbarte Zahlung in Höhe von  $R^*$ , mit der Gegenwahrscheinlichkeit erfolgt keine Investition, der Marktwert der Unternehmung ist gleich null, und es kann keine Befriedigung der Kreditgeber erfolgen.

#### 4. Die Entscheidung über die Investition in die Realoption

Nach der Bestimmung der Finanzierungsbedingungen, die eine effiziente Investitionsentscheidung in  $t_1$  sicherstellen und die Budgetbedingungen erfüllen, ist im logisch letzten Schritt zu klären, ob die Investition in  $t_0$  in die Investitionsmöglichkeit aus Sicht des Unternehmers unter diesen Finanzierungsbedingungen vorteilhaft ist. Dies ist der Fall, wenn sein erwarteter Vermögenszuwachs im Zeitpunkt  $t_1$  größer ist als der von ihm aufzubringende Kapitalbetrag zur Finanzierung der Investition  $I_0$  in  $t_0$ :

$$E[(1 - \alpha) \cdot (V_1 - R^*) - I_1 + B | V_1 > I_1] > I_0 - K.$$

Hieraus läßt sich unter Verwendung der Partizipationsbedingungen der Kapitalgeber in  $t_1$  (13a) und der Kreditgeber in  $t_0$  (18) als Kriterium für die Vorteilhaftigkeit der Investition in  $t_0$  in die Realoption ableiten:

$$(19) \quad E[V_1 - I_1 | V_1 > I_1] > I_0.$$

Diese Bedingung besagt, daß der in  $t_0$  anzusetzende Wert der Investitionsmöglichkeit im Zeitpunkt  $t_1$ , d.h. der Gegenwartswert der Realoption, größer sein muß als die zum Erwerb der Realoption erforderliche Anfangsauszahlung. Dabei kann in diesem Modell *mit* Informationsasymmetrie der Wert der Realoption so berechnet werden, *als ob* keine Informationsprobleme existierten, d.h. unter der Annahme, daß genau dann investiert wird, wenn dies (wegen  $V_1 > I_1$ ) die effiziente Alternative ist. Der Grund hierfür liegt in der Möglichkeit, durch die zu verschiedenen Zeitpunkten abzuschließenden Finanzierungsverträge entgegengesetzt wirkende Fehlanreize per saldo zu neutralisieren.

Wenn durch eine derartig geeignete Wahl der Finanzierung sichergestellt ist, daß die Realoption genau dann ausgeübt wird, wenn dies gesamtwirtschaftlich vorteilhaft ist, kann der Gegenwartswert der Realoption (d.h. der bedingte Erwartungswert auf der linken Seite von (19)) nicht negativ sein. Eine Realoption, die nichts kostet ( $I_0 = 0$ ), ist somit für den Unternehmer stets vorteilhaft, wenn (und nur wenn) per saldo keine Fehlanreize wirksam werden.

### III. Diskussion möglicher Modellerweiterungen

#### 1. *Komplexere Investitionsmöglichkeiten*

Eine mögliche Modellerweiterung besteht in der Berücksichtigung mehrerer Realoptionen, deren Ausübungszeitpunkte sich unterscheiden. Dann besteht das Problem, in jedem zukünftigen Ausübungszeitpunkt eine effiziente Investitionsentscheidung sicherzustellen. Dazu gilt es, die jeweils gegebenen Über- und Unterinvestitionsanreize des Unternehmers möglichst gut gegeneinander auszubalancieren. Wie die Finanzierung auszusehen hat, die dies leistet, und ob in jedem Zeitpunkt ein *vollständiger* Ausgleich der Fehlanreize erreicht werden kann, wird hier nicht weiter untersucht. Zu vermuten ist jedoch, daß die Unternehmung zu jedem Zeitpunkt Kreditverbindlichkeiten aufweisen sollte, damit Überinvestitionsanreize, die aus der Kapitalaufnahme unter Informationsasymmetrie zur Finanzierung der Investitionsauszahlung resultieren, zumindest teilweise kompensiert werden. Eine Verschuldung der Unternehmung ist unter Anreizgesichtspunkten also solange vorteilhaft, wie sie noch Realoptionen hält, die nicht vollständig aus dem Vermögen der Unternehmensleitung finanziert werden (können).

Unrealistisch ist auch die Annahme, eine (jede) Realoption könne nur zu einem bestimmten zukünftigen Zeitpunkt ausgeübt werden. Hebt man

diese Annahme auf, so ist die Finanzierung im Zeitablauf so zu gestalten, daß die Ausübung der Realloption möglichst im optimalen Zeitpunkt erfolgt. Der optimale Zeitpunkt (im Sinne von First best) ist ex ante unsicher, wenn der durch die Investition realisierbare Marktwertzuwachs einem stochastischen Prozeß unterliegt. Es läßt sich zeigen, daß der optimale Investitionszeitpunkt erreicht ist, wenn der realisierbare Marktwertzuwachs einen bestimmten Wert übersteigt, der *streng größer* ist als die erforderliche Investitionsauszahlung<sup>18</sup>. Somit ist in jedem Zeitpunkt (vor dem letztmöglichen Ausübungstermin der Realloption) ein gewisser Unterinvestitionsanreiz im Vergleich zur myopisch optimalen Investitionspolitik geradezu notwendig. Die Gestaltung der Finanzierung hat daher unter dem Aspekt zu erfolgen, daß der Unternehmer sich bei seiner Entscheidung nicht an dem Kriterium  $V_t > I_t$ , sondern an  $V_t > b_t \cdot I_t$  mit  $b_t > 1$  orientieren sollte, wobei die Reihe der  $b_t$  aus dem Programm zur Bestimmung der optimalen Investitionspolitik zu ermitteln ist<sup>19</sup>. Somit kann in jedem Zeitpunkt die Kreditverbindlichkeit höher sein, als wenn die Realloption *nur* zu dem jeweiligen Zeitpunkt ausgeübt werden kann.

## 2. Das Risikoanreizproblem

Wenn der Unternehmer in einem zukünftigen Zeitpunkt zwischen verschiedenen Investitionsmöglichkeiten wählen kann, besteht im Zusammenhang mit einer bestehenden Kreditverbindlichkeit auch das sogenannte Risikoanreizproblem<sup>20</sup>. Darunter versteht man den Anreiz für den nur am Residuum beteiligten Unternehmer, ein Investitionsprojekt mit höherem Risiko durchzuführen, selbst wenn dieses einen (etwas) geringeren Marktwert aufweist als ein weniger riskantes. Ursache für dieses Moral-hazard-Problem der Kreditfinanzierung ist die Möglichkeit zur Vermögensverschiebung von den Kreditgebern zu den Eigenkapitalgebern durch die Erhöhung des Risikos. Um eine solche Vermögensverschiebung im obigen Modell berücksichtigen zu können, müßte von der Annahme abgewichen werden, die Kreditgeber bekämen die vereinbarte Zahlung in Höhe von  $R$  mit Sicherheit, wenn in ein Projekt mit  $V > I \geq R$  investiert wird. Es müßte z.B. die Möglichkeit berücksichtigt werden, daß der Marktwert  $V$  der Investition einer stochastischen Verän-

<sup>18</sup> Vgl. z.B. Dixit/Pindyck (1994), Kap. 5.

<sup>19</sup> Nur unter bestimmten Stationaritätsannahmen, die den Modellen zur Bestimmung des optimalen Investitionszeitpunkts in der Regel zugrunde liegen, ist  $b_t$  über alle  $t$  konstant.

<sup>20</sup> Vgl. z.B. Green/Talmor (1986).

derung unterliegt, noch bevor die Forderung der Kreditgeber fällig ist. Dies allein würde jedoch nichts an den grundsätzlichen Ergebnissen der vorangegangenen Modellanalyse ändern<sup>21</sup>. Die Möglichkeit für den Unternehmer, in dem zukünftigen Zeitpunkt zwischen verschiedenen Projekten zu wählen, die sich hinsichtlich des stochastischen Prozesses von  $V$  unterscheiden, führt nun jedoch zu dem bekannten Risikoanreizproblem<sup>22</sup>, dessen Ausprägung von der Kreditgeberforderung  $R$  abhängt<sup>23</sup>. Um die mit dem Risikoanreizproblem verbundenen Wohlfahrtsverluste zu minimieren, wäre demnach auf eine Kreditfinanzierung zu verzichten. Da eine positive Verschuldung, genauer gesagt: die damit verbundene Zahlungsverpflichtung der Unternehmung, jedoch auch erforderlich ist, um Wohlfahrtsverluste im Zusammenhang mit der Entscheidung über die Durchführung von Investitionen zu vermeiden, dürfte demzufolge ein Trade-off bestehen. Es ist in gewissem Umfang eine Überinvestitionsgefahr (im Sinne von Abschnitt II.2) hinzunehmen, um die Risikoanreizproblematik zu begrenzen.

### 3. *Assets in Place*

Wenn die Unternehmung im Zeitpunkt  $t_1$  neben der dann fälligen Realoption bereits Aktiva besitzt (sog. „Assets in Place“, vgl. *Myers* (1977), S. 150), so ist deren Wert im Rahmen der betrachteten Finanzierungsentscheidungen von Bedeutung und kann sich somit auch auf die Investitionsentscheidung auswirken. Im Rahmen einer Kapitalaufnahme in  $t_1$  zur Finanzierung der Investitionsauszahlung  $I_1$  werden die externen Kapitalgeber nicht nur an dem Wert  $V_1$  des (neuen) Investitionsprojekts beteiligt, sondern auch an dem Wert der bereits vorhandenen sonstigen Aktiva (soweit diese nicht im Rahmen einer Vermögensumschichtung zur Finanzierung der Investitionsauszahlung herangezogen werden). Solange jedoch (zumindest)  $V_1$  weiterhin als für die Kapitalgeber unbeobachtbar angenommen wird, kennen diese auch den Gesamtwert der Unternehmung nach Investition nicht. Sie müssen daher ihre Entscheidung über die Kapitalhergabe auf der Basis eines geschätzten Wertes treffen, mit der Konsequenz, daß – wie schon in Abschnitt II.2 analy-

<sup>21</sup> Ein formaler Beweis dieser Behauptung kann interessierten Lesern auf Wunsch vom Autor zur Verfügung gestellt werden.

<sup>22</sup> Ein Risikoanreiz kann auch schon bei der Wahl eines Investitionsprogramms im Zeitpunkt  $t = 0$  bestehen, wobei sich diese Wahl auch auf die zukünftige Entscheidung über die Wahrnehmung einer Investitionsmöglichkeit auswirken kann. Vgl. dazu *Ewert* (1995).

<sup>23</sup> Dieser Zusammenhang muß nicht monoton sein; vgl. *Kürsten* (1995), S. 536 ff.

siert – die von den Kapitalgebern geforderten Konditionen aus Sicht des Unternehmers „zu gut“ sein können und für diesen die Investition sich daher u.U. auch lohnen kann, wenn sie gesamtwirtschaftlich unvorteilhaft ist. Das aus der isoliert betrachteten, in  $t_1$  entstehenden Finanzierungsbeziehung resultierende Überinvestitionsproblem bleibt also erhalten<sup>24</sup>.

Betrachtet man isoliert die Kreditfinanzierung im Zeitpunkt  $t_0$  und die aus dem Rückzahlungsversprechen  $R$  in  $t_1$  resultierenden Wirkungen, so ist unmittelbar einsichtig, daß hiervon kein Einfluß auf die Investitionsentscheidung in  $t_1$  ausgeht, wenn die Zahlung von  $R$  *sicher* ist, d.h. das Vermögen in der Unternehmung auch dann zur Befriedigung der Gläubiger ausreicht, wenn nicht investiert wird. Fehlanreize können von der Kreditaufnahme in  $t_0$  nur dann ausgehen, wenn der vereinbarte Rückzahlungsbetrag  $R$  hinreichend groß ist, so daß das Vermögen der Unternehmung kleiner ist als die Forderung der Kreditgeber, wenn die Realoption *nicht* ausgeübt wird. In diesem Fall bleibt das in Abschnitt II.3 beschriebene Unterinvestitionsproblem erhalten. Ein Teil des Marktwertzuwachses der Unternehmung bei Investition in  $t_1$  fällt dann den Kreditgebern zu, womit eine gesamtwirtschaftlich vorteilhafte Investition u.U. aus Sicht des Unternehmers nicht vorteilhaft ist (vorausgesetzt, er finanziert die Auszahlung  $I_1$  nur aus seinem Privatvermögen und dem im Entscheidungszeitpunkt vorhandenen Vermögen der Unternehmung).

Betrachtet man die Möglichkeit, sowohl in  $t_0$  einen Kredit aufzunehmen als auch in  $t_1$  (erneut) externes Kapital zu beschaffen, so lassen sich wieder Finanzierungen beschreiben, durch die die effiziente Investitionsentscheidung in  $t_1$  sichergestellt werden kann. Wenn insgesamt nur wenig externes Kapital benötigt wird, kann allein auf die Kreditaufnahme in  $t_0$  zurückgegriffen werden, vorausgesetzt, die dabei zu vereinbarende Zahlung an die Kreditgeber in  $t_1$  ist kleiner als das Vermögen der Unternehmung ohne Investition in  $t_1$ . (Eine weitere Kapitalaufnahme in  $t_1$  würde in diesem Fall die Gefahr der Überinvestition nach sich ziehen.) Ist eine höhere Kapitalaufnahme erforderlich, so ist diese auf die beiden Zeitpunkte  $t_0$  und  $t_1$  zu verteilen, damit sich Unter- und Überinvestitionsgefahr per saldo gegenseitig aufheben.

---

<sup>24</sup> Ein formaler Beweis dieser und der folgenden Behauptungen findet sich im Anhang.

#### IV. Zusammenfassung

Auf einem vollkommenen Kapitalmarkt mit symmetrischer Informationsverteilung gilt das Modigliani/Miller-Theorem der Irrelevanz der Finanzierung. Dieses läßt sich auch auf den Wert von Realoptionen übertragen. Außerhalb der idealen Modigliani/Miller-Welt erlangt die Finanzierung jedoch in vielfältiger Hinsicht Relevanz, so z.B. durch die von ihr ausgehenden Verhaltensanreize unter Informationsasymmetrie. Insbesondere auch der Wert von Realoptionen (der in der Realität stets einen Teil des Unternehmenswertes ausmacht), ist bei asymmetrischer Informationsverteilung nicht unabhängig von der Finanzierung der Unternehmung. Gerade die Bewertung von Realoptionen kommt nicht ohne die Berücksichtigung zukünftiger Entscheidungen aus. In Zukunft ist insbesondere zu entscheiden, ob die Realoption ausgeübt werden soll. Der Gegenwartswert einer Realoption hängt daher in offensichtlicher Weise davon ab, inwieweit diese zukünftige Entscheidung durch Fehlanreize beeinflusst wird. Derartige Fehlanreize können bei Informationsasymmetrie wirksam werden und sind durch die Finanzierung, d.h. durch die Beziehungen zwischen den Kapitalgebern und dem Entscheidungsträger in der Unternehmung determiniert. Wenn finanzierungsbedingte Fehlanreize dazu führen, daß eine Realoption ausgeübt wird, d.h. eine zukünftige Investitionsmöglichkeit wahrgenommen wird, obwohl dies nicht vorteilhaft ist (oder umgekehrt), ist der Gegenwartswert dieser Realoption geringer als in einer First-best-Welt ohne Informationsasymmetrien.

Die bei der Bewertung von Realoptionen relevanten Fehlanreize resultieren aus zwei<sup>25</sup> Quellen. Zum einen wirkt sich bei der Entscheidung über die Ausübung einer Realoption eine im Entscheidungszeitpunkt bereits bestehende Kreditfinanzierungsbeziehung nachteilig aus (Unterinvestitionsproblem). Diese Problematik wurde bereits von *Myers* (1977) herausgearbeitet. Zum anderen erwachsen aber auch aus einer im Entscheidungszeitpunkt zur Finanzierung der erforderlichen Investitionsauszahlung neu entstehenden Finanzierungsbeziehung Fehlanreize. Um das mit dieser Finanzierungsbeziehung verbundene Überinvestitionsproblem wurde das Modell von *Myers* im Rahmen dieses Beitrags erweitert. Interessanterweise zeigte sich, daß durch eine geeignete Gestaltung der Finanzierung im Zeitablauf erreicht werden kann, daß die verschiedenen Fehlanreize sich gegenseitig genau aufheben. Somit kann sichergestellt

---

<sup>25</sup> Beide hier herausgearbeiteten Quellen lassen sich letztlich auf die eine Informationsasymmetrie bezüglich  $V$  zurückführen.

werden, daß die Realloption genau dann und nur dann ausgeübt wird, wenn dies gesamtwirtschaftlich betrachtet vorteilhaft ist. Die hierzu erforderliche Finanzierung ist durch eine Kreditaufnahme in einem Zeitpunkt vor Fälligkeit der Realloption und eine weitere Kapitalaufnahme zur Finanzierung der bei Ausübung erforderlichen Auszahlung gekennzeichnet. Nur wenn diese zur Kompensation der Fehlanreize führende Finanzierung gewählt wird, kann die Realloption so bewertet werden, wie bei Abwesenheit von Informationsasymmetrien.

Die Bestimmung der Finanzierung, bei der per saldo keine Fehlanreize wirksam werden und demzufolge die Bewertung der Realloption wie in der First-best-Welt erfolgen kann, ist im Rahmen der vereinfachenden Modellannahmen kein Problem. Nicht explizit untersucht wurde jedoch, ob eine derartige Finanzierung auch dann existiert, wenn das Modell durch Erweiterungen realitätsnäher gestaltet wird. So wären insbesondere die in Abschnitt III.1 diskutierten Investitionsmöglichkeiten, die zu verschiedenen Zeitpunkten ausgeübt werden können, zu berücksichtigen. Wenn es nach dieser Modellerweiterung nicht gelingt, die Verfolgung der optimalen Investitionspolitik durch eine bestimmte Finanzierung sicherzustellen, oder die in Abschnitt III.2 diskutierte Einbeziehung des Risikoanreizproblems dies unvorteilhaft erscheinen läßt, sind die Gegenwartswerte der Realoptionen stets kleiner als in einer First-best-Welt ohne Informationsasymmetrie. Die mittels der Ansätze in der Literatur zur Bestimmung des optimalen Investitionszeitpunkts<sup>26</sup> abzuleitenden Werte von Realoptionen stellen dann nur die Obergrenze der (Markt-) Werte der von der Unternehmung gehaltenen Realoptionen dar. Die tatsächlichen Werte sind unter Berücksichtigung des durch Informationsasymmetrie und Fehlanreize geprägten Investitionsverhaltens in Abhängigkeit von der Finanzierung zu bestimmen.

## Anhang

Eine Vereinfachung stellte im Rahmen der Modellanalyse des Abschnitts II. die Annahme dar, die Unternehmung bestünde bis zu einer eventuellen Investition im Zeitpunkt  $t_1$  ausschließlich aus der Realoption. Möglich ist aber auch, daß bereits in  $t_0$  Aktiva erworben werden (die dann zum Zeitpunkt  $t_1$  „Assets in Place“ darstellen). Der einfachste derartige Fall besteht in der Durchführung einer sicheren Anlage in  $t_0$ , die sich zum annahmegemäß null betragenden Zinssatz für derartige

---

<sup>26</sup> Vgl. Dixit/Pindyck (1994).

Anlagen verzinst. Nur dieser Fall soll hier untersucht werden. Der in  $t_0$  in der Unternehmung angelegte Betrag sei mit  $C$  bezeichnet. Er kann höchstens so groß sein, wie das in diesem Zeitpunkt insgesamt verfügbare Kapital  $W_0 + K$ , abzüglich der Auszahlung zum Erwerb der Reoption:

$$C \leq W_0 + K - I_0.$$

Eine etwaige positive Differenz  $W_0 + K - I_0 - C \equiv W_1$  verbleibt im Privatvermögen des Unternehmers und steht diesem in  $t_1$  für Investitionszwecke zur Verfügung.

Unter Berücksichtigung des (Geld-)Vermögens der Unternehmung in Höhe von  $C \geq 0$  im Zeitpunkt  $t_1$  lassen sich jedoch qualitativ ähnliche Schlüsse für die Investitionsentscheidung in  $t_1$  ableiten wie schon in Abschnitt II.

Wenn *nur* in  $t_1$  externes Kapital (in Höhe von  $B$ ) aufgenommen würde, so wäre die Durchführung der Investition in diesem Zeitpunkt, d.h. die Ausübung der Reoption, für den Unternehmer genau dann vorteilhaft, wenn

$$(1) \quad (1 - \alpha) \cdot [V_1 + \text{Max}(C - I_1 + B, 0)] + [W_1 - \text{Max}(I_1 - B - C, 0)] > W_1 + C.$$

Hierin steckt die Annahme, daß die Investitionsauszahlung  $I_1$  soweit wie möglich aus dem Vermögen  $C$  der Unternehmung und dem externen Kapital  $B$  finanziert wird. Nur wenn diese Summe nicht ausreicht ( $I_1 > B + C$ ), greift der Unternehmer auf sein Privatvermögen zurück.

Die Bedingung (1) läßt sich weiter vereinfachen, wenn zwei Fälle unterschieden werden:

a)  $C - I_1 + B > 0$ ,  
so daß für (1) folgt:

$$(1.a) \quad (1 - \alpha) \cdot [V_1 + C - I_1 + B] > C \Leftrightarrow \\ V_1 > \frac{\alpha}{1 - \alpha} \cdot C - B + I_1.$$

Zwischen  $\alpha$  und  $B$  läßt sich ein funktionaler Zusammenhang durch die Partizipationsbedingung der Kapitalgeber spezifizieren:

$$(2) \quad \frac{B}{\alpha} = E[V_1 + C - I_1 + B | V_1 + C - I_1 + B > C / (1 - \alpha)].$$



Für den hier relevanten bedingten Erwartungswert gilt:

$$E[V_1 + C - I_1 + B | V_1 + C - I_1 + B > C/(1 - \alpha)] > C/(1 - \alpha),$$

so daß aus der Partizipationsbedingung (2) folgt:

$$\frac{B}{\alpha} > \frac{C}{1 - \alpha} \Leftrightarrow B > \frac{\alpha}{1 - \alpha} \cdot C.$$

Man erkennt somit, daß die rechte Seite der Vorteilhaftigkeitsbedingung (1.a) kleiner als  $I_1$  ist, es besteht also die Gefahr der Überinvestition.

$$b) C - I_1 + B \leq 0,$$

so daß für (1) folgt:

$$(1.b) \quad (1 - \alpha) \cdot V_1 - I_1 + B + C > C \Leftrightarrow \\ V_1 > \frac{I_1 - B}{1 - \alpha}.$$

Dies entspricht der in Abschnitt II. bereits analysierten Bedingung, so daß auch in dem Fall b) wieder auf die Gefahr der Überinvestition geschlossen werden kann.

Wenn *nur* in  $t_1$  externes Kapital aufgenommen wird, resultiert also stets das bereits beschriebene Überinvestitionsproblem.

Wenn hingegen *nur* in  $t_0$  ein Kredit aufgenommen wird, so lautet das Kriterium für die Vorteilhaftigkeit der Investition in  $t_1$  aus Sicht des Unternehmers:

$$(3) [V_1 + \text{Max}(C - I_1, 0) - R] + [W_1 - \text{Max}(I_1 - C, 0)] > W_1 + \text{Max}(C - R, 0).$$

Hierbei ist berücksichtigt, daß die Kreditgeber keine Ausfallgefahr hinnehmen müssen, wenn der vereinbarte Rückzahlungsbetrag  $R$  hinreichend klein ist ( $R \leq C$ ). Um die Bedingung (3) genauer zu analysieren, müssen vier Fälle unterschieden werden:

$$a) C < R \text{ und } C > I_1$$

so daß für (3) folgt:

$$(3.a) \quad V_1 + C - I_1 - R > 0 \Leftrightarrow \\ V_1 > I_1 + R - C.$$

Aus der Definition des Falls a) ergibt sich, daß die Differenz der letzten beiden Summanden auf der rechten Seite von (3.a) positiv ist ( $R - C > 0$ ). Es besteht also die Gefahr der Unterinvestition.

$$b) C < R \text{ und } C \leq I_1,$$

so daß für (3) folgt:

$$(3.b) \quad \begin{aligned} V_1 - R - (I_1 - C) &> 0 \Leftrightarrow \\ V_1 &> I_1 + R - C. \end{aligned}$$

Auch hier gilt wieder  $R - C > 0$ , so daß gleichermaßen die Gefahr der Unterinvestition besteht.

$$c) C \geq R \text{ und } C > I_1,$$

so daß für (3) folgt:

$$(3.c) \quad \begin{aligned} V_1 + C - I_1 - R &> C - R \Leftrightarrow \\ V_1 &> I_1. \end{aligned}$$

In diesem Fall, in dem der Kredit nicht ausfallgefährdet ist, wird also genau dann investiert, wenn dies auch gesamtwirtschaftlich vorteilhaft ist. Das gleiche gilt auch für den letzten zu analysierenden Fall:

$$d) C \geq R \text{ und } C \leq I_1$$

so daß für (3) folgt:

$$(3.d) \quad \begin{aligned} V_1 - R - (I_1 - C) &> C - R \Leftrightarrow \\ V_1 &> I_1. \end{aligned}$$

Man kann daher zusammenfassen, daß bei ausschließlicher Kreditaufnahme in  $t_0$  keine Fehlanreize bei der Investitionsentscheidung des Unternehmers wirksam werden, wenn der vereinbarte Rückzahlungsbeitrag  $R$  klein genug ist, so daß er auch dann mit Sicherheit geleistet werden kann, wenn in  $t_1$  nicht erneut investiert wird ( $R \leq C$ ). Wenn hingegen der Betrag  $R$  größer ist ( $R > C$ ), werden Fehlanreize wirksam, die in die Gefahr der Unterinvestition münden.

Wenn sowohl eine Kreditaufnahme in  $t_0$  als auch eine weitere Aufnahme externen Kapitals in  $t_1$  erfolgt, so gilt als Kriterium für die Vorteilhaftigkeit der Investition in  $t_1$  aus Sicht des Unternehmers:

$$(4) \quad (1 - \alpha) \cdot [V_1 + \text{Max}(C - I_1 + B, 0) - R] + [W_1 - \text{Max}(I_1 - B - C, 0)] \\ > W_1 + \text{Max}(C - R, 0).$$

Auch hier lassen sich wieder vier Fälle unterscheiden, die verdeutlichen, daß durch geeignete Wahl der Finanzierung im Zeitablauf die effiziente Investitionsentscheidung sichergestellt werden kann:

a)  $C < R$  und  $C - I_1 + B > 0$ ,  
so daß für (4) folgt:

$$(4.a) \quad (1 - \alpha) \cdot [V_1 + C - I_1 + B - R] > 0 \Leftrightarrow \\ V_1 > I_1 - C - B + R.$$

Die effiziente Investitionsentscheidung ist hier gesichert, wenn  $R - C - B = 0$ .

b)  $C < R$  und  $C - I_1 + B \leq 0$ ,  
so daß für (4) folgt:

$$(4.b) \quad (1 - \alpha) \cdot [V_1 - R] - [I_1 - B - C] > 0 \Leftrightarrow \\ V_1 > \frac{I_1 - B - C}{1 - \alpha} + R.$$

Die effiziente Investitionsentscheidung ist hier gesichert, wenn

$$\frac{I_1 - B - C}{1 - \alpha} + R = I_1.$$

c)  $C \geq R$  und  $C - I_1 + B > 0$ ,  
so daß für (4) folgt:

$$(4.c) \quad (1 - \alpha) \cdot [V_1 + C - I_1 + B - R] > C - R \Leftrightarrow \\ V_1 > \frac{\alpha}{1 - \alpha} \cdot (C - R) + I_1 - B.$$

Aus der Partizipationsbedingung der Kapitalgeber in  $t = 1$  folgt

$$\frac{B}{\alpha} = E \left[ V_1 + C - I_1 + B - R \mid V_1 + C - I_1 + B - R > \frac{C - R}{1 - \alpha} \right] > \frac{C - R}{1 - \alpha},$$

und somit

$$B > \frac{\alpha}{1 - \alpha} \cdot (C - R).$$

Diese Ungleichung zeigt, daß die rechte Seite von (4.c) *kleiner* ist als  $I_1$ . In diesem Fall c) ist demnach das Überinvestitionsproblem unvermeidlich. Der Grund dafür liegt darin, daß wegen des sicheren Kredits ( $C \geq R$ ) keine kreditfinanzierungsbedingte Unterinvestitionsproblematik besteht, durch welche das durch die Kapitalaufnahme in  $t = 1$  hervorgerufene Überinvestitionsproblem kompensiert werden könnte. Das gleiche gilt auch für den letzten denkbaren Fall:

d)  $C \geq R$  und  $C - I_1 + B \leq 0$ ,  
so daß für (4) folgt:

$$(4.d) \quad (1 - \alpha) \cdot [V_1 - R] - [I_1 - B - C] > C - R \Leftrightarrow \\ V_1 > \frac{I_1 - B - R}{1 - \alpha} + R.$$

Aus der Partizipationsbedingung der Kapitalgeber in  $t = 1$  folgt hier:

$$\frac{B}{\alpha} = E \left[ V_1 - R \mid V_1 - R > \frac{I_1 - B - R}{1 - \alpha} \right] > \frac{I_1 - B - R}{1 - \alpha},$$

und somit (nach einigen Umformungen)

$$B > \alpha \cdot (I_1 - R).$$

Aufgrund dieser Ungleichung läßt sich auch hier zeigen, daß die rechte Seite von (4.d) kleiner ist als  $I_1$ :

$$\frac{I_1 - B - R}{1 - \alpha} + R < I_1 \Leftrightarrow$$

$$\frac{I_1 - B - R}{1 - \alpha} < I_1 - R \Leftrightarrow$$

$$B > \alpha \cdot (I_1 - R). \quad \text{Q. e. d.}$$

Wieder ist das Überinvestitionsproblem aufgrund der „zu kleinen“ Zahlungsverpflichtung gegenüber den Kreditgebern unvermeidlich.

Zusammenfassend läßt sich also auch unter der hier betrachteten Modellerweiterung zeigen, daß durch die geeignete Wahl der Finanzierung die effiziente Investitionsentscheidung sichergestellt werden kann. Dabei muß entweder die Zahlungsverpflichtung gegenüber den Kreditgebern klein genug sein ( $R \leq C$ ) und auf eine weitere Kapitalaufnahme in  $t=0$  verzichtet werden. Oder die Zahlungsverpflichtung gegenüber den

Kreditgebern muß groß genug sein, so daß die Position der Kreditgeber nicht sicher ist ( $R > C$ ), und in  $t = 1$  hat eine weitere Kapitalaufnahme zu erfolgen. Welche Finanzierung im speziellen Einzelfall zur Sicherstellung der effizienten Investitionsentscheidung zu wählen ist, d.h., welcher der oben betrachteten Fälle, in denen eine dazu geeignete Finanzierung gefunden werden konnte, der relevante ist, muß in Verbindung mit den Finanzierungsbedingungen

$$I_0 \leq W_0 + K \text{ und}$$

$$I_1 \leq W_1 + B + C$$

simultan bestimmt werden.

### Literatur

Cox, John C./Ross, Stephen A. (1976): The Valuation of Options for Alternative Stochastic Processes. In: Journal of Financial Economics, Vol. 3, S. 145 - 166. – De Meza, David/Webb, David C. (1987): Too Much Investment: A Problem of Asymmetric Information. In: Quarterly Journal of Economics, Vol. 102, S. 281 - 292. – Dixit, Avinash K./Pindyck, Robert S. (1994): Investment under Uncertainty, Princeton. – Drukarczyk, Jochen (1981): Verschuldung, Konkursrisiko, Kreditverträge und Marktwert von Aktiengesellschaften. In: Kredit und Kapital, 14. Jg., S. 287 - 319. – Eble, Stefan/Völker, Rainer (1993): Die Behandlung von Optionen in der betrieblichen Investitionsrechnung. In: Die Unternehmung, 47. Jg., S. 407 - 418. – Ewert, Ralf (1995): Unternehmenswachstum und Unternehmensrisiko – Eine agency-theoretische Betrachtung. In: Bühner, Rolf/Haase, Dittmar/Wilhelm, Jochen (Hrsg.), Die Dimensionierung des Unternehmens, S. 149 - 175. Stuttgart. – Franke, Günter/Hax, Herbert (1994): Finanzwirtschaft des Unternehmens und Kapitalmarkt, 3. Aufl., Berlin u.a. – Green, Richard C./Talmor, Eli (1986): Asset Substitution and the Agency Cost of Debt Financing. In: Journal of Banking and Finance, Vol. 10, S. 391 - 399. – Harris, Milton/Raviv, Artur (1991): The Theory of Capital Structure. In: Journal of Finance, Vol. 46, S. 297 - 355. – Ingersoll, Jonathan E./Ross, Stephen A. (1992): Waiting to Invest: Investment and Uncertainty. In: Journal of Business, Vol. 65, S. 1 - 29. – Jensen, Michael C. (1986): Agency Costs of Free Cash Flow, Corporate Finance, and Takeovers. In: American Economic Review, Papers & Proceedings, Vol. 76, S. 323 - 329. – Ders. (1989): Eclipse of the Public Corporation. In: Harvard Business Review, Vol. 67 (5), S. 61 - 74. – Jensen, Michael C./Meckling, William H. (1976): Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure. In: Journal of Financial Economics, Vol. 3, S. 305 - 360. – Kürsten, Wolfgang (1995): Risky Debt, Managerial Ownership and Capital Structure: New Fundamental Doubts on the Classical Agency Approach. In: Journal of Institutional and Theoretical Economics, Vol. 151, S. 526 - 555. – Laux, Christian (1993): Handlungsspielräume im Leistungsbereich des Unternehmens: Eine Anwendung der Optionspreistheorie. In: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 45. Jg., S. 933 - 958. – Myers, Stewart C. (1977): Determinants of Corporate Borrowing. In: Journal of Financial Economics,

Vol. 5, S. 147 - 175. – *Myers, Stewart C./Majluf, Nicolas S. (1984): Corporate Financing and Investment Decisions when Firms Have Informations That Investors Do Not Have. In: Journal of Financial Economics, Vol. 13, S. 187 - 221.* – *Nippel, Peter (1994): Stellungnahme zu: Eble, Stefan/Völker, Rainer: Die Behandlung von Optionen in der betrieblichen Investitionsrechnung; Die Unternehmung, 47. Jg. (1993), S. 407 - 418. In: Die Unternehmung, 48. Jg. (1994), S. 149 - 152.* – *Pindyck, Robert S. (1988): Irreversible Investment, Capacity Choice, and the Value of the Firm. In: American Economic Review, Vol. 78, S. 969 - 985.* – *Stulz, René M. (1990): Managerial Discretion and Optimal Financing Policies. In: Journal of Financial Economics, Vol. 26, S. 3 - 27.* – *Thakor, Anjan V. (1991): Game Theory in Finance. In: Financial Management, Vol. 20, No. 1, S. 71 - 94.*

## Zusammenfassung

### Die Finanzierung von Realoptionen unter Informationsasymmetrie

In einem Modell mit Informationsasymmetrie zwischen der Unternehmensleitung und externen Kapitalgebern werden die von der Finanzierung ausgehenden Anreize auf die Entscheidung über die Ausübung einer Realoption, d.h. die Wahrnehmung einer Investitionsmöglichkeit betrachtet. Dabei wird berücksichtigt, daß Finanzierungsbeziehungen in dem Zeitpunkt der Investition in die Realoption und dem der möglichen Ausübung begründet werden können. Mit diesen Finanzierungsbeziehungen können entgegengesetzte Anreize auf das Investitionsverhalten der Unternehmensleitung einhergehen. Es zeigt sich, daß bei geeigneter Gestaltung der Finanzierung sichergestellt werden kann, daß die Realoption genau dann ausgeübt werden kann, wenn dies auch gesamtwirtschaftlich vorteilhaft ist. Somit entstehen also trotz Informationsasymmetrie keine Wohlfahrtsverluste. Im Anschluß an die eigentliche Modellanalyse wird diskutiert, inwieweit dieses Ergebnis robust gegenüber möglichen Erweiterungen ist.

## Summary

### Financing Real Options in an Environment of Asymmetric Information

A model based on asymmetric information between the management of a corporation and external investors discusses the incentives that emanate from financing and influence decision-making on whether to exercise a real option, i.e. to make use of an opportunity for investment. It is taken into account that a financing relationship may come into existence at the time of investment in a real option and the time of the possible exercise of the option. Such financing relations may be associated with countervailing incentives on the corporate management's investment behaviour. It turns out that an appropriately shaped financing scheme would allow the real option to be exercised precisely if it is efficient. This shows that welfare losses do not occur in spite of asymmetric information. The model analysis is followed by a discussion of the question to what extent this result is robust in a scenario of possible expansions.

## Résumé

### **Le financement d'options réelles dans une situation d'asymétrie d'informations**

L'auteur examine ici les incitations financières à la décision d'exercer une option réelle c'est-à-dire à saisir une possibilité d'investissement dans un modèle où les informations sont asymétriques entre la direction de l'entreprise et les donneurs externes de capitaux. Il considère que des rapports de financement peuvent être justifiés au moment de l'investissement en option réelle et au moment de l'exercice possible. Avec ces rapports de financement, il peut y avoir des incitations opposées sur le comportement de la direction de l'entreprise face aux investissements. On voit que, si la structure du financement est adéquate, on peut garantir l'option réelle, si économiquement opportune. Malgré l'asymétrie des informations, cela ne cause donc pas de pertes de bien-être. Après l'analyse du modèle, l'auteur examine si ce résultat est encore valable lorsqu'on élargit le modèle.