

Betriebswirtschaftliche Forschungsergebnisse

---

Band 118

# Sequentielle Investitionsentscheidungen unter Unsicherheit

Von

Gunther Friedl



Duncker & Humblot · Berlin

GUNTHER FRIEDL

Sequentielle Investitionsentscheidungen  
unter Unsicherheit

# Betriebswirtschaftliche Forschungsergebnisse

Begründet von

Prof. Dr. Dres. h. c. Erich Kosiol †

Fortgeführt von

Prof. Dr. Dr. h. c. Knut Bleicher, Prof. Dr. Klaus Chmielewicz, Prof. Dr. Günter Dlugos,  
Prof. Dr. Dres. h. c. Erwin Grochla, Prof. Dr. Heinrich Kloidt, Prof. Dr. Heinz Langen,  
Prof. Dr. Siegfried Menrad, Prof. Dr. Ulrich Pleiß, Prof. Dr. Ralf-Bodo Schmidt,  
Prof. Dr. Werner Vollrodt, Prof. Dr. Dres. h. c. Eberhard Witte

Herausgegeben von

Prof. Dr. Marcell Schweitzer  
Eberhard-Karls-Universität Tübingen

in Gemeinschaft mit

Prof. Dr. Franz Xaver Bea  
Eberhard-Karls-Universität Tübingen

Prof. Dr. Erich Frese  
Universität zu Köln

Prof. Dr. Oskar Grün  
Wirtschaftsuniversität Wien

Prof. Dr. Dr. h. c. Jürgen Hauschildt  
Christian-Albrechts-Universität Kiel

Prof. Dr. Wilfried Krüger  
Justus-Liebig-Universität Gießen

Prof. Dr. Hans-Ulrich Küpper  
Ludwig-Maximilians-Universität München

Prof. Dr. Dieter Pohmer  
Eberhard-Karls-Universität Tübingen

Prof. Dr. Henner Schierenbeck  
Universität Basel

Prof. Dr. Dr. h. c. Norbert Szyperski  
Universität zu Köln

Prof. Dr. Ernst Troßmann  
Universität Hohenheim

Prof. Dr. Dr. h. c. Rütger Wossidlo  
Universität Bayreuth

**Band 118**

# Sequentielle Investitionsentscheidungen unter Unsicherheit

Von

Gunther Friedl



Duncker & Humblot · Berlin

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

**Friedl, Gunther:**

Sequentielle Investitionsentscheidungen unter Unsicherheit /

Gunther Friedl. – Berlin : Duncker und Humblot, 2001

(Betriebswirtschaftliche Forschungsergebnisse ; Bd. 118)

Zugl.: München, Univ., Diss., 2000

ISBN 3-428-10372-6

Alle Rechte vorbehalten

© 2001 Duncker & Humblot GmbH, Berlin

Fremddatenübernahme: Klaus-Dieter Voigt, Berlin

Druck: Berliner Buchdruckerei Union GmbH, Berlin

Printed in Germany

ISSN 0523-1027

ISBN 3-428-10372-6

Gedruckt auf alterungsbeständigem (säurefreiem) Papier  
entsprechend ISO 9706 ☹

## Geleitwort

Investitionen werden in der Betriebswirtschaftslehre vor allem aus finanzwirtschaftlicher Sicht analysiert. Die Probleme ihrer Steuerung und Kontrolle wurden bisher nur wenig untersucht, obwohl sie in vielen Wirtschaftszweigen beispielsweise bei Netzbetreibern oder in Forschung und Entwicklung eine maßgebliche Rolle spielen. Mit der Sequenz von Entscheidungen greift der Verfasser einen zentralen Aspekt dieses wichtigen Problemfeldes auf. Die Analyse der mit einer Investition verbundenen Folge von Entscheidungen öffnet zugleich den Blick dafür, dass dieser Prozess Entscheidungsoptionen enthält, die den Wert der Investition erhöhen. Damit wird ein Tatbestand einbezogen, der aus Sicht der Optionspreistheorie in den Vordergrund der neueren wissenschaftlichen Diskussion gerückt ist.

Im Unterschied zum traditionellen Vorgehen werden das Investitionsproblem und die bei ihm zu bewältigende Unsicherheit aus der Sichtweise des gesamten Investitionsprozesses behandelt. Dies ist einerseits im Hinblick auf die bestehenden Entscheidungsinterdependenzen sowie die Erfassung der Unsicherheit theoretisch interessant. Andererseits besitzen die Ergebnisse der Arbeit eine praktische Bedeutung, weil sie eine Verknüpfung der finanzwirtschaftlichen mit der realwirtschaftlichen Perspektive ermöglichen.

Die Arbeit von Herrn Friedl führt die Forschung zur Investition in beeindruckender Weise weiter. Ausgehend von einer systematischen Abgrenzung der Phasen des Investitionsprozesses, wie sie z. B. für F&E-Projekte, Erdölexplorationen oder Unternehmensgründungen typisch sind, werden Entscheidungsmodelle für die Investitionsphasen erweitert und miteinander verknüpft. In souveräner Nutzung des analytischen Instrumentariums werden Erkenntnisse zur Bestimmung des optimalen Investitionszeitpunktes, der Handlungsoptionen in Bau- sowie Betriebsphase und der Beziehungen zwischen diesen Entscheidungen erarbeitet. Dadurch lässt sich zeigen, welche Bedeutung ihre Berücksichtigung für den Investitionswert besitzt und wie sich dieser mit dem entwickelten Ansatz bestimmen lässt. Zudem wird der Einfluss wichtiger Determinanten wie der erwarteten Preisänderungsrate, der Länge der Bauzeit oder variabler Investitionsauszahlungen aufgezeigt. Anhand eines Duopolmodells wird die Analyse auch auf die Wirkungen von Wettbewerb ausgeweitet.

Mit dieser Arbeit gelingt es, das betriebswirtschaftliche Instrumentarium zu Analyse und Fundierung von Investitionen einen wesentlichen Schritt

weiterzuführen. Ihre Ergebnisse lassen sich einerseits zur Untermauerung von Investitionsentscheidungen nutzen, andererseits werden mit ihnen interessante qualitative Einsichten eröffnet.

München, im Herbst 2000

*Prof. Dr. Hans-Ulrich Küpper*

## Vorwort

Reale Investitionen sind mit einer Vielzahl unterschiedlicher Entscheidungen verbunden. Diese Entscheidungen hängen in hohem Maße voneinander ab. Die anfängliche Investitionsentscheidung muss die Möglichkeit, nachfolgende Entscheidungen treffen zu können, berücksichtigen. Diese Tatsache wird dann besonders relevant, wenn Einzahlungen aus Investitionsprojekten erst in ferner Zukunft erwartet werden, wenn also zwischen der anfänglichen Investitionsentscheidung und dem Absatz von Produkten eine lange Zeitspanne liegt. In diesem Fall spielt Unsicherheit über Preise, Nachfrage oder Verhalten von Wettbewerbern und die Möglichkeit, darauf reagieren zu können, eine wichtige Rolle.

Mit dem sequentiellen Charakter von Investitionsentscheidungen unter Unsicherheit beschäftigt sich diese Untersuchung. Dazu werden Modelle entwickelt, die auf optionspreis- und spieltheoretischen Erkenntnissen beruhen und damit sowohl die Unsicherheit über Preise und Nachfrage als auch das Verhalten von Wettbewerbern in die Analyse miteinbeziehen können. Mit diesen Modellen lässt sich der Einfluss zahlreicher Determinanten auf Investitionsentscheidungen analysieren.

Die vorliegende Arbeit wurde im Februar 2000 von der Fakultät für Betriebswirtschaftslehre der Ludwig-Maximilians-Universität München als Dissertation angenommen. Sie entstand während meiner Tätigkeit am dortigen Institut für Produktionswirtschaft und Controlling. Besonders herzlich danken möchte ich meinem Doktorvater, Prof. Dr. Hans-Ulrich Küpper, für die ausgezeichnete fachliche und persönliche Betreuung. Er stand für Diskussionen stets zur Verfügung und gab zahlreiche wichtige Anregungen im Entstehungsprozess dieser Arbeit. Zu einem fruchtbaren Arbeitsklima an seinem Institut trugen nicht zuletzt die regelmäßigen Doktorandenseminare bei, in denen neben intensiven wissenschaftlichen Diskussionen auch sportliche Aktivitäten nicht zu kurz kamen. Sehr herzlich danken möchte ich auch Prof. Dr. Bernd Rudolph für die Übernahme des Zweitgutachtens sowie einige hilfreiche Anregungen.

Ohne die anregende und kollegiale Arbeitsatmosphäre hätte das Erstellen dieser Arbeit nur halb so viel Spaß gemacht. Für diese waren meine Kolleginnen und Kollegen verantwortlich, denen ich ebenfalls zu großem Dank verpflichtet bin. Dr. Andreas Mengele fungierte als einer der Ideengeber in der Anfangsphase dieser Arbeit. Markus Deliano danke ich für wichtige

Hinweise bei der Umsetzung des numerischen Lösungsverfahrens. Bei der Optimierung mit Standardsoftware unterstützte mich mein zeitweiliger Zimmernachbar Michael Gutierrez. Dr. Christian Hilz bin ich für einige Verbesserungsvorschläge dankbar. Dr. Burkhard Pedell schließlich hat mir durch ausführliche Diskussionen und seine kenntnisreichen Kommentare zu einer früheren Fassung des Manuskripts sehr geholfen.

Sehr herzlich danken möchte ich meinen Eltern für ihre über all die Jahre gewährte kontinuierliche Unterstützung, die mir meine umfangreiche Ausbildung erst ermöglichte. Neben ihnen gebührt der größte Dank meiner Frau Carolin. Sie hat mir in allen Phasen immer wieder Rückhalt und Kraft gegeben.

München, im Herbst 2000

*Gunther Friedl*

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Problemstellung und Gang der Untersuchung</b> .....	15
<b>2. Grundlagen der Bewertung sequentieller Investitionsprojekte unter Unsicherheit</b> .....	17
2.1 Zeitaspekte in der Investitionstheorie .....	17
2.2 Kennzeichnung sequentieller Investitionsprojekte .....	19
2.2.1 Mehrstufigkeit und zeitliche Interdependenz als konstitutive Merkmale sequentieller Investitionsprojekte .....	19
2.2.2 Irreversibilität und sequentielle Investitionsprojekte .....	20
2.2.3 Entscheidungsprobleme bei sequentiellen Investitionsprojekten ..	21
2.3 Determinanten sequentieller Investitionsentscheidungen .....	25
2.3.1 Zielgrößen als Grundlage für sequentielle Investitionsentscheidungen .....	25
2.3.2 Arten der Unsicherheit bei sequentiellen Investitionsprojekten ..	26
2.4 Eignung verschiedener Verfahren zur Bewertung sequentieller Investitionsprojekte unter Unsicherheit .....	28
2.4.1 Kennzeichnung ausgewählter Verfahren der traditionellen Investitionsrechnung .....	28
2.4.2 Kennzeichnung arbitrageorientierter Ansätze .....	30
2.4.3 Kennzeichnung der dynamischen Programmierung .....	34
2.4.4 Vergleich der Verfahren hinsichtlich deren Eignung .....	37
<b>3. Sequentielle Investitionsentscheidungen unter Unsicherheit in einem Phasenmodell</b> .....	41
3.1 Kennzeichnung eines Phasenmodells zur Analyse wichtiger Entscheidungsprobleme .....	41
3.1.1 Abgrenzung der einzelnen Phasen .....	41
3.1.2 Entscheidungsprobleme innerhalb der einzelnen Phasen .....	44
3.1.3 Kennzeichnung der Bedeutung des sequentiellen Phasencharakters realer Investitionen anhand ausgewählter Beispiele .....	48
3.2 Ansätze zur Berücksichtigung des Einflusses der einzelnen Phasen auf sequentielle Investitionsentscheidungen unter Unsicherheit .....	50
3.2.1 Grundmodell zur Bestimmung des optimalen Investitionszeitpunktes .....	50
3.2.2 Berücksichtigung einer Bauphase mit endlicher Länge im Grundmodell .....	53
3.2.3 Sequentielle Investitionsauszahlungen in der Bauphase .....	54
3.2.4 Berücksichtigung der Möglichkeit eines Projektabbruchs während der Betriebsphase .....	58

<b>4. Sequentielle Investitionsentscheidungen bei Preisunsicherheit und exklusiver Investitionsmöglichkeit</b> .....	64
4.1 Kennzeichnung des Grundmodells zur Analyse sequentieller Investitionsentscheidungen .....	65
4.2 Lösung des Grundmodells .....	66
4.2.1 Aufstellung und Lösung einer Bewertungsgleichung für die Betriebsphase .....	67
4.2.2 Aufstellung einer Bewertungsgleichung für die Bauphase .....	70
4.2.3 Analytische und numerische Lösung der Bewertungsgleichung für die Bauphase .....	72
4.3 Berechnung eines numerischen Beispiels .....	73
4.4 Bestimmung des Werts verschiedener Handlungsspielräume .....	74
4.4.1 Wert der Möglichkeit eines Projektabbruchs in der Betriebsphase .....	74
4.4.2 Wert der Möglichkeit eines Projektabbruchs in der Bauphase .....	78
4.4.3 Wert unterschiedlicher Investitionstechnologien in der Bauphase .....	82
4.5 Determinanten der Investitionsentscheidungen in der Bauphase .....	84
4.5.1 Einfluss des Unsicherheitsparameters .....	85
4.5.2 Einfluss der erwarteten Preisänderungsrate .....	86
4.5.3 Einfluss der maximalen Investitionsgeschwindigkeit .....	90
4.5.4 Einfluss der variablen Auszahlungen .....	91
4.6 Erweiterungen der Analyse .....	93
4.6.1 Beliebige Auszahlungsmuster während der Bauphase .....	93
4.6.2 Zusätzliche Auszahlungen im Unterbrechungsfall .....	95
4.7 Schlussfolgerungen und Diskussion der Ergebnisse .....	95
<b>5. Sequentielle Investitionsentscheidungen bei Nachfrageunsicherheit im Duopol</b> .....	98
5.1 Kennzeichnung des Duopol-Modells .....	99
5.2 Aufstellung und Lösung der Bewertungsgleichungen .....	101
5.2.1 Wert der Investitionsmöglichkeit des Nachfolgers .....	101
5.2.2 Investitionswert des Innovators .....	104
5.3 Vergleich der Investitionswerte von Innovator, Nachfolger und Monopolist .....	106
5.4 Bestimmung der Gleichgewichtsstrategien .....	107
5.4.1 Sequentielles Investitionsgleichgewicht .....	108
5.4.2 Simultanes Investitionsgleichgewicht .....	108
5.5 Determinanten der Investitionsentscheidungen .....	111
5.5.1 Einfluss der Länge der Bauzeit .....	111
5.5.2 Einfluss der Höhe der Auszahlungen .....	115
5.5.3 Einfluss der inversen Nachfragefunktion .....	116
5.6 Schlussfolgerungen und Diskussion der Ergebnisse .....	117

<b>6. Implikationen und Perspektiven</b> .....	120
6.1 Grenzen und Leistungen der Untersuchung .....	120
6.2 Konsequenzen der Analyse für das Investitions-Controlling .....	122
6.3 Ansätze für künftige Forschungsarbeiten .....	124
<b>A. Anhang</b> .....	126
A.1 Itô's Lemma .....	126
A.2 Kennzeichnung des Finite-Differenzen-Verfahrens .....	127
A.3 Herleitung der Lösung zur Bewertung eines Projektabbruchs während der Bauphase .....	129
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	133
<b>Personenregister</b> .....	142
<b>Sachwortverzeichnis</b> .....	145

## Abbildungsverzeichnis

2.1	Bedingungen für die Existenz und die Werthaltigkeit einer Option auf Investitionsaufschub .....	23
2.2	Systematisierung von Arten der Unsicherheit bei sequentiellen Investitionsprojekten .....	27
3.1	Entscheidungsprobleme bei sequentiellen Investitionsentscheidungen in einem Phasenmodell .....	45
4.1	Investitionswert bei Variation von $\sigma$ .....	77
4.2	Investitionswert bei Variation von $\alpha$ .....	78
4.3	Wert der Investitionsmöglichkeit mit und ohne der Möglichkeit eines Projektabbruchs während der Bauphase .....	83
4.4	Wert der Investitionsmöglichkeit in Abhängigkeit von $k$ für verschiedene Preise .....	84
4.5	Preisschwelle in Abhängigkeit von $\sigma$ für verschiedene Werte von $\alpha$ .....	86
4.6	Preisschwelle in Abhängigkeit von $\sigma$ für verschiedene Werte von $k$ .....	87
4.7	Preisschwelle in Abhängigkeit von $\alpha$ für verschiedene Werte von $\sigma$ .....	88
4.8	Preisschwelle in Abhängigkeit von $\alpha$ für verschiedene Werte von $k$ .....	89
4.9	Preisschwelle in Abhängigkeit von $k$ für verschiedene Werte von $\alpha$ .....	90
4.10	Preisschwelle in Abhängigkeit von $C$ für verschiedene Werte von $\sigma$ .....	92
4.11	Preisschwelle in Abhängigkeit von $\gamma$ .....	93
4.12	Auszahlungsprofil eines Investitionsprojektes im Bereich der Arzneimittelentwicklung .....	94
5.1	Möglicher zeitlicher Verlauf der Investitionsentscheidungen beider Unternehmen .....	102
5.2	Vergleich von Innovator, Nachfolger und Monopolist .....	107
5.3	Einfluss der Länge der Bauphase auf die Nachfrageschwelle des Innovators $V_I$ .....	114
5.4	Partielle Ableitung des Investitionswerts des Innovators nach der Länge der Bauphase $\partial V_I / \partial \theta$ in Abhängigkeit der Nachfrage $Y$ für verschiedene Werte von $\alpha$ .....	115
5.5	Nachfrageschwellen $Y_I$ und $Y_N$ bei Variation von $D(2)$ .....	117
A.1	Numerische Lösung der partiellen Differentialgleichung .....	130

## **Tabellenverzeichnis**

2.1	Wichtige Entscheidungsprobleme und deren Abbildung durch Realloptionen bei sequentiellen Investitionen .....	23
4.1	Numerische Lösung des sequentiellen Investitionsproblems .....	75

## **Abkürzungsverzeichnis**

Abb.	Abbildung
Aufl.	Auflage
BFuP	Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis
CAPM	Capital Asset Pricing Model
DBW	Die Betriebswirtschaft
FuE	Forschung und Entwicklung
HWB	Handwörterbuch der Betriebswirtschaft
OPEC	Organization of the Petroleum Exporting Countries
R&D	Research and Development
WiSt	Wirtschaftswissenschaftliches Studium
WISU	Wirtschaftsstudium
ZfB	Zeitschrift für Betriebswirtschaft
ZfbF	Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung

## 1. Problemstellung und Gang der Untersuchung

Investitionen sind in aller Regel durch eine zeitliche Abfolge verschiedener Entscheidungen gekennzeichnet. Diese können unterschiedliche Zahlungswirkungen auslösen und voneinander abhängen. Damit handelt es sich bei Investitionsentscheidungen um ein sequentielles Entscheidungsproblem. Die anfängliche Investitionsentscheidung hängt in erheblichem Maße davon ab, inwieweit nachfolgende Entscheidungen Eingang in die gegenwärtig zu treffende Investitionsentscheidung finden.

Die vorliegende Arbeit untersucht den sequentiellen Charakter von Investitionsentscheidungen unter Unsicherheit und zeigt auf, wie dieser in ein Investitionsbewertungskalkül einbezogen werden kann. Im Rahmen von zwei Modellen wird eine Vielzahl an Determinanten sequentieller Investitionsentscheidungen analysiert.

Zunächst werden dazu in Kapitel 2 sequentielle Investitionsentscheidungen charakterisiert und deren Bedeutung bei realen Investitionen beispielhaft aufgezeigt. Als eine maßgebliche Bestimmungsgröße derartiger Entscheidungen werden verschiedene Arten der Unsicherheit systematisiert. Schließlich werden denkbare Bewertungsverfahren hinsichtlich ihrer Eignung zur Bewertung sequentieller Investitionsprojekte untersucht.

In Kapitel 3 wird ein Phasenmodell entwickelt, das den zeitlichen Verlauf realer Investitionsprojekte näherungsweise beschreibt. Anhand des Phasenmodells kann eine Systematisierung sequentieller Entscheidungsprobleme vorgenommen werden. In der Literatur existieren Ansätze, die zur Lösung einzelner Entscheidungsprobleme herangezogen werden können. Allerdings zeigt sich auch, dass bisher kein Bewertungsmodell entwickelt worden ist, welches in der Lage ist, eine Integration wichtiger Entscheidungsprobleme über die verschiedenen Phasen eines Investitionsprojektes vorzunehmen.

Daher wird aufbauend auf der Literaturanalyse in Kapitel 4 ein Modell entwickelt, das eine Analyse der Interdependenz wichtiger Entscheidungsprobleme über die Phasen eines Investitionsprojektes hinweg erlaubt. Aus diesem Modell können Entscheidungsregeln abgeleitet werden, die u. a. auf Erwartungen über künftige Einzahlungen beruhen und an den gegenwärtig beobachtbaren Marktpreis gekoppelt sind. Mit Hilfe numerischer Lösungen kann der Einfluss einzelner Phasen sowie weiterer Bestimmungsgrößen auf die Investitionsentscheidungen analysiert werden.

Bei einer Vielzahl realer Investitionsentscheidungen hat das Verhalten von Wettbewerbern Einfluss auf den Wert der eigenen Investition. Diese Konstellation wird in Kapitel 5 mit Hilfe eines zeitkontinuierlichen spieltheoretischen Modells bei unsicherer Nachfrage untersucht. Es zeigt sich, dass die Marktstruktur einen erheblichen Einfluss auf Investitionsentscheidungen einer Unternehmung hat. Daneben wird die Bedeutung der inversen Nachfragefunktion herausgestellt.

Kapitel 6 schließlich beleuchtet die Implikationen der Arbeit. Die Grenzen und Leistungen der Untersuchung werden dargestellt und die Konsequenzen der gewonnenen Erkenntnisse für das Investitions-Controlling beschrieben. Hinweise für künftige Forschungsarbeiten beschließen die Arbeit.

## 2. Grundlagen der Bewertung sequentieller Investitionsprojekte unter Unsicherheit

### 2.1 Zeitaspekte in der Investitionstheorie

Die Bedeutung von Zeitaspekten in der Investitionstheorie wurde bereits früh erkannt und untersucht. So geht die Bestimmung des optimalen Ersatzzeitpunktes einer industriellen Anlage unter der Annahme einer unendlichen Investitionskette zurück auf *Preinreich* (1940).<sup>1</sup>

Mit dem Konzept der flexiblen Planung wurde die Frage nach dem optimalen Investitionszeitpunkt auch für Neuinvestitionen implizit betrachtet.<sup>2</sup> Doch erst in der jüngeren Vergangenheit ist mit der Übertragung von Ideen aus der Optionspreistheorie auf Investitionsentscheidungen<sup>3</sup> die Bedeutung der Wahl des richtigen Investitionszeitpunktes stärker ins Blickfeld der betriebswirtschaftlichen Forschung gerückt.<sup>4</sup> Im Rahmen von optionspreistheoretisch fundierten Modellen wurden optimale Investitionszeitpunkte bei Unsicherheit über die Höhe der aus der Investition resultierenden Ein- und Auszahlungen bestimmt und der Wert einer Aufschubmöglichkeit eines Investitionsprojektes quantifiziert.<sup>5</sup> Auch eine Vielzahl dynamischer spieltheoretischer Modelle analysieren optimale Markteintrittszeitpunkte in oligopolistischen Marktstrukturen.<sup>6</sup> In der Regel werden dabei zwei Unternehmen betrachtet, die in ihrem eigenen Handlungskalkül die möglichen Hand-

---

<sup>1</sup> Im deutschsprachigen Raum wurde diese Analyse von Erich Schneider aufgegriffen und weitergeführt, vgl. *Schneider* (1942). Ausführliche Überblicke über Modelle zur Bestimmung des optimalen Ersatzzeitpunktes bzw. der optimalen Nutzungsdauer einer Investition finden sich beispielsweise in *Götze/Bloech* (1995), S. 201 ff. und in *Swoboda* (1996), S. 93 ff.

<sup>2</sup> Vgl. hierzu vor allem *Laux* (1971), insbesondere S. 93 f. und *Hax/Laux* (1972).

<sup>3</sup> Vgl. *Myers* (1977), der erstmals auf die Analogie einer künftigen Investitionsmöglichkeit und einer Call-Option hinwies, vgl. auch *Kester* (1984).

<sup>4</sup> Allerdings hat diese Frage in Standardlehrbüchern zur Investition und Finanzierung bislang keinen Eingang gefunden, vgl. z.B. *Blohm/Lüder* (1991), *Franke/Hax* (1994), *Kruschwitz* (1990), *Perridon/Steiner* (1997), *Swoboda* (1996), *Troßmann* (1998).

<sup>5</sup> Vgl. *McDonald/Siegel* (1986).

<sup>6</sup> Vgl. z.B. *Dutta/Rustichini* (1993), *Maurer* (1996), S. 40 ff. zu dynamischen spieltheoretischen Modellen unter Unsicherheit in kontinuierlicher Zeit, für einen Überblick über derartige allerdings zeitdiskrete Modelle vgl. *Pedell* (1999), S. 202 ff. und *Janssen* (1996), S. 70 ff.