

Alkas, Hassan

**Working Paper**

## Die neue Investitionstheorie der Realloptionen und ihre Auswirkungen auf die Regulierung im Telekommunikationssektor

WIK Diskussionsbeitrag, No. 234

**Provided in Cooperation with:**

WIK Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH, Bad Honnef

*Suggested Citation:* Alkas, Hassan (2002) : Die neue Investitionstheorie der Realloptionen und ihre Auswirkungen auf die Regulierung im Telekommunikationssektor, WIK Diskussionsbeitrag, No. 234, WIK Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste, Bad Honnef

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/226848>

**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.*

# **Die Neue Investitionstheorie der Realoptionen und ihre Auswirkungen auf die Regulierung im Telekommunikationssektor**

**Hasan Alkas\***

Nr. 234

März 2002

\* Diese Arbeit wurde vom Verfasser während seiner Tätigkeit beim WIK erstellt.

**WIK Wissenschaftliches Institut für  
Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH**

Rhöndorfer Str. 68, 53604 Bad Honnef

Postfach 20 00, 53588 Bad Honnef

Tel 02224-9225-0

Fax 02224-9225-63

Internet: <http://www.wik.org>

eMail [info@wik.org](mailto:info@wik.org)

[Impressum](#)

In den vom WIK herausgegebenen Diskussionsbeiträgen erscheinen in loser Folge Aufsätze und Vorträge von Mitarbeitern des Instituts sowie ausgewählte Zwischen- und Abschlussberichte von durchgeführten Forschungsprojekten. Mit der Herausgabe dieser Reihe bezweckt das WIK, über seine Tätigkeit zu informieren, Diskussionsanstöße zu geben, aber auch Anregungen von außen zu empfangen. Kritik und Kommentare sind deshalb jederzeit willkommen. Die in den verschiedenen Beiträgen zum Ausdruck kommenden Ansichten geben ausschließlich die Meinung der jeweiligen Autoren wieder. WIK behält sich alle Rechte vor. Ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des WIK ist es auch nicht gestattet, das Werk oder Teile daraus in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren) zu vervielfältigen oder unter Verwendung elektronischer Systeme zu verarbeiten oder zu verbreiten.

ISSN 1865-8997

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>III</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>III</b>
<b>Zusammenfassung</b>	<b>V</b>
<b>Summary</b>	<b>VI</b>
<b>1 Einführung</b>	<b>1</b>
<b>2 Die klassischen Investitionstheorie und ihre wesentlichen Merkmale</b>	<b>3</b>
2.1 Statische Methoden zur Bewertung von Investitionen	3
2.1.1 Vergleich der Amortisationsdauer	4
2.1.2 Kostenvergleichsmethode	4
2.1.3 Rentabilitätsvergleichsmethode ('Return on Investment')	5
2.2 Klassische dynamische Methoden zur Bewertung von Investitionen	6
2.2.1 Kapitalwertmethode	6
2.2.2 Annuitätenmethode	9
2.2.3 Interne Zinsfußmethode	10
2.2.4 Amortisationsdauer-Methode	11
2.2.5 Tobin's q	11
2.2.6 Jorgenson's user cost of capital	14
<b>3 Realoptionen und ihre Bedingungen</b>	<b>16</b>
3.1 Der Grundgedanke der Realoptionen	16
3.2 Gründe für die Berücksichtigung von Realoptionen	20
3.2.1 Die Bedeutung von Sunk Costs für Realoptionen	20
3.2.2 Mögliche Unsicherheitsfaktoren auf dem Telekommunikationssektor	21
3.3 Voraussetzungen für die Bewertung von Realoptionen mit den Ansätzen der Optionspreistheorie	23
3.3.1 Annahmen über den Kapitalmarkt	24
3.3.2 Bestimmungsfaktoren von Optionen	25
3.3.3 Sensitivitätsmaße von Optionen	28
3.3.4 Darstellung von verschiedenen Optionstypen	30

<b>4 Bewertung von Realoptionen</b>	<b>36</b>
4.1 Analogie zwischen Finanzoptionen und Realoptionen	36
4.2 Bewertungsmethoden von Realoptionen	40
4.2.1 Diskrete Ansätze	40
4.2.2 Stetige Ansätze	46
4.2.3 Vergleichende Darstellung der Bewertungsmethoden	52
4.3 Schwierigkeiten bei der Einbindung strategischer Überlegungen in Realoptionen	54
4.4 Arten von Realoptionen und ihre exemplarische Bewertung	56
4.4.1 Warteoption (option-to-wait)	56
4.4.2 Abbruchoption (option-to-abandon)	57
4.4.3 Expansionsoption (option-to-expand)	59
4.4.4 Innovationsoption (option to Innovate)	62
4.4.5 Kontraktionsoption (option-to-contract)	63
4.4.6 Wechseloption (option-to-switch)	64
<b>5 Möglichkeiten der Integration des Realoptionen-Ansatzes in die Regulierungsökonomie und ihre Auswirkungen</b>	<b>65</b>
5.1 Das Konzept der Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung des regulierten Unternehmens	65
5.2 Die Berücksichtigung des Realoptionswertes über einen eigenständigen Bewertungsansatz	67
5.3 Die Berücksichtigung des Realoptionswertes über die Kapitalkosten	69
5.4 Der Einfluss von Realoptionen auf die Infrastrukturinvestition der Wettbewerber	72
5.5 Mögliche Implikationen der Berücksichtigung von Realoptionen auf Regulierungsentscheidungen	74
5.6 Grenzen bei der praktischen Umsetzung	76
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>78</b>

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1:</b>	Symbolverzeichnis	7
<b>Abbildung 2:</b>	Gewinn- und Verlustdiagramm einer Kaufoption (Long Call)	32
<b>Abbildung 3:</b>	Gewinn- und Verlustdiagramm einer Kaufoption (Short Call)	33
<b>Abbildung 4:</b>	Gewinn- und Verlustdiagramm einer Verkaufsoption (Long Put)	34
<b>Abbildung 5:</b>	Gewinn- und Verlustdiagramm einer Verkaufsoption (Short Put)	35
<b>Abbildung 6:</b>	Der Einfluss der Realoption auf den Gesamtwert der Investition	39
<b>Abbildung 7:</b>	Das einperiodige Binomialmodell	42
<b>Abbildung 8:</b>	Parameter der Black-Scholes-Formel	49
<b>Abbildung 9:</b>	Vergleich der Bewertungsmethoden	52
<b>Abbildung 10:</b>	Wertfunktion der Prospect Theory	59

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1:</b>	Berechnung des Kapitalwerts eines Investitionsobjekts	8
<b>Tabelle 2:</b>	Einfluss der Determinanten auf die Optionspreise	28
<b>Tabelle 3:</b>	Vergleich zwischen Finanzoptionen und Realoptionen und ihre Interpretation	37



## Zusammenfassung

Strategische Überlegungen bei Investitionsentscheidungen beinhalten, dass man auf unsichere künftige Entwicklungen flexibel reagieren kann. Die so entstehenden unternehmerischen Handlungsspielräume bzw. Handlungsoptionen lassen sich jedoch im Rahmen der traditionellen Investitionstheorie nicht hinreichend erfassen, da diese eine sofortige und einmalige Investitionsentscheidung unterstellen, die später nicht mehr revidierbar ist. Deshalb erschien eine Erweiterung des investitionsrechnerischen Instrumentariums um Elemente der Optionspreistheorie geboten. Derartige Überlegungen mündeten im sogenannten Realloptionen Ansatz, der in der vorliegenden Studie ausführlich mit Blick auf die Implikationen für Regulierungsentscheidungen im Telekommunikationsbereich dargestellt werden soll.

Zunächst werden die Ansätze der klassischen Investitionstheorie und deren wesentlichen Merkmale vorgestellt. Hierbei handelt es sich zum einen um statische Methoden der Bewertung von Investitionen. Zu diesen gehören beispielsweise der Vergleich der Amortisationsdauer und die Rentabilitätsvergleichsmethode. Daneben gibt es die sogenannten klassischen dynamischen Methoden zur Bewertung von Investitionen. Die Kapitalwertmethode ist unter diesen sicherlich das prominenteste Konzept. Jedoch verdienen auch Konzepte wie die interne Zinsfußmethode, Tobin's  $q$ , Jorgenson's user cost of capital usw. eine kritische Würdigung.

Im weiteren widmen wir uns den Realloptionen. Hier stehen zunächst der Grundgedanke und die Relevanz von Realloptionen im Vordergrund. Anschließend setzen wir uns mit den Voraussetzungen für die Bewertung von Realloptionen mit den Ansätzen der Optionspreistheorie auseinander. Annahmen über den Kapitalmarkt, Bestimmungsfaktoren von Optionen, Sensitivitätsmaße von Optionen sowie die Darstellung von Optionstypen und möglicher Strategien stellen dabei Themenschwerpunkte dar. Danach wird erörtert, wie Realloptionen eine optionstheoretische Bewertung erlangen. Hierzu ist es zunächst notwendig eine Analogie zwischen Finanz- und Realloptionen darzustellen, um daran anschließend diskrete und stetige Bewertungsmethoden zu präsentieren. Ein besonderes Problemfeld stellt die Einbindung von strategischen Überlegungen bei Realloptionen dar. Schließlich werden Arten von Realloptionen und deren exemplarischen Bewertungen dargestellt. Hierbei fokussieren wir auf die folgenden Arten von Optionen: Warteoption, Abbruchoption, Expansionsoption, Innovationsoption, Kontraktionsoption und Wechseloption. Von besonderem Interesse ist schließlich die Möglichkeit der Integration des Realloptionen Ansatzes in die Regulierungsökonomie und ihre Implikationen. Folgende Themenkomplexe werden hierbei adressiert. Zum einen der Einfluss von Realloptionen auf die Kosten des regulierten Unternehmens, die Innovationsbereitschaft und die Wettbewerbsentwicklung. Abschließend setzen wir uns mit der Frage der Relevanz von Realloptionen bei Regulierungsentscheidungen auseinander. Schließlich werden die Grenzen bei der praktischen Umsetzung erörtert.

## Summary

Strategic considerations by making investments decisions include calculations to react flexible on future developments. Traditional investment concepts, however, do not take such considerations into account since they only capture a single decision in the beginning which is to invest or not. Such an unrealistic approach induced the development of what is called the Real Option Theory. These concepts describe investments as a real dynamic decision process, especially, taking into account decision nodes in the future. Thus option to wait, to innovate, to expand and so on are considered as relevant opportunities. The general idea of real options is, if there is an option value associated with waiting to invest, there may be an added opportunity cost to investing today and thereby killing the option, which should be taken into account when making investment decisions. In the following study we present the approach of real options. It is the intention to show in which way these concepts may enter into regulatory decisions of a regulator in the field of the telecommunications sector.

The paper is organised as follows: First we present the traditional concepts of investment theory and its main characteristics. Among others these approaches include a comparison of amortisation times, net present value, Tobin's  $q$  and Jorgenson's user cost of capital. Afterwards we contrast these concepts to the real option approach. We start by laying down the philosophy of the real option approach and demonstrate that uncertainty with regard to future developments and sunk cost properties for investments are crucial for applying the real option approach. The assumption which typically underlie the analysis concerning the capital market will be presented as well as determinants of options and the sensitivity of real options on these parameters. The next issue is how the value of real options is calculated. This leads us to a comparison of financial and real options. Based on the analogy we will derive calculation methods for both discrete and continuous approaches. In what follows we list up the various kinds of options: options-to-wait, option-to-abandon, option-to-expand, option-to-innovate, option-to-contract and option-to-switch. Our main interest in these study is to scrutinise in how far the integration of a real option approach might affect regulatory decisions. Thus, finally we discuss in which way the real option concept may affect the forward looking long run incremental costs which are the basis for regulatory decisions: We discuss in which way real options might be integrated by determining capital costs or whether a new approach has to be developed. Furthermore, we make explicit that regulatory decisions affect the investment of potential newcomers if they base their investment decisions on a real option calculation. The final section is devoted to the issue of practical restrictions on the application of the real option concept.

## 1 Einführung

Strategische Überlegungen bei Investitionsentscheidungen beinhalten, dass man auf unsichere künftige Entwicklungen flexibel reagieren kann. Die so entstehenden unternehmerischen Handlungsspielräume bzw. Handlungsoptionen lassen sich jedoch im Rahmen der traditionellen Kapitalwert-Methode nicht hinreichend erfassen, da diese eine sofortige und einmalige Investitionsentscheidung unterstellt, die später nicht mehr revidierbar ist. Deshalb erschien eine Erweiterung des investitionsrechnerischen Instrumentariums um Elemente der Optionspreistheorie geboten.

Aufgrund derartiger Überlegungen wurde von mehreren Ökonomen wie Dixit/Pindyck, 1994, Trigeorgis 1996 sowie Luehrmann 1997 der sogenannte „Real-Option-Ansatz“ oder Realoptionen Ansatz entwickelt. Der Realoptionen Ansatz grenzt sich von den traditionellen Ansätzen wie "Kapitalwert", "Tobin's q" oder "Jorgenson's user cost of capital" dadurch ab, dass er nicht wie diese auf einem statischen Kapitalwert-Konzept basiert, sondern dass bei ihm in einer dynamischen Betrachtung Faktoren wie Unsicherheit, Irreversibilität der Investition und Wahl des Investitionszeitpunktes bei der Ermittlung des Wertes der Investition einbezogen werden. In einem dynamischen Verfahren kann der strategische Wert eines Investitionsobjektes und der Wert der Flexibilität, die das Management eines Unternehmens beim Ausführen von Investitionen hat, berücksichtigt werden, so dass grundsätzlich eine angemessenere Bewertung und Quantifizierung erfolgen kann. Damit können beispielsweise auch Investitionen berücksichtigt werden, die zwar nicht unmittelbar zu Einzahlungsüberschüssen führen, aber dem Unternehmen weitere Handlungsoptionen eröffnen und somit trotzdem als attraktiv erscheinen.

Im Rahmen des Ansatzes der Realoptionen Theorie bzw. Realoptionen erhält man vereinfacht ausgedrückt einen dynamischen oder auch erweiterten bzw. strategischen Kapitalwert als Summe aus dem statischen Kapitalwert und dem Wert der Realoption. Der Wert der Realoption repräsentiert den Wert bzw. die Opportunitätskosten des Wartens. Dabei ist die Idee, eine Investition aufzuschieben, nicht das Neue an diesem Ansatz, sondern die Möglichkeit, unter bestimmten Annahmen mit Hilfe der Optionspreistheorie eine Bewertung der Warteoption vorzunehmen. Ein solcher Optionswert besteht für ein Unternehmen dann, wenn dieses einen ökonomischen Gewinn daraus ziehen kann, dass es den Investitionszeitpunkt hinauszögert, um genauere Informationen über bestimmte exogene Parameter - Preisentwicklung, Zinssätze, technischer Fortschritt sowie Nachfrage- und Marktentwicklung - zu erhalten. Dem Gewinn an Erhöhung der Sicherheit stehen jedoch andererseits auch Opportunitätskosten der Verzögerung entgegen. Zum einen können positive Zahlungsströme entfallen, die während der Zeit des Abwartens zugeflossen wären. Zum anderen kann der Wert der eigenen Investitionsmöglichkeiten auch durch das Investitionsverhalten von Wettbewerbern beeinträchtigt werden (First-mover advantage). Die entgangenen Erlöse beispielsweise durch den Marktzutritt von Wettbewerbern, gegenüber dem Gewinn an Sicherheit sind in die Analyse einzubeziehen, da diese u.U. zu einem verschwindenden - oder sogar negativen - Wert der Realoption führen können.

In der vorliegenden Arbeit soll die Theorie der Realoptionen in ihren Wesenszügen dargestellt werden und zu den traditionellen Ansätzen der Investitionstheorie kontrastiert werden. Darüber hinaus soll aufgezeigt werden, ob und in welcher Weise ein derartiger Ansatz Einfluss auf ökonomische Entscheidungen der Regulierungsbehörde beispielsweise bei der Bestimmung kostenbasierter Tarife haben kann.

Die Arbeit gliedert sich wie folgt: In Kapitel 2 werden die Ansätze der klassischen Investitionstheorie und deren wesentlichen Merkmale dargestellt. Hierbei handelt es sich zum einen um statische Methoden der Bewertung von Investitionen. Zu diesen gehören beispielsweise der Vergleich der Amortisationsdauer und die Rentabilitätsvergleichsmethode. Daneben gibt es die sogenannten klassischen dynamischen Methoden zur Bewertung von Investitionen. Die Kapitalwertmethode ist unter diesen sicherlich das prominenteste Konzept. Jedoch verdienen auch Konzepte wie die interne Zinsfußmethode, Tobin's  $q$ , Jorgenson's user cost of capital usw. eine kritische Würdigung. In Kapitel 3 widmen wir uns den Realoptionen. Hier stehen zunächst der Grundgedanke und die Relevanz von Realoptionen im Vordergrund. Anschließend setzen wir uns mit den Voraussetzungen für die Bewertung von Realoptionen mit den Ansätzen der Optionspreistheorie auseinander. Annahmen über den Kapitalmarkt, Bestimmungsfaktoren von Optionen, Sensitivitätsmaße von Optionen sowie die Darstellung von Optionstypen und möglicher Strategien stellen dabei Themenschwerpunkte dar. In Kapitel 4 wird dann erörtert, wie Realoptionen eine optionstheoretische Bewertung erlangen. Hierzu ist es zunächst notwendig eine Analogie zwischen Finanz- und Realoptionen darzustellen, um daran anschließend diskrete und stetige Bewertungsmethoden zu präsentieren. Ein besonderes Problemfeld stellt die Einbindung von strategischen Überlegungen bei Realoptionen dar. Diesem Themenkomplex widmen wir uns in Abschnitt 4.3. Schließlich werden in Abschnitt 4.4 Arten von Realoptionen und deren exemplarischen Bewertungen dargestellt. Hierbei fokussieren wir auf die folgenden Arten von Optionen: Warteoption, Abbruchoption, Expansionsoption, Innovationsoption, Kontraktionsoption und Wechseloption. Von besonderem Interesse ist schließlich die Möglichkeit der Integration des Realoptionen Ansatzes in die Regulierungsökonomie und ihre Implikationen. Folgende Themenkomplexe werden hierbei in Kapitel 5 adressiert: Zum einen der Einfluss von Realoptionen auf die Kosten des regulierten Unternehmens, die Innovationsbereitschaft und die Wettbewerbsentwicklung. Abschließend setzen wir uns mit der Frage der Relevanz von Realoptionen bei Regulierungsentscheidungen auseinander. In Abschnitt 5.6 werden die Grenzen bei der praktischen Umsetzung erörtert.

## 2 Die klassischen Investitionstheorie und ihre wesentlichen Merkmale

Zunächst werden die wesentlichen Merkmale der klassischen Investitionstheorie ausgearbeitet, um im Anschluss daran eine Abgrenzung des Ansatzes der neuen Investitionstheorie von den traditionellen Ansätzen vorzunehmen. Der "Real Options"-Ansatz grenzt sich von den traditionellen Ansätzen wie "Kapitalwert", "Tobin's q" oder "Jorgenson's user cost of capital" dadurch ab, dass er nicht wie diese auf einem statischen Konzept basiert, sondern dass bei ihm in einer dynamischen Betrachtung Faktoren wie zukünftige Handlungsoptionen in Form der Wahl des Investitionszeitpunktes unter Berücksichtigung von Irreversibilitäten der Investition sowie Unsicherheiten über zukünftige Auszahlungsströme und grundsätzliche Überlegungen zu Investitionsalternativen mit in die Überlegungen einfließen.

Nach Schneider wird unter einer Investition eine Ausgabe zum Zwecke der Erzielung von zukünftigen Einnahmen verstanden.<sup>1</sup> Hier wird auf die mit einer Investition verbundenen (monetären) Ein- und Auszahlungen abgestellt, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten anfallen. Dabei ist die Zahlungsreihe einer Normalinvestition mit einer Anfangsauszahlung in  $t=0$  und positiven künftigen (unsicheren) Einzahlungen/Auszahlungen verbunden.<sup>2</sup> Für die Zwecke dieser Arbeit wird analog zur obigen Definition unter einer Investition der Einsatz finanzieller Mittel in der Hoffnung auf insgesamt höhere zukünftige Rückflüsse oder zukünftige Einsparungen verstanden. Diese Definition kann sich sowohl auf die Handlung der Investition als auch auf Objekte, die im folgenden als Investitionsobjekte bezeichnet werden, beziehen. Dabei können Investitionsobjekte aus mehreren zusammenhängenden Investitionen (Erhöhung des Bestandes wie der Kauf von Anlagen) und Desinvestitionen (Verringerung des Bestandes wie die Nutzung von Rohstoffen oder der Verkauf von Anlagen) bestehen, die wiederum zu zeitlich auseinanderfallenden Ein- und Auszahlungen führen. Darüber hinaus können Investitionsobjekte nach dem Anlass der Investition, wie z.B. Gründungs-, Ersatz-, Erweiterungs- und Rationalisierungsinvestition, unterschieden werden.

### 2.1 Statische Methoden zur Bewertung von Investitionen

Ziel der unterschiedlichen statischen Methoden der Investitionstheorie ist es, die Vorteilhaftigkeit von Investitionsobjekten zu bewerten. Während es bei einzelnen unabhängigen Investitionsobjekten um die Frage geht, ob diese grundsätzlich lohnenswert sind oder eine solche Entscheidung besser als eine alternative Investition des Kapitals ist, kann darüber hinaus gehend auch die Frage nach einem optimalen Investitionsprogramm von verschiedenen Investitionsobjekten zur Disposition stehen, wobei Wertin-

---

<sup>1</sup> Schneider (1992), S. 7ff.

<sup>2</sup> Für eine Kritik am zahlungsorientierten Investitionsbegriff siehe Kruschwitz (2000), S. 4ff.

terdependenzen zwischen verschiedenen Investitionsmöglichkeiten zu berücksichtigen sind. In letzterem Falle sind die jeweiligen Implikationen auf die Zahlungsströme zu betrachten. Idealerweise gilt es dann sämtliche Kombinationen von Investitionsprogrammen zusammenzustellen und diese in ihrer Bewertung miteinander zu vergleichen.

Die in diesem Abschnitt zu betrachtenden statischen Verfahren basieren auf Kosten- oder Erfolgsgrößen des Rechnungswesens. Hervorzuheben ist, dass sie die zeitliche Struktur der Ein- und Auszahlungen nicht berücksichtigen und i.d.R. lediglich kalkulatorische Durchschnittswerte verwenden. Dies führt zu einem verzerrten Ergebnis, da sofortige und spätere Zahlungen gleicher Höhe gleich verrechnet werden, obwohl wegen der Zins- und Zinseszinsseffekte für Investoren frühe Einzahlungen und späte Auszahlungen typischerweise günstiger sind. Trotz dieser Schwächen sind sie wegen ihrer Einfachheit und Benutzerfreundlichkeit in der Praxis populär. Insgesamt sind sie aber unzureichend, da weder Interdependenzen noch Unsicherheiten berücksichtigt werden. Es erfolgt lediglich eine Beurteilung über den statischen zeitpunktbezogenen ex ante Vergleich einzelner Investitionsobjekte.

In der Literatur werden im wesentlichen drei statische Bewertungsmethoden unterschieden, die nachfolgend kurz dargestellt werden.

- Vergleich der Amortisationsdauer (Payback-Methode)
- Kostenvergleichsmethode
- Rentabilitätsvergleichsmethode (Return-on-Investment)

### 2.1.1 Vergleich der Amortisationsdauer

Im Rahmen dieser Methode wird berechnet wie lange es dauert, bis das investierte Kapital wieder an den Investor zurückgeflossen ist.

Wenngleich grundsätzlich gilt, dass ein Investitionsprojekt umso vorteilhafter ist, je kürzer ein derartiger Amortisationszeitraum ist, so kann aufgrund eines Amortisationszeitraums keine unmittelbare Aussage über die Rentabilität dieser Investition getroffen werden. Zum einen werden die Zahlungsströme über diesen Zeitraum hinweg nicht genau betrachtet, zum anderen findet die Betrachtung einer alternativen Anlage des investierten Kapitals bei dieser Methode keine Berücksichtigung.

### 2.1.2 Kostenvergleichsmethode

Bei der Kostenvergleichsmethode werden die Kosten von Investitionsalternativen gegenübergestellt und daraus jenes Projekt ausgewählt, dass am kostengünstigsten ist. Hier werden alle mit dem Investitionsobjekt zusammenhängenden Kosten unter Ein-

schluss kalkulatorischer Abschreibungen und Zinsen mitberücksichtigt. Die Kostenvergleichsmethode stellt die einfachste Form von Vergleichen dar und benutzt als Kostengrößen Durchschnittswerte.

Da die Vorteilhaftigkeit zwischen den alternativen Investitionsobjekten auch von der Kapazitätsauslastungsintensität abhängt, müsste die Kapazitätsauslastung mitberücksichtigt werden, andernfalls müssten gleiche Produktionsmengen vorausgesetzt werden. Problematisch ist, dass ein Vergleich für Investitionsobjekte mit unterschiedlicher Lebensdauer hier kaum möglich ist, was einen weiteren Schwachpunkt dieser Methode offenbart. Eine Aussage über die Rentabilität eines Investitionsobjektes kann über die Kostenvergleichsmethode nicht getroffen werden, weil lediglich die Kosten Eingang in die Berechnungen finden und nicht die Erträge. Die Wahl des Investitionsobjektes mit den geringsten Kosten macht nur dann Sinn, wenn mit allen alternativen Investitionsobjekten gleich hohe Erlöse erwirtschaftet würden. Erschwerend kommt hinzu, dass eine Aufteilung der Kosten insbesondere in fixkostenintensiven Mehrproduktunternehmen nicht ohne weiteres möglich ist, weil Verbundvorteile existieren. Trotz ihrer Schwächen wird sie in der Praxis für kurzfristige Vergleiche zwischen bereits in Nutzung befindlichen und neuen Investitionsobjekten herangezogen.

### 2.1.3 Rentabilitätsvergleichsmethode ('Return on Investment')

Bei der statischen Rentabilitätsvergleichsmethode wird der durchschnittliche Gewinn für eine Periode, beispielsweise eines Jahres, mit dem jeweils eingesetzten Kapital für das Investitionsobjekt in Beziehung gesetzt. Dabei unterscheidet man zwischen der Netto- und der Bruttorentabilität. Bei letzterer bleibt die Verzinsung des durchschnittlich gebundenen Kapitals zunächst unberücksichtigt, was bedeutet, dass die kalkulatorischen Zinsen nachträglich einkalkuliert werden müssen. Bei der Nettorentabilität wird die kalkulatorische Verzinsung von vornherein mitberücksichtigt, d.h. diese sind bereits einkalkuliert. So ist beispielsweise nach der Nettorentabilitätsmethode ein Investitionsobjekt nur dann vorteilhaft, wenn der Rentabilitätsfaktor einen vorgegebenen Mindestzinssatz übersteigt. Aufgrund einer derartigen Berechnung erhält man eine durchschnittliche jährliche Verzinsung auf das eingesetzte Kapital. Wenngleich auch aufgrund der Kennzahl eine Rangfolge zwischen verschiedenen Investitionsobjekten möglich ist, so sind jedoch auch hier entsprechende Kritikpunkte, wie bei den anderen statischen Verfahren an der Vorgehensweise anzuführen. Prinzipiell kann mit der Rentabilitätsvergleichsmethode auch eine Approximation an die interne Zinsfußmethode erfolgen, die in Abschnitt 2.2.3 näher untersucht wird. Was aber bei der Rentabilitätsvergleichsmethode schwierig ist, ist die generelle Problematik der Zuordnung von Gewinnen und Erlösen zu konkreten Investitionsobjekten, falls Verbundvorteile zwischen den Investitionsmaßnahmen bestehen.

## 2.2 Klassische dynamische Methoden zur Bewertung von Investitionen

Im allgemeinen treffen Investoren ihre Entscheidungen über mögliche Investitionsobjekte aufgrund der Abwägung des Gegenwartswertes der erwarteten Erträge und den Kosten der Investition. In der klassischen Terminologie spricht man von dynamischen Methoden zur Bewertung von Investitionen, wenn die zeitliche Struktur der Einnahmen und Ausgaben mitberücksichtigt werden.<sup>3</sup> Wenngleich auf diese Weise Zinseffekte bzw. Aspekte der Abdiskontierung in die Bewertung mit einfließen, so sind jedoch die Handlungsoptionen des Investors auf den Ausgangszeitpunkt beschränkt; d.h. alle künftigen Handlungsmöglichkeiten wie z.B. die des Wartens wird nicht berücksichtigt. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Darstellung eines vollkommen und vollständigen Kapitalmarktes, der implizit in die hier vorgenommene Betrachtung einfließt, erst in Abschnitt 3.3.1 explizit dargestellt wird.

### 2.2.1 Kapitalwertmethode

Als Kapitalwert eines Investitionsobjektes bezeichnet man die Summe aller auf einen Bezugszeitpunkt (üblicherweise zum Ende eines Jahres) abgezinsten Ein- und Auszahlungen. Im Rahmen der Kapitalwertmethode kann auch der Barwert (BW) der Rückflüsse einer Investition ermittelt werden, der dem abgezinsten Wert einer zukünftigen Zahlungsreihe auf den Bezugszeitpunkt entspricht. Die Abzinsung erfolgt unter Berücksichtigung von Zins- und Zinseszinsen unter Zugrundelegung eines angemessenen erwarteten Kalkulationszinssatzes. Im Gegensatz dazu bezeichnet man den Endwert einer Investition als das aufgezinste Anfangsvermögen nach Ablauf des Zeitraums, in dem die Investition Zahlungsströme bewirkt. Grundsätzlich gilt, dass ein Investitionsprojekt dann ökonomisch sinnvoll ist, wenn der Kapitalwert positiv ist. Vergleicht man mehrere Investitionsobjekte miteinander, so ist dasjenige als das beste Investitionsobjekt anzusehen, welches den höchsten (positiven) Kapitalwert aufweist.

Im folgenden definieren wir in Abbildung 1 die Parameter bzw. Variablen deren es bedarf, um den Kapitalwert formal darzustellen. Diese werden auch im weiteren in dieser Bedeutung gewählt:

---

<sup>3</sup> Vgl. Schneider (1992), Kruschwitz (2000), Schierenbeck (1989).

**Abbildung 1:** Symbolverzeichnis

Symbol	Bedeutung
$C_0$	Kapitalwert
$a_0$	Anschaffungsauszahlung
$e_t$	Einzahlung zum Zeitpunkt $t$
$a_t$	Auszahlung zum Zeitpunkt $t$
$g_t = e_t - a_t$	Einzahlungsüberschuss zum Zeitpunkt $t$
$R_n$	Restverkaufserlös zum Zeitpunkt $n$
$i$	Kalkulationszinssatz
$q = 1 + i$	Aufzinsungsfaktor
$t$	Zeitindex ( $t = 1, \dots, n$ )
$A$	Annuität
$r$	Interner Zinsfuß
$t^*$	Pay-Off-Periode

Quelle: WIK

Basierend auf diesen Definitionen ergibt sich der Kapitalwert eines Investitionsobjektes formal wie folgt:

$$\begin{aligned}
 C_0 &= -a_0 + (e_1 - a_1) * q^{-1} + (e_2 - a_2) * q^{-2} + \dots + (e_n - a_n) * q^{-n} + R_n * q^{-n} \\
 &= -a_0 + \sum_{t=1}^n g_t * q^{-t} + R_n * q^{-n}
 \end{aligned}$$

Geht man davon aus, dass im Zeitablauf gleichbleibende Einzahlungsüberschüsse  $g = g_t = g_{t+1}$ ,  $t = 1, \dots, n - 1$  vorliegen, so reduziert sich die Formel zu:

$$C_0 = -a_0 + g * \frac{q^n - 1}{q^n * i} + R_n * q^{-n}, \text{ wobei } \frac{q^n - 1}{q^n * i} \text{ als Barwertfaktor bezeichnet werden}$$

kann.

Bei einer unendlichen Nutzungsdauer  $n \rightarrow \infty$  konvergiert der Barwertfaktor gegen den Term  $\frac{1}{i}$ , so dass für diesen Fall die Formel nachfolgende Ausgestaltung annimmt.

$$C_0 = -a_0 + g * \left( \frac{1}{i} \right).$$

Ein positiver Kapitalwert bedeutet, dass die Verzinsung des investierten Kapitals über dem gewünschten Mindestzinssatz (dem Kalkulationszinssatz) liegt, wobei der Kapitalwert mit steigendem Kalkulationszinssatz abnimmt. Eine Investition lohnt sich nur dann, wenn der Kapitalwert positiv und im Vergleich zu den Alternativen maximal ist.

Den Kapitalwert erhält man auch, indem man von der Summe der Barwerte der zukünftigen Zahlungsreihe die Anschaffungsausgabe für das Investitionsobjekt abzieht. Man nennt dies auch den Net Present Value (NPV). Ein einfaches Beispiel wird in der folgenden Tabelle 1 zur Verdeutlichung dargestellt.

**Tabelle 1:** Berechnung des Kapitalwerts eines Investitionsobjekts

Jahr $t$	Zahlungsreihe (in 1000 Euro)	Abzinsungsfaktoren bei einem Kalkulationszinssatz $i$ von 5 %	Barwerte der künftigen Zahlungsreihe
$t = 1$	+ 10.000,-	$\frac{1}{1,05} = 0,952$	+ 9.524,-
$t = 2$	+ 20.000,-	$\frac{1}{1,05^2} = 0,907$	+ 18.140,-
$t = 3$	+ 30.000,-	$\frac{1}{1,05^3} = 0,864$	+ 25.920,-
Barwert der Zahlungsreihe (Summe)			+ 53.584,-
Anschaffungsauszahlung in $t = 0$			- 40.000,-
Kapitalwert des Investitionsobjekts			+ 13.584,-

Quelle: In Anlehnung an Schierenbeck, 1989, S. 319.

Die obigen Ausführungen zeigen, dass für die Berechnung des Kapitalwerts die Schätzung der erwarteten Cash Flows des Projektes über die gesamte Lebensdauer der Investition erforderlich ist. Der Cash Flow einer Periode ist die Differenz zwischen Einzahlungs- und Auszahlungsströmen, die auch als Einzahlungsüberschüsse  $g_t$  bezeichnet werden. Grundsätzlich gibt es mehrere Verfahren den Cash Flow zu ermitteln.<sup>4</sup> Bei der direkten Methode, die man auch als pagatorische Berechnung bezeichnet, werden die laufenden Einzahlungen minus den laufenden Auszahlungen zur Ermittlung verwendet. Bei der indirekten Cash-Flow-Ermittlung wird der Jahresüberschuss + Abschreibungen + Zuführung zu Rückstellungen (bzw. – Auflösung von Rückstellungen) herangezogen. In letzterem Fall werden die Zahlen aus der Bilanz abgeleitet.

Für die Bestimmung des kalkulatorischen Zinssatzes wird üblicherweise die Verzinsung alternativer Investitionsmöglichkeiten herangezogen, die als die Opportunitätskosten

<sup>4</sup> Vgl. Schierenbeck (1989), S. 581ff.

der Investition angesehen werden. Diese spiegeln den entgangenen Ertrag aus einer bestmöglichen sicheren Anlagealternative für das durchschnittlich gebundene Kapital wieder, die anderweitig hätte realisiert werden können. Die Schwierigkeit liegt darin, diesen Kalkulationszinssatz in der Praxis angemessen zu bestimmen. Hierbei ist hervorzuheben, dass die Opportunitätskosten neben dem Zeitwert des Geldes auch das mit dem Projekt verbundene Risiko reflektieren sollten. Eine denkbare Vorgehensweise ist, zunächst den Zinssatz für risikolose Anlagen, wie zum Beispiel den Zinssatz für Anleihen der öffentlichen Hand, mit einer dem Investitionsobjekt entsprechenden oder wenn dies nicht möglich ist, einfach den einer mittleren Laufzeit (etwa 5 Jahre) zugrunde zu legen. Zu diesem Zinssatz wird dann eine Risikoprämie hinzuaddiert werden, die das Unternehmen als Ausgleich für das spezifische Investitionsrisiko erhält. Zur Quantifizierung der Risikoprämie kann unter anderem auf die Risikobewertung von internationalen Rating-Agenturen zurückgegriffen werden.

Wenn alle Zahlungen sicher wären, könnte der Kalkulationszinssatz über den risikolosen Zinsfuß, der sich am Kapitalmarkt für festverzinsliche Anleihen bildet, ermittelt werden. Sind aber die Zahlungen zum Ende der Periode unsicher, was gewöhnlich der Fall ist, muss das Investitionsrisiko entweder durch Erhöhung des Kalkulationszinssatzes oder durch Verringerung der zu diskontierenden Zahlungsreihen berücksichtigt werden. Beide Ansätze führen zu der unmittelbaren Erkenntnis, dass der Marktwert einer unsicheren Zahlung kleiner ist als der einer in ihrer Höhe vergleichbaren sicheren Zahlung. Dabei wurde hier zunächst eine vollständige Eigenfinanzierung unterstellt. Wenn für die Durchführung der Investition zusätzliches Fremdkapital aufgenommen werden muss, müssen die durchschnittlich gewichteten Kapitalkosten zugrunde gelegt werden (Weighted Average of Capital Cost WACC). In diesem Fall erfolgt die Diskontierung mit den durchschnittlichen Kapitalkosten WACC. Für die konkrete Diskussion der Realoptionen kann die Kapitalstruktur vernachlässigt werden.

Wenngleich eine derartige dynamische Methode die zeitliche Struktur der Ein- und Auszahlungen einer Investition mit einbezieht, die dann entsprechend diskontiert oder aufgezinnt werden, so sind sie doch als unzureichend in ihrer Analyse zu bezeichnen. Hierbei ist beispielsweise hervorzuheben, dass die Möglichkeit zu einem späteren Zeitpunkt zu investieren oder die Unsicherheit über Erwartungen, nicht angemessen Eingang in die Betrachtung findet.

### 2.2.2 Annuitätenmethode

Unter einer Annuität ( $A$ ) versteht man eine Zahlungsreihe (oder Rente) mit gleich hohen Zahlungen zum Ende der einzelnen Jahre  $n$  der Nutzungsdauer, deren Kapitalwert dem der ursprünglichen Zahlungsreihe entspricht. So ist beispielsweise die Gewinnannuität eines Investitionsprojektes die Annuität, deren Kapitalwert gleich dem des Investitionsprojektes ist. Ein Investitionsprojekt ist nur dann vorteilhaft, wenn sie eine positive Annuität besitzt.

Man erhält die Annuität eines Investitionsobjektes, indem der Kapitalwert der ursprünglichen Reihe mit dem Kapitalwiedergewinnungsfaktor bzw. Annuitätsfaktor multipliziert wird:

$$A = C_0 * \frac{q^n * i}{q^n - 1} = C_0 * \text{Wiedergewinnungsfaktor} \quad (\text{entspricht dem reziproken Barwertfaktor})$$

Für  $n \rightarrow \infty$  und  $g = g_t = g_{t+1}, t = 1, \dots, n - 1$ , gilt:

$$A = -a_0 * i + g$$

Die Annuitätenmethode führt zum gleichen Ergebnis wie die Kapitalwertmethode. Die Berechnung stellt sich jedoch bei gleichbleibenden Einzahlungsüberschüssen einfacher dar. Als Schwachpunkt der Annuitätenmethode ist anzuführen, dass die erwartete Lebensdauer mit der Restlebensdauer des vorhandenen Investitionsobjektes nicht notwendigerweise übereinstimmen muss.

### 2.2.3 Interne Zinsfußmethode

Die interne Zinsfußmethode geht im Gegensatz zur Kapitalwertmethode nicht von einem Kalkulationszinssatz aus, sondern versucht den Diskontierungzinssatz zu finden, der zu einem Kapitalwert von Null führt. Bei Wertpapiergeschäften wird der interne Zinsfuß auch als Effektivverzinsung bezeichnet.

Der interne Zinsfuß  $r$  eines Investitionsobjektes berechnet sich formal implizit aus der folgenden Gleichung:

$$C_0 = -a_0 + \sum_{t=1}^n g_t * (1+r)^{-t} + R_n * (1+r)^{-n} = 0$$

Für eine unendliche Nutzungsdauer ( $n \rightarrow \infty$ ) und im Zeitablauf gleichbleibende Einzahlungsüberschüsse  $g$  gilt analog zu den Ausführungen bei der Kapitalzinsfußmethode:

$$C_0 = 0 = -a_0 + \frac{g}{r}. \quad \text{Hieraus kann der interne Zinsfuß unmittelbar bestimmt werden:}$$

$$r = \frac{g}{a_0}.$$

Nachdem der interne Zinsfuß berechnet worden ist, kann über die Vorteilhaftigkeit eines Investitionsobjektes entschieden werden, indem man diesen mit dem als relevant er-

achteten Kalkulationszinssatz vergleicht. Ein interner Zinsfuß der größer ist als der Kalkulationszinssatz deutet somit auf die Rentabilität des Investitionsprojektes hin.

Es gilt hervorzuheben, dass die interne Zinsfußmethode trotz der Einfachheit keine eindeutige Interpretation des Investitionsobjektes zulässt.

#### 2.2.4 Amortisationsdauer-Methode

Im Gegensatz zum Vergleich der statischen Amortisationsdauer versucht die Amortisationsdauer-Methode diejenige Periode  $t'$  zu bestimmen, bei der zum ersten Mal die Summe der diskontierten Einzahlungen größer oder gleich der Summe der diskontierten Auszahlungen ist. Die Periode  $t'$  bestimmt somit die Amortisationsdauer. Der Zeitpunkt  $t'$  eines Investitionsobjektes berechnet sich formal wie folgt:

$$t': = \min t^* \text{ s.t. } \sum_{t=1}^{t^*} e_t * q^{-t} \geq a_0 + \sum_{t=1}^{t^*} a_t * q^{-t} \Leftrightarrow -a_0 + \sum_{t=1}^{t^*} g_t * q^{-t} \geq 0,$$

woraus folgt, dass  $C_0 = (t^*) \geq 0$  ist.

Für im Zeitablauf gleichbleibende Einzahlungsüberschüsse  $g$  ist die einzuhaltende Nebenbedingung äquivalent mit der folgenden Ungleichung.

$$-a_0 + g \frac{q^{t^*} - 1}{q^{t^*} * i} \geq 0 \Leftrightarrow \frac{q^{t^*} - 1}{q^{t^*} * i} \geq \frac{a_0}{g}.$$

Wie unmittelbar ersichtlich ist, werden die Einzahlungsströme nach dem Zeitpunkt  $t'$  nicht mehr mitberücksichtigt. Diese Methode liefert somit nur ein unvollständiges Bild über die Vorteilhaftigkeit einer Investition. Gleichwohl wenn es lediglich um die Frage geht, ob eine derartige Investition vorteilhaft ist oder nicht, so kann der Schluss gezogen werden, dass dies der Fall ist, sofern es einen derartigen Zeitpunkt  $t'$  gibt.

#### 2.2.5 Tobin's q

Der Erwerb eines Unternehmens kann ebenfalls als eine Investitionsentscheidung angesehen werden. Ein Indikator, der als Maß für die Attraktivität eines Unternehmens herangezogen werden kann, ist Tobin's  $q$ .

Als  $Tobin's\ q = \frac{\text{Marktwert des Unternehmens}}{\text{Wiederbeschaffungskosten der Vermögensgegenstände}}$  bezeichnet man

das Verhältnis zwischen dem Marktwert eines betrachteten Unternehmens und den Wiederbeschaffungskosten der Vermögensgegenstände. Der Marktwert kann auch als Barwert der künftigen Cash Flows interpretiert werden.

Zieht man Tobin's  $q$  als entscheidungsrelevanten Parameter für den Erwerb eines Unternehmens heran, so ist ein Unternehmenskauf dann empfehlenswert, wenn der Wert dieses Parameter größer als Eins ist.<sup>5</sup> An dieser Stelle sei nochmals hervorgehoben, dass hier nicht die Vorteilhaftigkeit eines unabhängigen Investitionsobjektes betrachtet wird, sondern mit dem Erwerb eines Unternehmens im weitergehenden Sinn ein Investitionsprogramm.

In der praktischen Bestimmung tauchen jedoch bei Tobin's  $q$  einige nicht triviale Probleme auf. Zum einen betrifft dies die Bestimmung der Wiederbeschaffungskosten des Unternehmensvermögens, weil es zum einen keinen funktionierenden Markt für alte oder gebrauchte Anlagen gibt, die Unternehmen keine Zahlen über ihre aktuellen Anlagewerte veröffentlichen und zum anderen der ökonomische Wert der Anlagen nicht tatsächlich mit dem gezahlten Preis übereinstimmen muss, da manche Anlagen in bestimmten Kombinationen einen höheren Wert generieren können. Erschwerend kommt hinzu, dass der technische Fortschritt mitberücksichtigt werden muss: Anlagen werden im Laufe der Zeit in der Tendenz effizienter, so dass bei der Wiederbeschaffung der Investitionsobjekte der technische Fortschritt in Form von höherwertigen Anlagen mit erworben wird. Auch eine inflationsbereinigte Bewertung relativiert dieses Problem nicht. Außerdem beeinflusst die Abschreibungsmethode und der zugrundegelegte Zeitraum die Wiederbeschaffungskosten der Vermögensgegenstände des Unternehmens. Dies impliziert, dass ein Investor in der Praxis bei der Bestimmung der Wiederbeschaffungskosten auf Schätzungen angewiesen sein wird, die keine eindeutige Bewertung erlaubt.

Im theoretischen Idealfall des vollkommenen Wettbewerbs nimmt Tobin's  $q$  den Wert 1 an. Ein  $q$  kleiner 1 deutet entweder auf eine ruinöse Wettbewerbsintensität oder eine Überregulierung des Marktes hin. Ein weiterer Grund für ein  $q$  kleiner als 1 könnte ein schrumpfender Markt sein. Sofern also der Nettoinvestitionswert kleiner Eins ist, besteht kein Anreiz, in den betrachteten Markt einzutreten. Das Unternehmen hat in diesem Fall einen geringeren Marktwert als die verursachten Investitionskosten. Andererseits sollte ein Unternehmen bei einem  $q$  von größer als 1 investieren. Ein  $q$  größer als 1 deutet auf einen attraktiven Markt mit Blick auf die Gewinnerzielungsmöglichkeiten hin, oder kann auch auf regulierten Märkten auftreten, wenn das regulierte Unternehmen übernormale Gewinne erwirtschaftet oder anders argumentiert der Regulierer dem Unternehmen eine zu hohe Monopolrente überlässt. Im Allgemeinen erhöht ein niedriges  $q$  auch die Gefahr einer Unternehmensübernahme, da in diesem Falle der Aufkäufer das Unternehmensvermögen gewinnbringend liquidieren kann.<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> Vgl. Lindenberg/Ross (1981), S. 2ff.

<sup>6</sup> Brealey/Myers (1991), S. 684f.

Mit zunehmender Marktmacht der in einem Markt agierenden Unternehmen steigt in der Tendenz auch Tobin's  $q$ .<sup>7</sup> Dies bedeutet, dass neben dem Anreiz ein derartiges Unternehmen zu erwerben auch ein Anreiz zur Gründung von Unternehmen besteht, um auf diese Weise in diesen Markt einzutreten. Geht man davon aus, dass es sich um einen sogenannten kontestablen Markt ohne Marktzutrittsschranken handelt, so ist in einem solchen Markt auf absehbare Zeit ein  $q$  von Eins zu prognostizieren.

Neben den real begründeten Ursachen können auch spekulative Motive auf dem Aktienmarkt den Wert von Tobin's  $q$  beeinflussen. Der Marktwert wird auf Basis der ausgegebenen Aktien multipliziert mit dem aktuellen Aktienpreis, bestimmt. Bei stark schwankenden Aktienkursen ist Tobin's  $q$  von daher nur bedingt aussagefähig. Besonders Marktwerte innovativer Unternehmen werden in der Anfangsphase höher bewertet, da man davon ausgeht, dass diese erst in Zukunft Gewinne erwirtschaften werden. Eine derartige Einschätzung ist jedoch mit einer hohen Unsicherheit verbunden, was die derzeitige Situation der sogenannten „New Economy“ Firmen verdeutlicht. In diesem Kontext spielen auch Goodwill-Abschreibungen eine wesentliche Rolle. Darunter versteht man den Firmenwert oder Geschäftswert, den ein Käufer bei Übernahme einer Unternehmung als Ganzes und unter Berücksichtigung aller künftigen Ertragserwartungen (=Ertragswert) über den Wert der einzelnen Vermögensgegenstände nach Abzug der Schulden (=Substanzwert) hinaus zu zahlen bereit ist. Der Firmenwert entspricht der Differenz von Ertrags- und Substanzwert. Weitere den Unternehmenswert steigernde Faktoren sind z.B. bekannter Markenname, gutes Management, effiziente Verfahren, qualifizierter Mitarbeiterstamm, verkehrsgünstige Lage oder langfristige lukrative Stammkunden. Auch diese Faktoren beeinflussen den Marktwert eines Unternehmens und gehen positiv in den Wert von Tobin's  $q$  ein.

Insgesamt erscheint Tobin's  $q$  für die Bewertung eines Marktes und der Marktmacht geeigneter zu sein als für die Bewertung von konkreten Investitionsobjekten, da diese Maßgröße nicht die richtigen Investitionssignale reflektiert. Dabei muss jedoch betont werden, dass selbst modifizierte Ansätze des Tobin's  $q$  weder die Irreversibilität noch den Wert der künftigen Handlungsoptionen erfassen und insofern unzureichend bleiben. Bei der Bewertung des Marktwertes über Tobin's  $q$  wird zwar der Gegenwartswert des Unternehmens berücksichtigt, nicht aber der Wert der aus den zukünftigen Realoptionen resultiert.

---

<sup>7</sup> Marktmacht wird in der mikroökonomischen Theorie auch durch den Lerner-Index erfasst:

$$L = \frac{p - GK}{p} = \frac{1}{e},$$
 wobei GK die Grenzkosten,  $p$  den Preis und  $e$  die Nachfrageelastizität im Monopolfall darstellen. Bei vollständiger Konkurrenz ist der Lerner-Index nahezu Null. Mit zunehmender Marktmacht steigt der Lerner-Index. Näheres dazu in Alkas (1999).

### 2.2.6 Jorgenson's user cost of capital

Eine weitere Methode zur Bewertung von Investitionen stellt das sogenannte Jorgenson's „user cost of capital“ Konzept dar. Als „user cost of capital“ bezeichnet dieser die Kosten des Kapitals, die einem Unternehmen entstehen, wenn es in Unternehmensvermögen (Assets) investiert. Unter dem Begriff „cost of capital“ wird ein Zins- bzw. Diskontsatz verstanden, der als Preis für die Nutzung von Kapitalressourcen zu zahlen ist.<sup>8</sup> Da es bei Investitionsentscheidungen nicht nur der Aspekt der Verzinsung von Bedeutung ist, sondern auch andere bei der Nutzung von Kapitalgütern bedeutende Kostenbestandteile wie z.B. Abschreibungen relevant sind, erscheint der Begriff „user cost of capital“<sup>9</sup> in diesem Zusammenhang als sinnvoller.

Unter Vernachlässigung von Steuereinflüssen können die „user cost of capital“ wie folgt bestimmt werden:

$$\text{User cost of capital} = P_k (r_a + d - \Pi_k^e),$$

wobei  $P_k$  den Preis für das eingesetzte Investitionsobjekt,  $r_a$  den risikoadjustierten Zinssatz für die Diskontierung,  $d$  die exponentielle Rate der erwarteten Abschreibung, und das  $\Pi_k^e$  die erwartete exponentielle Rate der Inflationsrate bezogen auf das eingesetzte Investitionsobjekt, bezeichnet. Gemäß dieser Formel entsprechen die „user cost of capital“ den Finanzierungskosten der Investition plus der Abschreibung Investitionsobjekts.<sup>10</sup>

Die Höhe der Kosten für das gebundene Kapital hängt zum einen von der Abschreibung ab, da der Wert der Anlagen im Zeitverlauf durch Abnutzung sinkt und hängt zum anderen von der erzielten Rendite der Investition ab. Die Rendite (rate of return) spiegelt hier die Opportunitätskosten wieder, die alternativ auf dem Kapitalmarkt hätten erzielt werden können. Nach Jorgenson soll ein Unternehmen - unter Vernachlässigung von Unsicherheitsfaktoren - dann investieren, wenn der marginale Profit des zusätzlich eingesetzten Kapitals mindestens den Kosten des Kapitals entspricht.<sup>11</sup> Insofern ist die Investitionstätigkeit von den Kosten des Kapitals abhängig.

Die Möglichkeit, dass ein Unternehmen einen ökonomischen Gewinn durch Hinauszögern des Investitionszeitpunktes erzielen kann, wird auch bei diesem Ansatz vernachlässigt: Eine dynamische Betrachtung unter Berücksichtigung der Faktoren wie Unsicherheit, Irreversibilität der Investition und Wahl des Investitionszeitpunktes werden ebenfalls nicht in die Analyse mit einbezogen. Dieser Ansatz könnte zwar dahingehend

---

<sup>8</sup> Vgl. bspw. Auerbach (1983, S. 905): "Most simply, if [the cost of capital] is the price paid for the use of capital resources over a defined period of time and, hence, the discount rate that firms should use in evaluating investment projects that transform current inputs into subsequent outputs. Normally, one thinks of this price as the observed interest rate."

<sup>9</sup> Vgl. Jorgensen (1963), S. 247.

<sup>10</sup> Näheres in Hubbard und Lehr (1996).

<sup>11</sup> Vgl. Dixit/Pindyck (1994), S. 145.

modifiziert werden, dass über die Abschreibungsdauer der Wert der Realoption gegebenenfalls erfasst würden. Eine solche Vorgehensweise ist jedoch aus Gründen der Methodenreinheit eher abzulehnen, da möglicherweise dabei der Grundgedanke der Realoptionen nicht hinreichend Berücksichtigung finden würde (siehe Kapitel 5).

Insgesamt betrachtet, führen klassische Investitionsanalysen einschließlich der „klassischen dynamischen“, die die Entscheidungsflexibilitäten der Investoren in der Zukunft nicht berücksichtigten zu einer inadäquaten Bewertung, die i.d.R. zu einer Unter- aber auch Überbewertung von Investitionsobjekten verleiten kann. Im Ergebnis kann dies im Extremfall dazu führen, dass entweder eine zukünftige profitable Investition nicht durchgeführt wird, oder aber der Investitionszeitpunkt zu früh gewählt wird bzw. in ein unrentables Projekt investiert wird. Der „klassisch dynamische“ Kapitalwert-Ansatz (wird ab hier als statische Bewertung betrachtet) der vor Projektbeginn eine Entscheidung darüber verlangt, ob nun jetzt investiert werden soll oder nie, erfasst nicht den Umstand, dass Einzahlungsüberschüsse auch von zukünftigen operativen und strategischen Handlungsspielräumen und den dazu gehörigen Wahlmöglichkeiten abhängig sind. Insofern geht der Kapitalwert-Ansatz von einer statischen Prognose über künftige Zahlungsreihen aus und vernachlässigt dabei Handlungsoptionen von Entscheidungsträgern, die bei Eintritt ungünstiger Situationen eingesetzt werden können, um den Kapitalwert zu maximieren bzw. die Verluste zu minimieren. Nur unter Berücksichtigung von Realoptionen kann die Struktur der erwarteten Zahlungsreihe und damit ihr Risiko beeinflusst werden, was bei den klassischen Ansätzen wie bereits erwähnt unberücksichtigt bleibt.

### 3 Realoptionen und ihre Bedingungen

#### 3.1 Der Grundgedanke der Realoptionen

Der Begriff Option, ist vom lateinischen „optio“ abgeleitet und bedeutet expressis verbis Wahlmöglichkeit bzw. freie Entscheidung. Damit kommt zum Ausdruck, dass eine Möglichkeit eröffnet wird, jedoch keine Verpflichtung besteht. Der Begriff „Real Option“ (Realoption) steht in Abgrenzung zu dem Terminus „Financial Option“ und erfasst die Möglichkeiten, die sich im Hinblick auf Handlungsalternativen bezüglich von Realinvestitionen ergeben. Aufgrund von Wahlmöglichkeiten, die wie bereits erwähnt keine Verpflichtungen darstellen, resultiert ein strategisch bedingter Optionswert: Aufgrund unvollständiger Informationen und aufgrund von technischem Fortschritt kann die Möglichkeit des Abwartens im Hinblick auf eine zu tätige Investition bzw. der Ausdehnung der Entscheidungsphase im Investitionsprozess einen Wert generieren. Dies gilt insbesondere, da eine zeitliche Verschiebung einer Investition die Unsicherheit bezüglich der erwarteten Erträge verringern kann.<sup>12</sup>

Eine Analogie dazu findet man in der ökonomischen Suchtheorie: Es kann auch in einem statischen Umfeld beispielsweise sinnvoll sein, eine Kaufentscheidung hinauszuzögern, weil man sich beim Aufsuchen eines nächsten Anbieters erhofft, das gleiche Produkt günstiger oder ein höherwertiges Produkt zu erhalten. Aufgrund dessen sind beispielsweise im Internet Verkaufsbüros entstanden, die den Kunden diesen Suchdienst abnehmen bzw. erleichtern.

Wie im nächsten Abschnitt dargestellt wird, wird der Wert einer Investition auch entscheidend von der Irreversibilität von Investitionsentscheidungen beeinflusst. Insbesondere ist dabei wesentlich, inwieweit eine einmal getätigte Investitionsentscheidung nicht mehr veränderbare Rahmenbedingungen schafft: Ein auf Kupferdoppelader verlegtes Leitungsnetz kann beispielsweise nicht einfach auf eine Glasfasernetzstruktur umgerüstet werden. Eine GSM-Netzinfrastruktur sieht sicherlich anders aus, als ein UMTS-Netz. Neben technischen Einrichtungen werden dabei auch optimale Standorte der Basisstationen anders sein. Mit der Inanspruchnahme der Option des Wartens und des Aufschiebens einer Investition vergeht jedoch auch Zeit, so dass andererseits Opportunitätskosten entstehen.

Um den Grundgedanken der Realoptionen nochmals zu verdeutlichen greifen wir auf ein mögliches Szenario im Mobilfunkbereich zurück. In einigen Ländern werden auch derzeit noch GSM/DCS-1800 Lizenzen vergeben. Potentielle Investoren könnten jedoch geneigt sein, auf eine derartige Investition zu verzichten, um diese Technologie quasi zu überspringen um direkt auf UMTS zu setzen, da in naher Zukunft in diesen Ländern

---

<sup>12</sup> Vgl. Dixit/Pindyck (1994).

auch mit einer Vergabe dieser Lizenzen zu rechnen ist. Bei der Abwägung einer solchen Entscheidung ist auch bedeutend, ob regulatorische Verpflichtungen für 2G-3G bzw. 2G-2G Roaming-Abkommen bestehen bzw. ob selbige aufgrund wettbewerblicher Mechanismen angeboten werden.

Die traditionellen Ansätze der Investitionstheorie erfassen wie bereits erwähnt nicht die Möglichkeiten der Real Options, die im wesentlichen als Flexibilität eines Investors aufgefasst werden können. Diese Flexibilität kann dazu eingesetzt werden, um einerseits die Verluste zu minimieren und andererseits Gewinnpotentiale zu maximieren, in dem das Unternehmen bereits geplante Strategien nachträglich verändert, wenn mehr Informationen bekannt werden. Um diese Handlungsoptionen in angemessener Weise abzubilden, hat man sich der Erkenntnisse aus der Theorie der Finanzoptionen bedient, da diese bereits schon weiter entwickelt war. Die Parallelität zu Kaufoptionen im Aktienmarkt wird insbesondere dann deutlich, wenn wir eine Investition als ein Recht, nicht aber Pflicht verstehen, eine Ausgabe zu tätigen und damit das Recht auf zukünftige (wenn auch unsichere) Einzahlungen zu erwerben. Insofern verändert die Verfügbarkeit von Realoptionen die Investitionsentscheidungen in erheblichem Maße. Die konkrete Investitionsentscheidung selbst bedeutet, dass eine Realoption ausgeübt bzw. vernichtet wird oder dadurch weitere Realoptionen geschaffen werden. Während Investitionsentscheidungen, die Realoptionen vernichten, sinnvoller Weise aufgeschoben werden sollten, ist die Situation bei Investitionsentscheidungen, die weitere Realoptionen schaffen umgekehrt, da der Wert der Investition mit dem Wert der zusätzlichen Realoptionen steigt und deswegen vorgezogen werden sollte. Im allgemeinen kann der Realoptionen Ansatz als Risikomanagement aufgefasst werden, was darauf abzielt, eine ergebnisorientierte Planung, Steuerung und Koordination von Investitionsprozessen in Form von Optionen zu gewährleisten und so dem Management sequentiell auf jeder Entscheidungsstufe operative und strategische Handlungsmöglichkeiten zu bieten. Mit anderen Worten kann in jedem Zwischenstadium die noch realisierbare Restlösung einer bestimmten Entscheidungsfolge optimiert werden. Eine etwaige Quantifizierung des Optionswertes muss auf der jeweiligen Entscheidungssituation unter Berücksichtigung der Restlösungen erfolgen.

Eine faktische Investition hat somit seine Entsprechung zu dem Kauf oder Verkauf einer Finanzoption. Die unsicheren Zahlungen und die Unsicherheit über mögliche andere Alternativen der Investition entsprechen im wesentlichen der Unsicherheit über den Verlauf des Aktienkurse für das Papier, das gerade betrachtet wird. Die Heranziehung dieser optionstheoretischer Ansätze ermöglicht in vielen Fällen Realoptionen annähernd zu bewerten und in der Investitionsplanung zu berücksichtigen. Allerdings, wie in dieser Arbeit noch näher ausgeführt wird, sind die Erkenntnisse aus der Optionspreistheorie an bestimmten Stellen jedoch auch nur bedingt übertragbar.

Im Allgemeinen können Modelle mit laufenden Handlungsoptionen, die einen dynamischen Charakter besitzen, mit nicht-linearen Differentialgleichungen gelöst werden. Dixit und Pindyck (1994) zeigen diese beispielhaft auf. Allerdings führen sie nicht in

allen Fällen zu analytisch eindeutigen Lösungen. Aus diesem Grund beschränkt man sich häufig auf Anwendungsbeispiele, deren Differentialgleichungen linear oder log-linear in den Ableitungen sind, um analytisch lösbare Ansätze zu erhalten. Dangl/Wirl (2000, S. 212ff.) zeigen in ihrem Beitrag, dass das Modell der optimalen Ausmusterung einer Maschine von Dixit und Pindyck (1994), S. 110ff. nicht explizit numerisch gelöst werden kann. In ihrem Beispiel, welches methodisch präsentiert wird, zeigen sie, dass auch das Weiterbetreiben von Maschinen, die Verluste einfahren, sinnvoll sein kann, wenn eine einmal getroffene Entscheidung bezüglich der Ausmusterung der Maschine nicht mehr rückgängig gemacht werden kann. Allerdings scheint hier ein Widerspruch zu dem Realoptionen Ansatz zu existieren, da zukünftige Handlungsoptionen, wie sie in Abschnitt 4.4.2 dargestellt werden, unter Umständen auch temporäre<sup>13</sup> Stilllegungen bzw. Ausmusterungen erlauben, wenn dies insgesamt vorteilhaft erscheint.<sup>14</sup> Durch den Realoptionen Ansatz kann insofern auch gezeigt werden, dass es nach erfolgter Investition rational sein kann, in gewissem Umfang Verluste zu tolerieren.

Bei den von Dixit/Pindyck (1994) sowie Trigeorgis (1998) behandelten Fällen wird in der Regel ein bestimmtes Investitionsprojekt betrachtet, in welches investiert werden soll. Alle anderen Investitionsalternativen werden dabei vernachlässigt, um das Wahlproblem zu umgehen, was letztendlich rein subjektiv sein dürfte. Das Wahlproblem dürfte aber auf dem TK-Sektor ohnehin nicht so eine große Rolle spielen, da die meisten Investitionsvorhaben so spezifisch sind, dass ein Investor in der Regel keine große Auswahlmöglichkeiten haben dürfte.

Der Gedanke und die Relevanz von Realoptionen wird in dem nachfolgenden Beispiel dargestellt: Diese Ausführungen basieren auf einer Darstellung in Dixit und Pindyck (1994). Ein potentieller Investor steht vor der Frage, ob er eine Fabrik errichtet, die ein bestimmtes industrielles Produkt produzieren wird. Es wird angenommen, dass die Investition irreversibel ist, und dass in dieser Fabrik lediglich dieses spezifische Produkt hergestellt werden kann. Die Fabrik kann sofort ohne Zeitverzögerung errichtet werden. Dazu bedarf es einer Investition in Höhe von 1.600 Euro. Die Betriebskosten werden im vorliegenden Fall als Null unterstellt. Ferner gehen wir davon aus, dass pro Periode lediglich eine Einheit des Produktes produziert werden kann. Der Preis der dafür erzielt werden kann ist unsicher. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 1/2 wird er 300 betragen und mit einer Wahrscheinlichkeit von 1/2 beträgt er lediglich 100. Die Unsicherheit über den Preis schwindet am Ende der ersten Periode. Es wird hier unterstellt, dass der sich dann offenbarende Preis für alle Folgeperioden gilt.

---

<sup>13</sup> Die Vorteilhaftigkeit von temporären Stilllegungen und der Wiederinbetriebnahme in Abhängigkeit der Preise wird beispielsweise in Brennan/Schwartz (1985), S. 135ff. behandelt.

<sup>14</sup> Der an diesen mathematischen Problem interessierte Leser wird auf den Beitrag von Dangl/Wirl (2000) verwiesen.

Betrachten wir zunächst das Investitionsentscheidungskalkül aus dem Blickwinkel des Net Present Value bzw. der Kapitalwertmethode. Danach hat der potentielle Investor lediglich die Wahl, ob er die Investition tätigt oder nicht. Gemäß der Kapitalwertmethode würde dies eine Auszahlung in Höhe von 1.600 Euro jetzt implizieren und einen erwarteten Strom von Einzahlungen in Höhe von 200 Euro über einen unendlichen Zeitraum hinweg. Unterstellen wir einen Zinssatz von 10 % so errechnet sich der Kapitalwert gemäß der folgenden Gleichung:

$$NPV = -1.600 + \sum_{i=0}^{\infty} \frac{200}{(1,1)^i} = -1.600 + 2.200 = 600 \text{ EURO} .$$

Sofern man also lediglich die Entscheidung hat, ob man die Investition jetzt oder nie vornimmt, würde man diese jetzt vornehmen, da diese einen positiven Net Present Value in Höhe von 600 Euro hat. Sofern jedoch auch die Option besteht, eine Periode zu warten, stellt sich das Kalkül anders dar. In diesem Fall ist der Kapitalwert der Investition zu berechnen, der resultiert, wenn man die Investition in der nächsten Periode tätigt. Gemäß der Annahmen hat man am Ende der Periode 1 Sicherheit über den Preis des Produktes. Sofern sich herausstellt, dass dieser 100 ist, wird man nicht investieren, da der Kapitalwert in diesem Fall negativ wäre. Für den Fall, dass dieser 300 beträgt, wird man jedoch investieren, da der Kapitalwert (NPV) positiv ist. Der NPV, der sich im Falle des Wartens ergibt, beträgt somit:

$$NPV = 0,5 \left[ \frac{-1.600}{1,1} + \sum_{i=1}^{\infty} \frac{300}{(1,1)^i} \right] = \frac{850}{1,1} = 773 \text{ EURO} .$$

Vergleicht man die beiden Werte so zeigt sich, dass es sich aus Sicht des Entscheidungsträgers lohnt, eine Periode zu warten, da der Kapitalwert dieser Option 773 Euro beträgt. Hierbei wurde unterstellt, dass die zu tätige Investitionssumme unverändert bleibt. Der Wert aus der Handlungsflexibilität bzw. des Abwartens ergibt sich als Differenz beider Kapitalwerte, also 773 minus 600 gleich 173 Euro.

Es ist nochmals hervorzuheben, dass für das Ergebnis folgende Faktoren entscheidend sind: Die Irreversibilität der einmal getätigten Investition und Unsicherheit über zukünftige Marktentwicklungen, sowie genauere Informationen bzw. Rahmenbedingungen zu einem späteren Zeitpunkt. Gleichwohl ist auch zu betonen, dass dies eine sehr vereinfachte Modell-Spezifikation ist. Es kann daneben Gründe geben, eine Investition nicht hinaus zu zögern: First-Mover Advantages im Hinblick auf Wettbewerber, Auslauf eines Patentes, Finanzierungsrestriktionen etc.

## 3.2 Gründe für die Berücksichtigung von Realloptionen

### 3.2.1 Die Bedeutung von Sunk Costs für Realloptionen

Die Irreversibilität von Investitionen ist von entscheidender Bedeutung im Zusammenhang von Realloptionen. Andernfalls könnten Investitionen risikolos getätigt werden, so dass ein Hinauszögern einer Investition allenfalls Nachteile verursachen würde. Irreversible Investitionen sind dadurch charakterisiert, dass sie bei einem Marktaustritt oder bei einer zukünftig anstehenden Investitionsentscheidung nicht ohne Wertverlust liquidierbar sind. Die aufgrund der Irreversibilität zurechenbare Kosten nennt man versunkene Kosten oder Sunk Costs. Diese können unterschieden werden in exogene Sunk Costs oder Set-up Costs, die bei dem Markteintritt als Investitionskosten für den Aufbau von Kapazitäten entstehen.<sup>15</sup> Endogene versunkene Kosten sind solche, die während der Geschäftstätigkeit des Unternehmens beispielsweise für Werbung und Forschung ausgegeben werden.

Die Liquidierbarkeit von Investitionsgegenständen ist in hohem Maße von der spezifischen Eignung der eingesetzten Produktionsfaktoren abhängig. Sunk Costs sind nicht zu verwechseln mit fixen Kosten, letztere sind sogenannte von der letztendlichen Ausbringungsmenge - unabhängige Kosten. Im Falle einer Veräußerbarkeit einer entsprechenden Anlage stellen diese jedoch keine versunkenen Kosten dar.

Versunkene Kosten sind auch im Rahmen von Marktanalysen von entscheidender Bedeutung. Märkte auf denen keine Marktzutrittsbarrieren bestehen und auch keine versunkene Kosten entstehen, bezeichnet man als kontestabel bzw. bestreitbare Märkte. Diese zeichnen sich gemäß der wirtschaftstheoretischen Modelle dadurch aus, dass dort Marktpreise anzutreffen sind, die bei funktionierendem bzw. vollständigen Wettbewerb resultieren. Hingegen stellen Sunk-Costs eine Markteintrittsbarriere dar und verleihen den Unternehmen am Markt eine gewisse Marktmacht, um beispielsweise auch höhere Preise durchzusetzen.

In der Praxis ist es sicherlich schwierig zu bestimmen, welche Teile der Investitionen tatsächlich versunkene Kosten darstellen. Beispielsweise ist auch denkbar, dass eine alternative Festnetzstruktur im Telekommunikationsbereich von einem anderen Wettbewerber der Telekom gekauft wird. Derartige Einschätzungen sind jedoch mit entsprechenden Unsicherheiten behaftet. Zum einen ist nicht klar, ob ein Käufer wirklich existiert, zum anderen ist der Preis, den ein potentieller Käufer zu zahlen bereit ist, im Vorfeld nur schwer determinierbar. Dies gilt nicht nur für vergleichsweise einzigartige Investitionsgüter, sondern auch für gängigere Investitionsobjekte wie PC's, PKW's, Büroausstattung etc.

---

<sup>15</sup> Vgl. Sutton, J. (1991).

Wenn die relevanten Informationen für die Investitionsentscheidung unzureichend sind, kann das Management durch Wahrnehmung der Option des Wartens mögliche Sunk-Costs sparen. Grund für eine derartige Strategie kann neben der Unsicherheit bezüglich der Nachfrageentwicklung auch ein technischer Fortschritt sein. Indem man zu einem Zeitpunkt  $t$  investiert, entscheidet man sich für eine dann verfügbare Technologie und ist an diese aufgrund der Irreversibilität typischerweise in hohem Maße gebunden. Im Festnetzbereich kann der Ausbau einer Infrastruktur auf Basis von Glasfasertechnologie oder Kupferdoppelader erfolgen. Der Wert von der Glasfasertechnologie relativiert sich sicherlich durch die Möglichkeit von ADSL oder Video on Demand (VoD).

Die Beispiele verdeutlichen, dass Warten oder Hinauszögern einer Investitionsentscheidung sinnvoll sein kann. Andererseits sind in durch Konkurrenz geprägten Märkten auch andere strategische Aspekte von Bedeutung. Jemand der erst später in den Markt tritt, hat es oft schwerer, einen entsprechenden Kundenstamm zu gewinnen. In einen bestimmten Markt als Second Mover oder allgemeiner gesprochen als Nachfolger einzutreten ist häufig mit erheblichen Nachteilen verbunden. Sony ist mit der PlayStation2 das erste Unternehmen, welches eine Spielekonsole der neuen Generation mit hoher Auflösung, DVD Player, potentiell internetfähig etc. eingeführt hat. Die Multimedia Box, die Microsoft nun anbietet, mag zwar potentiell besser sein, aber die Kunden, die bereits jetzt schon eine PlayStation2 erworben haben, werden aufgrund von Switching-Costs die erworbene PlayStation2 und Spiele weiterhin nutzen. Diese Kunden dürften folglich nur schwer zu einem Wechsel zu bewegen sein.

Insgesamt kann folgendes festgehalten werden: Da Sunk Costs bei Normalinvestitionen gewöhnlich in Abhängigkeit ihrer Lebensdauer abgeschrieben werden, sind sie zu Beginn der Investition am höchsten und nehmen im Zeitablauf ab. Dies kann intuitiv damit erklärt werden, dass in den generierten Cash Flows implizit durch die Abschreibungen ein Teil der Anschaffungskosten enthalten sind. Mit anderen Worten hat im Extremfall ein Investitionsobjekt, dass voll amortisiert ist, keine Sunk Costs mehr. Angenommen es liegen keine Sunk Costs vor, dann sind die Opportunitätskosten im Zusammenhang mit dem Hinauszögern der Investition gleich Null, da der Investor in diesem Falle jederzeit ohne Verluste sein Investitionsobjekt abstoßen kann.

### 3.2.2 Mögliche Unsicherheitsfaktoren auf dem Telekommunikationssektor

Prinzipiell erfolgen Investitionen in einem unternehmerischen und gesellschaftlichen Umfeld, das mittelbar oder unmittelbar Einfluss auf die Investitionsentscheidung hat. Dabei sind neben den rein investitionsbezogenen Einflussfaktoren wie z. B. Risiko, Laufzeit und Finanzierung, u. a. auch die Wettbewerbssituation, rechtliche, wirtschaftliche und politische Rahmenbedingungen, technische Innovationen sowie unternehmensintern die Ziele und die strategische Ausrichtung des Unternehmens relevant. Daher werden Entscheidungen über Investitionen nur unter Berücksichtigung dieser Faktoren nachvollziehbar und beeinflussbar. Da Investitionen mit Unsicherheit verbunden

sind, kann es rational sein, beabsichtigte Investitionsentscheidungen aufzuschieben, um weitere Informationen bezüglich der Einflussfaktoren zu generieren. Der Wert der Option wird nach Dixit und Pindyck (1994) als der strategische Vorteil oder Nutzen bezeichnet, der sich aufgrund der unsicheren zukünftigen Information für die Entscheidungsfindung ergibt.

Folgende Faktoren sind im TK-Bereich bei Investitionsentscheidungen von besonderer Relevanz:

- Erwartung über die Preise von Inputfaktoren, die sowohl fallen als auch steigen können;
- Erwartungen über die Preise der Endprodukte;
- Entwicklung der Nachfrage;
- Konjunkturelle Entwicklungen;
- Entwicklungen der Zinsen;
- Marktbarrieren, Markteintrittsentscheidungen und Marktverhalten von Wettbewerbern;
- Erwartungen über den technischen Fortschritt, insbesondere die Entwicklung neuer Technologien;
- Entwicklung der regulatorischen Rahmenbedingungen.

Die oben genannten Risikofaktoren im TK-Bereich haben wir deshalb aufgeführt, weil der Wert der Realloption mit dem Risiko positiv korreliert: Sinkt das Risiko sinkt auch der Wert der Realloption. Zum einen gibt es also Marktrisiken (analog dem systematischen Risiko bei Indexoptionen). Diese Art von Risiken wirken auf alle Unternehmen eines Teilsegments innerhalb einer Branche gleichermaßen und lassen sich über beobachtbare Branchendaten (z.B. mittels der Volatilität eines entsprechenden Branchenindex) ableiten. Neben dieser Risikokategorie ist ein Investor auch unternehmensspezifischen Risiken (analog dem unsystematischen Risiko bei Aktienoptionen) ausgesetzt. Während Marktrisiken wenn überhaupt nur mittelbar beeinflussbar sind, werden die unternehmensspezifischen Risiken maßgeblich durch die Managementfähigkeiten und das Human Kapital der Beschäftigten innerhalb des Unternehmens beeinflusst und unterliegen folglich in stärkerem Maße Schwankungen. Es ist offenkundig, dass wenn überhaupt, dann wohl eher das systematische Risiko erfassbar sein wird als das unsystematische.

Um eine Bewertung von Investitionsentscheidungen mit dem Ansatz der Realloptionen vornehmen zu können, müssten optionsartige Risikoprofile begründet und sowohl das marktspezifische als auch das unternehmensspezifische Risiko einer Investition erfasst

werden, was keine triviale Aufgabe darstellt. Hier muss nochmals hervorgehoben werden, dass die Berücksichtigung unternehmensspezifischer Risiken wenn überhaupt nur über komplexe Ansätze lösbar sind, auf die nachfolgend im Kontext der Realoptionen noch näher eingegangen wird.

### 3.3 Voraussetzungen für die Bewertung von Realoptionen mit den Ansätzen der Optionspreistheorie

Die methodische Analyse von Realoptionen kann weitgehend Anleihe von der Analyse von Finanzoptionen nehmen. Betrachten wir dazu das Beispiel aus dem Abschnitt 3.1. Die dort angeführte Optionsinvestition entspricht dort einer Kaufoption für eine allgemeine Aktie. Der Optionsinhaber erwirbt das Recht (aber nicht die Verpflichtung), eine Investitionsausgabe (Preis einer Option) zu tätigen und erhält dafür ein Projekt (Aktien), wobei der Wert stochastisch variiert. In dem betrachteten Fall, haben wir eine Option „im Geld“. Dies bedeutet: Würden wir die Option heute ausüben, würden wir eine positive Auszahlung erhalten. Man sagt, dass eine Option „aus dem Geld ist“, wenn damit heute keine positive Auszahlung realisiert werden kann. In unserem Beispiel bestand jedoch ein Wert darin zu warten, weil mit der Wahrscheinlichkeit von  $\frac{1}{2}$  ein Wert  $V_1 = 3.300$  Euro erzielt werden kann. Der Wert dieser Warteoption betrug nach unserer Berechnung 773 Euro. Aufgrund dessen stellen wir im weiteren Teil dieses Kapitels dann ausführlich wesentliche Erkenntnisse der Finanzmarkttheorie dar. In Kapitel 4 wird die Analogie von Finanz- und Realoptionen noch näher dargestellt. Nachfolgend stellen wir die wesentlichen Elemente und Betrachtungsweise der Optionspreistheorie für Finanzmärkte dar.

Eine Darstellung der wesentlichen Grundzüge von Finanzoptionen empfiehlt sich insbesondere auch, weil das Begriffsinstrumentarium dort weit ausgereift ist, die wesentlichen Einflussfaktoren auf den Wert von Optionen klar dargestellt werden können und die Entwicklung der Theorie von Realoptionen stark auf den dort gewonnen Erkenntnissen aufbaut. Im einfachsten Fall kann man eine Regulierung dem Gedanken der Realoptionen folgend allein auf optionstheoretische Größen aufbauen, indem eine Kaufoption die Preisobergrenze und eine Verkaufsoption die Preisuntergrenze bestimmt. Zwischen den Preisgrenzen bestünde dann ein Kontinuum möglicher Preise, die z.B. durch Verhandlungslösungen ermittelbar wären. Ein solcher Ansatz würde den Marktgegebenheiten auf dem TK-Markt nicht gerecht werden und für eine anreizkompatible Regulierung nicht ausreichen, weshalb er auch in der Form nicht weiterverfolgt wird.

### 3.3.1 Annahmen über den Kapitalmarkt

Bei der Bewertung und Analyse geht man typischerweise von den folgenden Annahmen aus:<sup>16</sup> Um den Wert einer Option auch vor Ablauf der Optionsfrist zu bewerten, wird ein arbitragefreier Kapitalmarkt unterstellt. Dies impliziert, dass das „Law of one Price“ gilt. Andernfalls besteht die Möglichkeit zu Arbitrage, so dass Preis- bzw. Kursdiskrepanzen für identische Leistungen an verschiedenen Märkten zur (risikolosen) Gewinnerzielung genutzt werden könnten. Weitere Annahmen sind:

1. Es liegt ein vollkommener Markt für Optionen, Anleihen und Aktien vor.
2. Es fallen keine Transaktionskosten oder Steuern an.
3. Die Kapitalmarktteilnehmer verhalten sich wie Mengenanpasser.
4. Auch Leerverkäufe, d.h. der Verkauf von Aktien, die man nicht besitzt, ist uneingeschränkt möglich.<sup>17</sup>
5. Der risikolose Zinssatz zu dem Kapitalmarktteilnehmer beliebig Kapital anlegen bzw. aufnehmen (Soll- und Habenzins sind gleichhoch) können, ist im Zeitablauf konstant und von der Laufzeit, dem Kreditvolumen und der Kreditwürdigkeit unabhängig.
6. Während der Optionsfrist, d.h. die Zeitspanne in der ein Optionsrecht ausgeübt werden kann, fallen keine Dividenden<sup>18</sup> an.
7. Der Aktienkurs folgt einem kontinuierlichen Diffusionsprozess. Im Hinblick auf mögliche Veränderungen wird unterstellt, dass diese einer logarithmischen Normalverteilung<sup>19</sup> folgt. Diese Annahme wird zumindest bei stetigen Ansätzen unterstellt.
8. Die Kapitalmarktteilnehmer haben homogene Erwartungen im Hinblick auf die möglichen Entwicklungen der Aktienkurse. Es bestehen keine Bonitätsunterschiede zwischen den Unternehmen.

---

<sup>16</sup> Die Kapitalmarkttheorie geht von einem vollkommenen und vollständigen Kapitalmarkt aus, auf dem jeder beliebige Zahlungsstrom zu einem für alle Marktteilnehmer einheitlichen Preis gehandelt wird, wengleich dies in der Realität eher untypisch ist.

<sup>17</sup> Bei Leerverkäufen „leihen“ sich die Investoren die Aktien, die sie verkaufen, um diese später bei sinkenden Kursen günstiger am Markt zurückzukaufen.

<sup>18</sup> Eine Dividendenzahlung würde rein theoretisch den Aktienkurs und somit die Chance auf eine günstige Kursentwicklung bei Kaufoptionen senken bzw. bei Verkaufsoptionen erhöhen.

<sup>19</sup> Empirische Analysen haben gezeigt, dass Kursentwicklungen durch die rechtsschiefe logarithmierte Normalverteilung besser beschrieben werden als durch die symmetrische Normalverteilung.

### 3.3.2 Bestimmungsfaktoren von Optionen

Auf Finanzmärkten versteht man unter einer Option das Recht, nicht aber die Verpflichtung eine bestimmte Menge eines Wertpapiers (z.B. Aktien) zu einem vereinbarten Preis (Basispreis) innerhalb eines festgelegten Zeitraums oder aber zu einem bestimmten Zeitpunkt vom Schreiber der Option (Stillhalter) zu erwerben (Kaufoption/Call) bzw. an diesen zu veräußern (Verkaufsoption/Put). Der Optionsschein bezeichnet die verbriefte Wertpapierform von Optionen.

Der Optionspreis bzw. die Optionsprämie bezeichnet den Preis, den der Optionskäufer bei Vertragsabschluss an den Verkäufer (Stillhalter) zahlt. Als Gegenleistung räumt dieser ihm das entsprechende Optionsrecht zum Basispreis, also einem vorher festgelegten Preis ein. Als Basispreis wird wie bereits erwähnt der Bezugspreis, zu dem der Basiswert einer Option gekauft oder verkauft werden kann, verstanden. Dieser ist auch vom Bezugsverhältnis abhängig, der die Anzahl der Optionen angibt, die zum Bezug eines Anteils des Basiswertes benötigt wird und vorher im Optionskontrakt festgeschrieben wird.

Der Preis bzw. der Wert einer Option setzt sich aus zwei Komponenten zusammen:

- der von der Laufzeit unabhängige sogenannte „Innere Wert“
- der von der Laufzeit abhängige „Äußere Wert“, der auch Zeitwert genannt wird.

Bei den nachfolgenden Ausführungen betrachten wir eine Kaufoption (Call Option)

#### *Innere Wert (intrinsic value)*

Als Innerer Wert wird die Differenz zwischen aktuellem Kurs des Basiswerts ( $S$ ) (auch als Strike bezeichnet) und dem Basispreis bzw. Ausübungspreis ( $X$ ) bezeichnet. Dieser Innere Wert entspricht dem Wert des Optionsscheines, den man bei sofortiger Ausübung der Kaufoption erhalten würde. Im Kontext realer Investitionen stellt der Kapitalwert den inneren Wert dar.

Abhängig von der Relation von  $S$  und  $X$  können drei Fälle unterschieden werden: Ein Gewinn wäre unmittelbar erzielbar, wenn  $S > X$  ist. In diesem Fall spricht man von einer Option „im Geld“. Sofern  $S=X$  ist, wird von einer Option „am Geld“ gesprochen, ein Gewinn wäre nicht unmittelbar realisierbar. Letzteres gilt auch für den Fall  $S < X$  bei einer sogenannten Option „aus dem Geld“. Aufgrund des Wahlrechts im Hinblick auf die Ausübung der Option entstehen dem Inhaber einer Option maximal Verluste in Höhe des gezahlten Optionspreises. Gleichwohl können allgemeine Aussagen unter den obigen Annahmen mit Blick auf das Risiko eines monetären Verlustes getroffen werden:

- Das Risiko für einen monetären Verlust ist umso höher je weiter eine Option „aus dem Geld“ ist.

- Das Risiko einen Verlust zu erleiden, ist des Weiteren umso höher, je kürzer die Laufzeit ist, in der das Optionsrecht ausgeübt werden kann.

### *Zeitwert (extrinsic value)*

Der Zeitwert einer Option entspricht der Differenz zwischen dem Optionswert und dem Inneren Wert. Dieser entsteht durch die Möglichkeit, die unsichere Entwicklung des Aktienkurses abzuwarten, bevor eine Kauf- oder Verkaufsentscheidung getroffen wird, um sich so gegen eine ungünstige Entwicklung abzusichern. Der Zeitwert sinkt mit abnehmender Restlaufzeit gegen Null, da die Chancen auf weitere durch ein Abwarten möglicherweise zu realisierende Gewinne kleiner werden. Bei realen Investition entspricht der Zeitwert dem Flexibilitätswert der Handlungsmöglichkeiten.

Die wesentlichen Einflussfaktoren für die Höhe des Zeitwerts sind:

- die Volatilität (sigma  $\sigma$ )
- die Restlaufzeit (T)
- der risikolose Zinssatz ( $r_f$ )
- der Optionstyp (europäisch oder amerikanisch)

Die **Volatilität** des Optionsscheins ist ein Maß für die relative Schwankungsbreite des Kursrisiko eines Wertpapiers.<sup>20</sup> Anders als die anderen Faktoren ist diese nicht direkt beobachtbar. Diese Größe kann mit extrapolierenden Prognoseverfahren geschätzt werden. Alternativ kann ein Schätzwert für die Volatilität entweder durch die Wahl eines Vergleichswerts vorgegeben oder durch die explizite Modellierung der Wertentwicklung des unterlegten Projektes z.B. mit Hilfe einer Monte-Carlo-Simulation berechnet werden. Eine exakte Ermittlung ist für die theoretische Optionspreisbestimmung besonders wichtig, da die Volatilität als einzige Maßzahl für die Risikohöhe der Basisinstrumente für die zukünftige Kursentwicklung eingesetzt wird und die berechneten Optionspreise, selbst auf kleine Volatilitätsänderungen sehr sensibel reagieren.

Ein Optionsscheinverkäufer versucht typischerweise auf Grundlage der historischen Volatilität<sup>21</sup> die implizite (vom Markt empfundene) Volatilität zu ermitteln und dadurch den Preis für den Optionsschein festzulegen. Je höher die Volatilität eines Basiswerts ist, desto größer ist die Chance mit einem Optionsschein einen inneren Wert zu erzielen. Der Zeitwert des Optionsscheins steigt ebenfalls mit der Volatilität. Als Bewertungskennzahlen werden in der Praxis neben der Volatilität auch Beta-Faktoren in Be-

---

<sup>20</sup> Unter Volatilität wird im allgemeinen die prozentuale Schwankungsbreite innerhalb eines bestimmten Zeitraumes verstanden, Diese findet auch Ausdruck in den statistischen Maßen wie der Standardabweichung bzw. der Varianz.

<sup>21</sup> Als historische Volatilität bezeichnet man ein statistisches Maß für die Kursschwankungsintensität (des Basiswertes) während eines bestimmten Zeitraumes in der Vergangenheit. Die Berechnung erfolgt als annualisierte Standardabweichung der prozentualen Kursbewegungen. Historische Volatilitäten wie z.B. für die 30 DAX-Werte, werden regelmäßig in Finanzzeitungen oder von der Deutsche Börse veröffentlicht.

zug auf einen Referenzindex herangezogen. Die Kennzahlen werden anhand der Xetra-Schlusskurse der letzten 30 Börsentage berechnet und auf ein Jahr hochgerechnet. Sämtliche Veränderungsraten werden logarithmiert, bevor aus diesen die Kennzahlen berechnet werden. Hierdurch wird die Asymmetrie zwischen positiven und negativen Veränderungsraten teilweise ausgeglichen, da positive wie negative Veränderungsraten annähernd als normalverteilt angenommen werden. Allerdings ist für die Messung der Volatilität der Betafaktor des Capital Asset Pricing Model (CAPM) nur bedingt anwendbar, da für dessen Berechnung nur das systematische Projektrisiko berücksichtigt wird, nicht aber das Gesamtrisiko, was auch das unsystematische Risiko beinhaltet.

Die **Restlaufzeit** der Option wird in der Regel in Tagen gemessen. Die Restlaufzeit bezieht sich ausschließlich auf den Optionskontrakt und ist unabhängig von der Existenzdauer der Basisinstrumente. Folgende Eigenschaften haben Optionen in Abhängigkeit von der Restlaufzeit: I.d.R. bewirkt eine Restlaufzeitverkürzung niedrigere Optionspreise. Bei kurz laufenden Optionen wirken sich betragsmäßig gleiche Restlaufzeitverkürzungen stärker aus als im langfristigen Laufzeitbereich. Während im kurzfristigen Bereich die Restlaufzeit ein entscheidender Faktor darstellt, kommt ihr im langfristigen Bereich nur eine marginale Bedeutung zu. Für kleine Zeitintervalle kann ein linearer Zusammenhang zwischen Optionspreis und Restlaufzeit unterstellt werden. Über die ganze Laufzeit betrachtet ist der Zeitwertverfall jedoch nicht linear, sondern bei Kontrakten, die noch mehrere Monate laufen unterproportional und bei Optionen, die kurz vor dem Verfallstermin sind, überproportional.

Liegt die Verzinsung in Höhe des risikolosen Zinssatzes, dann ist der Wert des Risikos gleich Null. Die Verbindung zwischen dem Niveau des risikolosen Zinssatzes und der Höhe von Optionspreisen besteht in dem Liquiditätsvorteil, den der Optionskäufer gegenüber Investoren, die direkt die Basisinstrumente z.B. Aktie erwerben, besitzt und der sich in seiner Größe nach der Höhe des risikolosen Zinssatzes richtet. I.d.R. resultiert ein Anstieg des risikolosen Zinssatzes in höheren Optionspreisen.<sup>22</sup>

Eine geringe Veränderung dieser Einflussgröße bewirkt eine große Optionspreisveränderung, wenngleich die Sensibilität kleiner ist als bei der Volatilität. Abgesehen von Risiken wie Länder-, Politik-, Bonitäts- oder Liquidierbarkeitsrisiken, folgt die Bestimmung des risikolosen Zinssatzes i.d.R. in Anlehnung an festverzinsliche Staatsanleihen. Hierbei ist jedoch darauf zu achten, dass sich der Zinssatz auf die Währung, in der die Zahlungsreihe des Investitionsobjekts ausgedrückt wird, bezieht und einheitlich mit nominalen oder realen Werten bewertet wird.

In der folgenden Tabelle 2 werden die Determinanten und ihr qualitativer Einfluss auf Optionspreise dargestellt.

---

<sup>22</sup> Das Zinsniveau ist insofern entscheidend, da mit steigenden Zinsen die Opportunitätskosten der Geldanlage steigen. So erwirbt der Käufer einer Call-Option das Recht zum Kauf einer Aktie, ohne dafür den Kaufpreis der Aktie heute entrichten zu müssen. Er erspart sich somit die ansonsten nötige Kapitalbindung und kann die entsprechenden Mittel zinsbringend am Kapitalmarkt anlegen.

**Tabelle 2:** Einfluss der Determinanten auf die Optionspreise

Determinante (steigend)	Call	Put	Erläuterung
Aktienkurs	+	-	Call liegt steigende Erwartung zugrunde Put liegt sinkende Erwartung zugrunde
Basispreis	-	+	Call ist bei einem hohen Basispreis unrentabler Put ist bei einem hohen Basispreis vorteilhafter
Volatilität	+	+	Hohe Volatilität erhöht Gewinnchancen, da Verluste begrenzt sind
Risikoloser Zinssatz	+	-	Bei Call Zinsersparnis, da Ausübungspreis erst bei Fälligkeit zu zahlen Bei Put Zinsverlust, da man Ausübungspreis erst bei Fälligkeit erhält
Restlaufzeit	+	+	Der Zeitwert steigt mit der noch verbleibenden Restlaufzeit

Quelle: In Anlehnung an Van Horne (2001), 109.

### 3.3.3 Sensitivitätsmaße von Optionen

Die Sensitivität des Wertes von Optionsscheine, d.h. die Preisänderung eines Optionsscheins bei einer Veränderung einer den Optionsschein beeinflussenden Größe, kann mit Kennzahlen wie *Delta*, *Gamma*, *Rho*, *Theta*, und *Vega* gemessen werden.<sup>23</sup> Diese Kennzahlen erhält man durch die partiellen Ableitungen des Optionspreises nach den jeweiligen Parametern.

Die Kennzahl, die die Preisänderung eines Optionsscheins bei einer Preisänderung des Basiswerts misst, nennt man **Delta-Faktor**  $\Delta$ .<sup>24</sup> Nimmt der Wert des Basiswertes um eine Einheit zu, wächst der Kurs des Instruments um  $\Delta$  Einheiten. Bei einem Delta von beispielsweise 0,5 steigt der Optionspreis um 50, falls die Aktie um 100 Einheiten steigt. Mathematisch handelt es sich um die erste Ableitung des Optionspreises nach dem Kassakurs des Basiswerts, der verwendet wird, um Hedge-Strategien<sup>25</sup> zu managen, wobei zu einer risikobehafteten Position eine Gegenposition aufgebaut wird. Dieser kann bei einem Call Werte zwischen Null und Eins, bei einem Put Werte zwischen Null

<sup>23</sup> Vgl. Perridon/Steiner (1997), S. 32 ff.

<sup>24</sup>  $\Delta = \frac{\partial C}{\partial S} = N(d_1)$ .

<sup>25</sup> Unter einer Hedging-Strategie versteht man die Absicherung eines Grundgeschäfts gegen finanzielle Risiken aus ungünstigen Preisentwicklungen (Zinsen, Kurse, Rohstoffe) durch entsprechende Abschlüsse von Options- oder Termingeschäften. Das Hedging reicht dabei von der einfachen Risikobegrenzung unter Beibehaltung weiterer Kurschancen bis hin zur vollständigen Immunisierung eines Portfolios gegenüber Marktbewegungen.

und minus Eins annehmen. Optionsscheine, die „weit aus dem Geld“ sind, werden von Preisänderungen des Basiswerts verhältnismäßig gering berührt und haben daher ein Delta nahe bei Null. Ein Optionsschein dagegen, der „tief im Geld“ ist, besteht fast vollständig aus einem inneren Wert. Die Wertentwicklung des Optionsscheins und des Basiswerts verläuft fast parallel. Das Delta ist nahe bei Eins bzw. minus Eins.<sup>26</sup>

Die Kennzahl **Gamma** misst die Veränderung des Optionsschein-Delta bei einer Preisänderung des Basiswerts. Ein hohes Gamma weisen Optionsscheine aus, die „am Geld“ liegen, da deren Delta-Elastizität besonders hoch ist. Mathematisch wird Gamma mit der zweiten Ableitung des Optionswertes nach dem Kassakurs, ermittelt. Bei Optionen, die sich „weit aus dem Geld“ oder „tief im Geld“ bei einer langen Laufzeit befinden, ist der Gammawert nahezu Null. Relevant sind die Gammawerte bei Optionen, die in der Nähe des „am Geld“ Punktes liegen. Hier kann ein reines Delta-Hedging<sup>27</sup> zu einer Verzerrung führen. Um große Deltaveränderungen zu vermeiden, ist zur verlässlichen Absicherung ein Gamma-Hedging notwendig.

Die Kennzahl **Omega** misst die Elastizität des Optionspreises bezüglich der Änderung im Kurs des Basisobjekts. Sie gibt die Hebelwirkung<sup>28</sup> eines Optionsscheins bei einer prozentualen Änderung des Basisobjekts an. Hohe Werte nimmt Omega an, wenn die Laufzeit kurz und die Basisobjekt-Kurse niedrig sind. Dagegen ist Omega niedrig bei langen Laufzeiten und hohen Kursen. „Tief im Geld“ Optionen haben ein hohes Omega, da hier die Elastizität der Option groß ist, dagegen ist der Omega Wert bei in-the-money Optionen gering.

Die Kennzahl **Rho** misst die Preisänderung eines Optionsscheins bei einer Zinsänderung. Mathematisch handelt es sich dabei um die Ableitung des Optionspreises nach dem risikolosen Zinssatz. Hierbei bewirkt ein Anstieg des Zinssatzes sowohl bei Puts als auch bei Calls einen Preisanstieg.

Die Kennzahl **Theta** misst die Preisänderung eines Optionsscheins bei einer Verringerung der Restlaufzeit des Optionsscheins. Mathematisch handelt es sich dabei um die Ableitung des Optionswertes nach der Laufzeit. Der Theta-Faktor erfasst den Verfall des Zeitwerts. Bei Long-Positionen wird Theta als negativer Wert, bei Short-Positionen als

---

<sup>26</sup> Für eine anschauliche Darstellung siehe Direkt Anlage Bank (1999), S. 67.

<sup>27</sup> Unter einem Delta-Hedging versteht man eine Absicherungsstrategie, bei der eine Optionsposition aufgebaut wird, deren Wert sich in Abhängigkeit des Basiswertkurses so entwickelt, dass Gewinne bzw. Verluste auf der abgesicherten Position durch Verluste bzw. Gewinne auf der Optionsposition ausgeglichen werden. Dabei wird das Delta so ermittelt, dass die Gesamtposition gegen Kursänderungen immun ist. Das Hedge Ratio selbst bezieht sich auf die Anzahl erforderlicher Optionsscheine (oder anderer Hedging-Instrumente) relativ zum abzusichernden Portfolio/Basiswert, um sich gegen unerwünschte Marktentwicklungen zu schützen.

<sup>28</sup> Da der Hebeleffekt des Optionsscheins in beide Richtungen wirkt, führt dies dazu, dass eine Veränderung des Wertes des Basiswertes eine überproportionale Veränderung des Wertes des Optionsscheines zur Folge haben kann (Leverage-Effekt). Gleichzeitig sind mit Optionsscheinen aber auch überproportionale Verlustrisiken verbunden. Bei der Bewertung von Optionsscheinen ist zu berücksichtigen, dass mit der Größe des Hebeleffekts eines Optionsscheins auch das mit ihm verbundene Verlustrisiko steigt.

positiver Wert ausgewiesen. Je kürzer die Restlaufzeit ist, umso größer wird das Theta. Ist das Theta hoch, so ist auch der Zeitwertverfall einer Option hoch, daher ist für den Stillhalter eine Position mit hohem Theta vorteilhaft (je höher der relative Zeitwertverfall ist, desto größer ist ceteri paribus die Stillhalterrendite pro Zeiteinheit), Käufer von Optionen werden dagegen geringe Theta bevorzugen. Bei langen Laufzeiten sind die Zeitwertänderungen pro Zeiteinheit gering, so dass auch das Theta in diesem Bereich kleiner ist.

Die Kennzahl **Vega** (auch Options-Eta genannt) misst die Preisänderung eines Optionsscheins bei einer Veränderung der Volatilität des dem Optionsschein zugrunde liegenden Basiswerts. Mathematisch handelt es sich dabei um die Ableitung des Optionspreises nach der Volatilität. Dabei ist eine Veränderung bei geringer Volatilität von größerer Auswirkung auf den Optionspreis als bei schon hohem herrschendem Niveau von Volatilität. Es ist außerdem zu beobachten, dass Veränderungen in der Volatilität bei „am Geld“ Optionen die größten Veränderungen hervorrufen. Bei einer Short-Position wird der Vega-Faktor als negativer Wert, bei einer Long-Position als positiver Wert ausgewiesen. Während man als Short-Position eine Anlagesituation bezeichnet, in der ein Investor Wertpapiere verkauft, die er noch nicht besitzt, mit der Absicht, diese zum Lieferzeitpunkt günstig einzukaufen, wird unter einer Long-Position eine Anlagesituation verstanden, in der ein Investor bereits Wertpapiere besitzt und mit steigenden Kursen rechnet.

### 3.3.4 Darstellung von verschiedenen Optionstypen

Im folgenden werden unterschiedliche Optionstypen dargestellt. Zum einen unterscheidet man in europäische und amerikanische Optionen. Bei einer amerikanischen Option kann die Option zu jedem beliebigen Zeitpunkt innerhalb der vereinbarten Laufzeit ausgeübt werden. Im Gegensatz dazu kann bei einer europäischen Option, diese nur zu einem festgelegten Zeitpunkt wahrgenommen werden. Eine Optionsausübung europäischer Optionen ist folglich nur dann gewinnbringend, wenn in diesem Zeitpunkt der innere Wert größer als Null ist. Bei amerikanischen Optionen ist während der Laufzeit zu jedem Zeitpunkt eine Ausübung möglich, d.h. für die Liquidierung des inneren Wertes muss nicht bis zum Ende der Laufzeit gewartet werden. Ein positiver innerer Wert kann also jederzeit realisiert werden. Dadurch ist es möglich, dass in Abhängigkeit des temporär existenten inneren Wertes bei Ausübung während der Laufzeit ein höherer Gewinn erzielt wird als bei einer Ausübung zu einem festgelegten Zeitpunkt. Dieser Vorteil der amerikanischen gegenüber der europäischen Option resultiert i.d.R. in einem höheren Optionspreis.

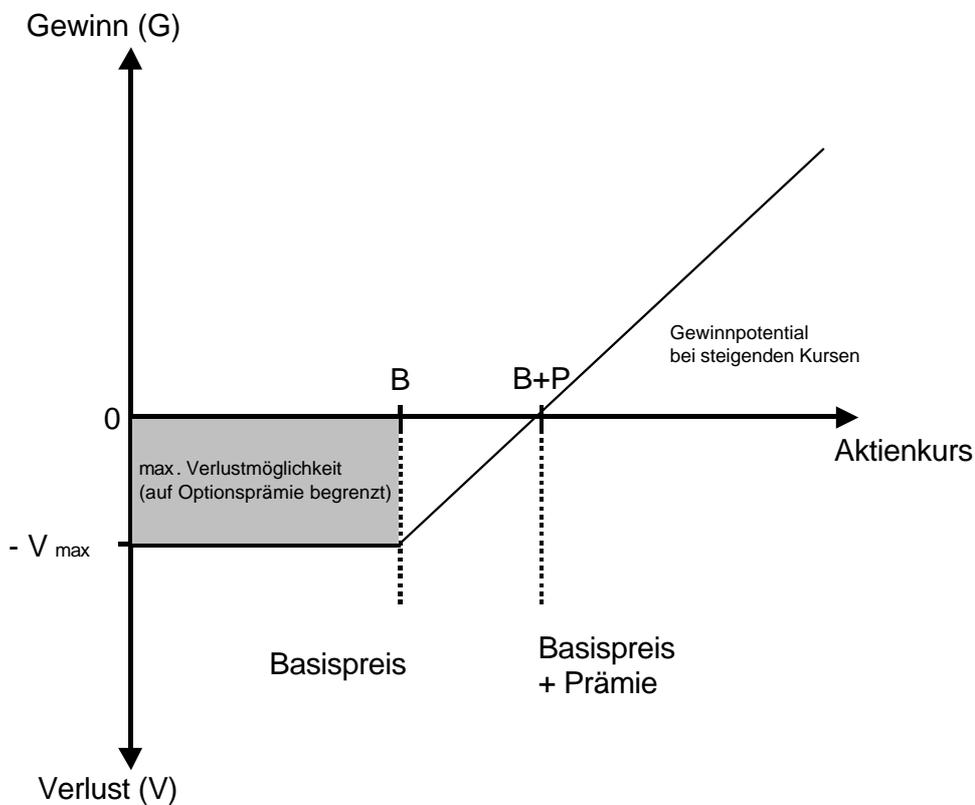
Ein Call-Optionsschein bzw. eine Kaufoption berechtigt den Käufer, einen bestimmten Basiswert in einer bestimmten Menge zu einem im Voraus festgelegten Ausübungspreis bis (amerikanische Option) oder zu einem bestimmten Termin (europäische Option) zu erwerben. Der Käufer eines Calls wird somit erwarten, dass der Preis des Ba-

siswerts während der Laufzeit des Optionsscheins steigt. Der Verkäufer (Emittent) eines Calls verpflichtet sich dazu, zu dem vereinbarten Preis zu liefern und erhält dafür vom Käufer im Vorfeld eine Optionsprämie. Im Falle eines Barausgleichs bestimmt sich der Betrag als Differenz zwischen Ausübungskurs und Basispreis.

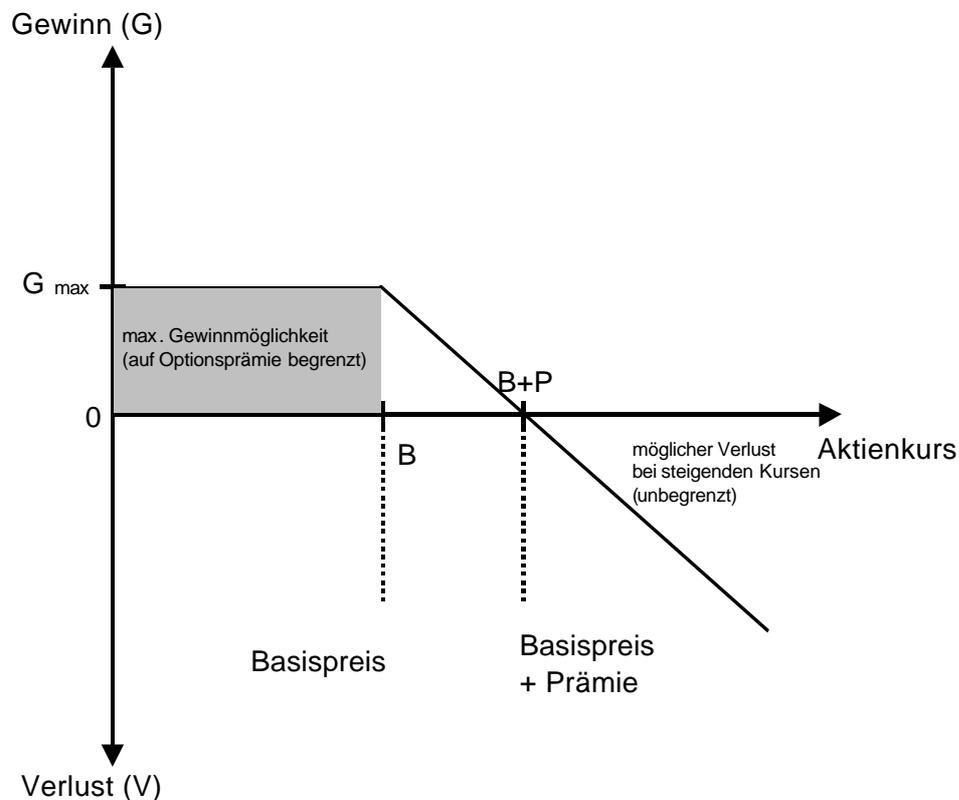
Anhand eines einfachen Beispiels mit einer Call-Option soll der Wert des Ausübungskurses, der den Break Even darstellt, berechnet werden: Ausgegangen wird von einem Basispreis von 25 Euro und einer Laufzeit von einem Jahr. Der Einsatz je Optionsschein (Optionsprämie) betrage 2 Euro, das Bezugsverhältnis sei 1:2. Letzteres besagt, dass 2 Optionsscheine zum Kauf einer Aktie berechtigen. Zunächst kann festgehalten werden, dass bei einem Kurs unter 25 Euro sich ein Verlust in Höhe des Einsatzes ergibt. Erst wenn der Kurs bis zum Ende der Laufzeit über 29 Euro steigt, kommt der Optionsschein in die Gewinnzone. Bei einem Kurs von 35 Euro ist die Option nach Abzug der 4 Euro (Einsatz für 2 Optionsscheine) 6 Euro wert. Formal berechnet sich der Break Even im Hinblick auf den Ausübungskurs wie folgt:

$$\text{Break Even Punkt} = \text{Basispreis} + \frac{\text{Optionsprämie}}{\text{Bezugsverhältnis}} = 25 \text{ Euro} + \frac{2}{0,5} = 29 \text{ Euro}.$$

In den folgenden Abbildungen 2 ff. sind sowohl Long als auch Short Kaufoptionsscheine graphisch dargestellt.

**Abbildung 2:** Gewinn- und Verlustdiagramm einer Kaufoption (Long Call)

Eine Kaufoption (Long Call), wird von rationalen Agenten nur in Erwartung positiver Kursentwicklung getätigt. Potentiell unbegrenzten Gewinnmöglichkeiten steht ein begrenztes Verlustrisiko bis zur Höhe der Optionsprämie bei fallenden Kursen gegenüber.

**Abbildung 3:** Gewinn- und Verlustdiagramm einer Kaufoption (Short Call)

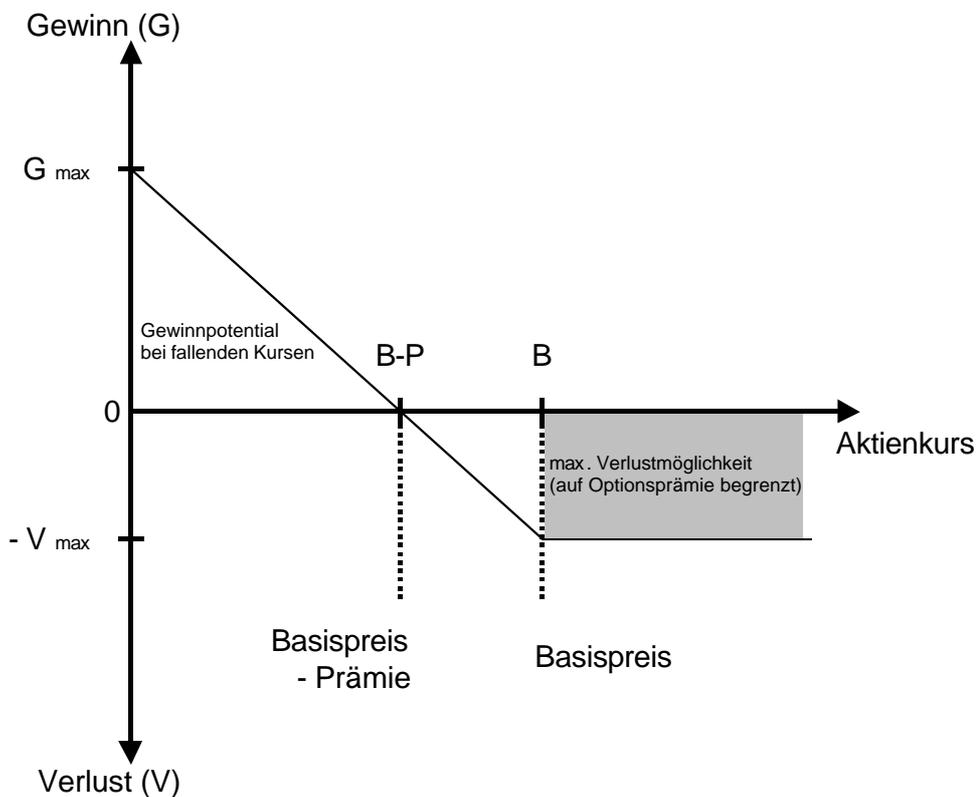
Eine Kaufoption (Short Call) wird in Erwartung stagnierender bis fallender Kursentwicklung getätigt, wo zwar die Gewinnchance auf Optionsprämie begrenzt ist, aber das Verlustrisiko bei steigenden Kursen theoretisch unbegrenzt möglich ist.

Im Gegensatz zu Long-Strategien beginnt die Short-Strategie nicht mit der Zahlung einer Optionsprämie, sondern mit dem Eingang der Optionsprämie. Short-Strategien beinhalten die Verpflichtung zur Abnahme eines Wertes (Put) bzw. zum Verkauf eines Wertes (Call) zu einem festgelegten Preis. Bei einer Short bzw. Leer-Verkaufsposition, profitiert der Anleger von fallenden Kursen.

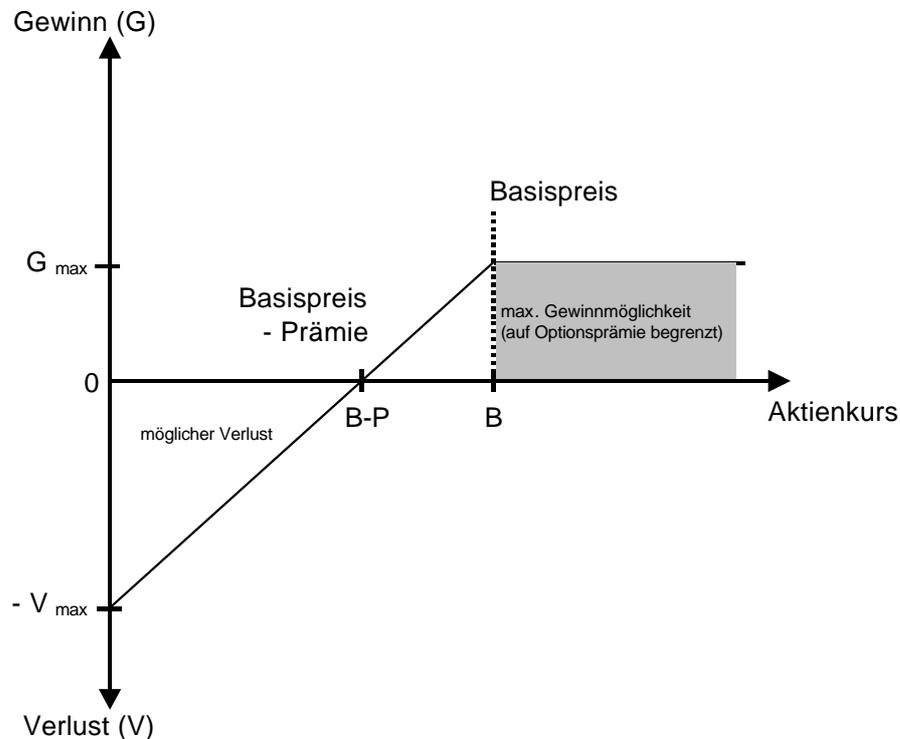
Ein Put-Optionsschein bzw. eine Verkaufsoption berechtigt den Käufer, einen bestimmten Basiswert in einer bestimmten Menge zu einem im Voraus festgelegten Ausübungspreis bis oder zu einem bestimmten Termin zu verkaufen. Der Käufer eines Puts erwartet, dass während der Laufzeit des Optionsscheins der Preis des Basiswerts fällt. Daher erwirbt er das Recht, innerhalb der Laufzeit (amerikanische Option) oder am Ende der Laufzeit (europäische Option) eine bestimmte Anzahl des Basiswerts zu einem festgelegten Preis zu verkaufen. Der Verkäufer eines Puts muss zu diesem Preis den Basiswert abnehmen und erhält dafür vom Käufer eine Optionsprämie. Die meisten

Optionsscheine sehen jedoch keine faktische oder tatsächliche Lieferung des Basiswerts, sondern eine monetäre Ausgleichszahlung vor. Der Differenzbetrag zwischen dem vereinbarten Ausübungspreis und dem aktuellen Marktwert des Basiswerts ist an den Optionsscheininhaber zu zahlen. Insofern erwirbt man durch Optionsscheine das Recht, von der Emittentin unter bestimmten Voraussetzungen die Zahlung eines bestimmten Geldbetrages zu verlangen. Die Höhe des Differenzbetrages hängt bei Put-Optionsscheinen davon ab, um welchen Betrag der maßgebliche Ausübungskurs den Basispreis unterschreitet. In den folgenden Abbildungen 4 und 5 werden die Gewinn-/Verlustdiagramme für Long als auch Short Verkaufsoptionsscheine graphisch dargestellt.

**Abbildung 4:** Gewinn- und Verlustdiagramm einer Verkaufsoption (Long Put)



Eine Verkaufsoption (Long Put) wird in Erwartung negativer Kursentwicklung getätigt. Hierbei sind potentiell Gewinne in unbegrenzter Höhe denkbar. Diesen Chancen steht andererseits ein begrenztes Verlustrisiko bis zur Optionsprämie bei steigenden Kursen gegenüber. .

**Abbildung 5:** Gewinn- und Verlustdiagramm einer Verkaufsoption (Short Put)

Eine Verkaufsoption (Short Put) wird in Erwartung stagnierender bis positiver Kursentwicklung getätigt: Die Gewinnchancen sind auf die Optionsprämie begrenzt, der Verlust ist bei fallenden Kursen theoretisch unbegrenzt.

Insgesamt ist festzuhalten, dass ein Totalverlust bei Optionsgeschäften dann entsteht, wenn die Option nicht ausgeübt wird, d.h. wenn der Kurs des Basiswertes am Ende der Ausübungsfrist bzw. am letzten Ausübungstag bei einem Call-Optionsschein unter dem Basispreis liegt bzw. bei einem Put-Optionsschein über dem Basispreis liegt. Da ein Optionsschein weder einen Anspruch auf Zinszahlung noch auf Dividendenzahlungen verbrieft und daher keinen laufenden Ertrag abwirft, können mögliche Wertverluste des Optionsscheins nicht durch andere mögliche andere Erträge des Optionsscheins kompensiert werden.

## 4 Bewertung von Realoptionen

### 4.1 Analogie zwischen Finanzoptionen und Realoptionen

Im folgenden werden die Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen Finanz- und Realoptionen dargestellt. Wir beginnen damit die Unterschiede herauszuarbeiten.

Während Finanzoptionen dem Anleger aufgrund des entstehenden Vertragsverhältnisses zwischen den beiden Parteien typischerweise exklusiv zur Verfügung stehen, haben demgegenüber auf dem TK-Markt auch andere Unternehmen die Möglichkeit die entsprechende Realoption auszuüben. Aufgrund der daraus resultierenden Interdependenz der Verhaltensweisen, kann nicht immer der optimale Ausübungszeitpunkt bestimmt werden. Somit kann bei Realoptionen im allgemeinen nicht eine exakte Laufzeit vorgegeben werden, weil sie neben dem Investitionsverhalten der Wettbewerber auch durch technologische Entwicklungen beeinflusst wird. Das bedeutet, dass ein Investor seine eigene Handlungsoption bei einer zeitlich vorgezogenen Ausübung eines Wettbewerbers verfallen lassen würde. Aus diesem Grunde können strategische Faktoren den Optionswert negativ beeinflussen.

Realoptionen sind also typischerweise nicht handelbar. Deshalb gibt es für diese, anders als bei Finanzoptionen, die an der Börse gehandelt werden, keinen Marktpreis, was die Bestimmung ihres Wertes wesentlich erschwert.

Hervorzuheben ist ferner, dass die Ausübung einer Realoption, eine Auswirkung auf zukünftige Entscheidungen hat. Eine Erstinvestition hat Implikationen auf Erweiterungsinvestitionen, die im Falle einer Unterlassung erst gar nicht getätigt werden könnten. Deshalb wird zwischen einzelnen und verbundenen Optionen unterschieden. Bei kombinierten Optionen kann ihr Wert nicht einfach nach dem Prinzip der Wert-Additivität kumuliert werden.<sup>29</sup> Investitionsobjekte, die eine spätere gemeinsame Nutzung beispielsweise eines Vertriebsnetzes wie für Sprachtelefonie und breitbandige Dienste ermöglichen, haben einen höheren Wert. Formal ergibt sich bei Verbundoptionen der Gesamtwert durch die Addition der Stand-alone-Werte und dem Wert der Synergieeffekte.

Im Vergleich zu einer Finanzoption, für deren unterlegtes Basisobjekt der gegenwärtige Preis wie z.B. der Aktie im Moment der Ausübung bekannt ist, ergibt sich der zukünftige Cash Flow einer realen Investition erst im Anschluss an den Ausübungszeitpunkt und hängt von einer Vielzahl von Einflussfaktoren ab, deren Eintrittswahrscheinlichkeiten schwer zu bestimmen sind. Es ist fraglich, ob der Wertverlauf einer Investition beobachtbar und statistisch sachgerecht modellierbar ist. Bereits die Identifikation des Basispreises der Realinvestition erfordert eine Bewertung bzw. ein subjektives Ermessen.

---

<sup>29</sup> Näheres hierzu in Abschnitt 4.4.

So stellt bereits die Ermittlung der Volatilität des Basisinstruments eine schwer oder kaum beobachtbare, stochastische Größe dar, dessen Wertentwicklung nur intuitiv schätzbar ist. Im Gegensatz zu Finanzoptionen kann der Wert einer Realoption zudem endogen und stochastischen Einflüssen ausgesetzt sein, wenn z.B. die Kapitalintensität und das Investitionsvolumen von der Unternehmensleitung permanent variiert werden können.

Trotz der oben dargestellten Unterschiede lässt die Tabelle 3 einige Gemeinsamkeiten zwischen Finanz- und Realoptionen deutlich werden: Dabei entspricht der gegenwärtige Preis einer Aktie dem Barwert der erwarteten Cash Flows des Investitionsobjekts. Die Volatilität des Aktienpreises entspricht der Volatilität des Barwertes der zukünftigen Cash Flows bzw. der Wertentwicklung des Investitionsobjekts. Die Laufzeit der Finanzoption deckt sich mit der Zeitspanne in der die rationale Investitionsmöglichkeit verfällt. Insofern kann die von Black und Scholes (1973) entwickelte Theorie zur Bewertung von Finanzoptionen auch auf Sachinvestitionen angewendet werden.

**Tabelle 3:** Vergleich zwischen Finanzoptionen und Realoptionen und ihre Interpretation

Optionsparameter	Kaufoption auf eine Aktie	Realoption
Art des Optionsrechtes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recht, die zugrundeliegende Aktie gegen Zahlung der Optionsprämie zu erwerben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recht, das aus der Investition resultierende Bündel von Cash Flows gegen Zahlung der Investitionssumme zu erwerben</li> </ul>
Maß für Basisobjekt $S_0$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gegenwärtiger Preis der Aktie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Barwert der erwarteten Einzahlungsüberschüsse aus dem Investitionsprojekt</li> </ul>
Ausübungspreis $X$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Optionsprämie des Calls</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investitionskosten</li> </ul>
$T$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Laufzeit der Option</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zeitspanne, bis Investitionsmöglichkeit verfällt</li> </ul>
Volatilität $\sigma$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unsicherheit des Aktienpreis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unsicherheit in Bezug auf den Barwert des Investitionsobjektes</li> </ul>
Zinssatz $r_f$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zinssatz für risikolose Anlage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zinssatz für risikolose Anlage</li> </ul>
$D$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dividende</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cash Flow, den das Investitionsobjekt bei Durchführung generieren würde</li> </ul>

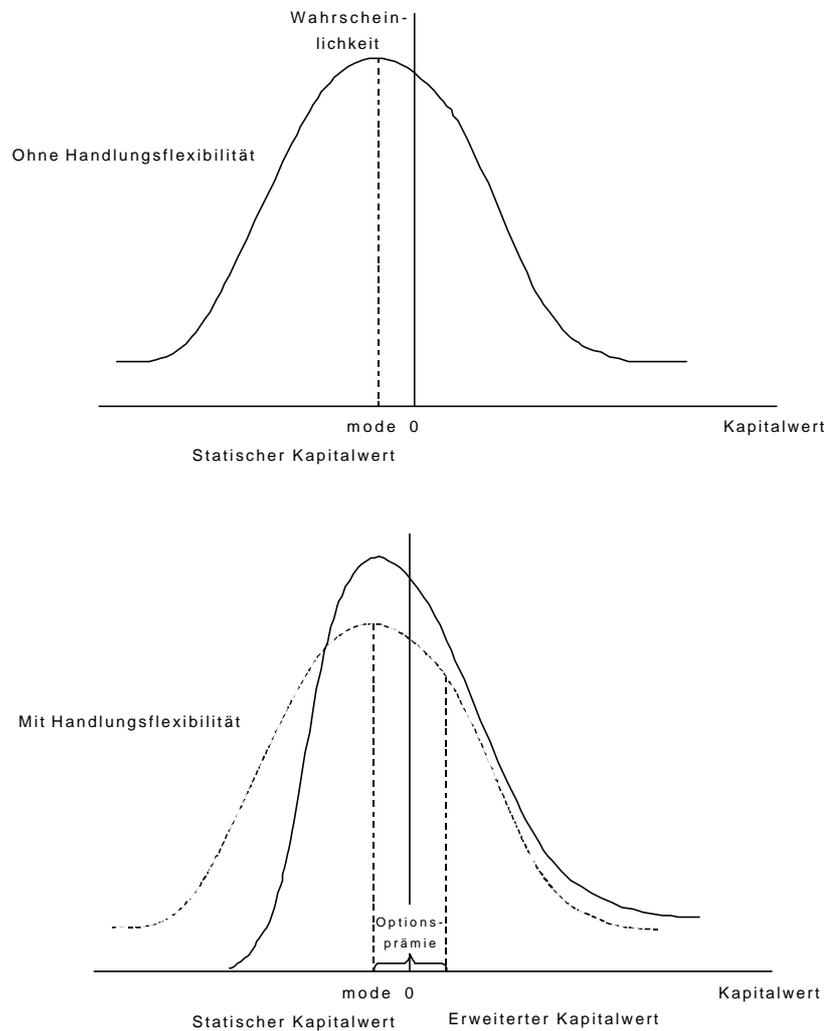
Quelle: In Anlehnung an Trigeorgis (1988, S. 149 sowie 1996, S. 125).

Künftige Handlungsoptionen im Zusammenhang mit einer Investition könnten vereinfacht als zusätzlicher Faktor zur Kapitalwertmethode betrachtet werden, so dass sich dann der Gesamtwert des Investitionsprojektes aus dem Kapital- und dem Flexibilitätswert durch künftige Handlungsoptionen wie folgt errechnen lässt:

Gesamtwert des Investitionsprojektes = Kapitalwert  $\pm$  Flexibilitätswert.

Allerdings sollte, auch wenn der Wert einer Realloption den statischen Kapitalwert mit einschließt, für die Bewertung des Projektwerts ein ganzheitlicher Ansatz verfolgt werden. Der Ansatz den Gesamtwert eines Investitionsobjektes als Summe aus dem statischen (risikoadjustierten) Kapitalwert und dem Wert der unternehmerischen Entscheidungsflexibilität zu errechnen, kann insofern zu falschen Schlussfolgerungen führen, weil die Realoptionsbewertung nicht nur einen zusätzlichen Schritt neben der klassischen Kapitalwertanalyse darstellt, sondern einen integrierten Ansatz (siehe Abschnitt 5.2).

Die Möglichkeit künftiger Handlungsoptionen und ihr Einfluss auf den Wert der Investition wird in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt. Im oberen Teil der Abbildung ist die Handlungsflexibilität noch nicht berücksichtigt; d.h. ein nachträgliches Einwirken des Managements auf das Investitionsobjekt wird zunächst vernachlässigt.

**Abbildung 6:** Der Einfluss der Realoption auf den Gesamtwert der Investition

Quelle: Trigeorgis (1996), S. 123

Erst im unteren Teil der Abbildung wird die Handlungsflexibilität also die Realoption berücksichtigt. Ihr Einfluss auf den Gesamtwert der Investition wird durch die Rechtsverschiebung um den Mode verdeutlicht. Beim Mode bzw. Modus in der Abbildung 6 handelt es sich um den am häufigsten vorkommenden Wert (dichtester Wert). Dabei handelt es sich nicht um die Häufigkeit selbst, sondern um einen beobachteten Wert, also um eine Merkmalsausprägung. Bei Verteilungen mit mehreren Häufigkeitsspitzen ist er als Mittelwert nützlich.

Durch Realoptionen wird die Kapitalwert-Struktur durch Put-Option (links unten Bereich zwischen gestrichelter und durchgezogener Linie) nach unten begrenzt und durch Call-Option nach oben erweitert (rechts unten Bereich zwischen gestrichelter und durchge-

zogener Linie). Mit anderen Worten kann mit dem Realoptionen Ansatz das Verlustpotential begrenzt und das Gewinnpotential erhöht werden, was graphisch in einer Rechtsverschiebung der Dichtefunktion Ausdruck findet. Der Wert der Realoption wird durch die Differenz zwischen dem statischen und dem erweiterten bzw. dynamischen Kapitalwert charakterisiert.

## 4.2 Bewertungsmethoden von Realoptionen

Zur Bewertung von Realoptionen werden sowohl numerische als auch analytische Methoden eingesetzt.<sup>30</sup> In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass nicht-analytische stärker als analytische Lösungsansätze der subjektiven Bewertung unterliegen. Zu den numerischen Methoden zählen das Binomialmodell und die Monte Carlo Simulation. Das Binomialmodell wird auch als zeitdiskretes oder in der Praxis auch als Lattice-Verfahren (Gitter- bzw. Lattice-Bäume) bezeichnet. Zu den analytischen Methoden zählt das Black-Scholes-Modell, die auch als zeitstetig analytische Verfahren bezeichnet werden. Welche Methode in der Praxis zur Bewertung einer Realoption verwendet wird, bestimmt sich durch die konkrete Entscheidungssituation und die möglichen Handlungsalternativen. Im folgenden stellen wir die prominentesten Methoden bei diskreten und stetigen Ansätzen in ihrer wesentlichen Ausgestaltung vor.

### 4.2.1 Diskrete Ansätze

Mit dem Binomialmodell bildet man Entscheidungssituationen in der Zukunft in der Weise ab, dass in diskreten Zeitabständen eine Wertbeeinflussung auf die Option möglich ist, die zwei Merkmalsausprägungen haben kann.<sup>31</sup> Der zukünftige Verlauf der Option entspricht einem multiplikativen Binomialprozess mit den Wahrscheinlichkeitsparameter ( $w$  bzw.  $1-w$ ) und den Wertänderungsparametern  $u$  (Faktor für Aufwärtsbewegung) und  $d$  (Faktor für Abwärtsbewegung). Mit anderen Worten ist eine Wertveränderung im Betrachtungszeitraum jeweils um den Faktor  $u$  (up ( $u > 1$ )) aufwärts bzw. um den Faktor  $d$  (down ( $d < 1$ )) abwärts möglich. Auf reale Investitionen übertragen, bedeutet das, dass der Barwert der erwarteten Einzahlungsüberschüsse auf jeder Teilperiode entweder um einen bestimmten Faktor steigt oder sinkt. Daraus können sich künftige Handlungsempfehlungen ableiten lassen.

Bei der binomischen Verteilungshypothese über die zukünftige Entwicklung der Zahlungsreihe wird somit vereinfachend davon ausgegangen, dass nur zwei Ausprägungen der Zahlungsreihe zum Ende der Optionslaufzeit eintreten können. Der gegenwärtige

---

<sup>30</sup> Als mathematische Ansätze zur Bewertung von Realoptionen kommen stochastische Differentialgleichungen, die dynamische Programmierung und die Contingent Claims Analyse (bedingte Ansprüche) in Frage, auf die in dieser Arbeit nicht im einzelnen eingegangen wird.

<sup>31</sup> Vgl. Cox/Ross/Rubinstein (1979) und Cox/Rubinstein (1985), S. 166-170.

Barwert der erwarteten Zahlungsreihen nimmt am Ende der betrachteten Zeitperiode mit der Wahrscheinlichkeit  $w$  den Wert  $u \cdot BW$  und mit der Wahrscheinlichkeit  $(1-w)$  den Wert  $d \cdot BW$  an, wobei  $u-1$  den Barwert der Cash Flows (Aktienrendite bei steigendem Aktienkurs) im optimistischen Fall und  $d-1$  den Barwert der Cash Flows im pessimistischen Fall (Aktienrendite bei fallendem Kurs) am Ende der betrachteten Zeitperiode entspricht. Die Parameter  $u$  und  $d$  können formal wie folgt dargestellt werden:  $u = e^{s \cdot \sqrt{\frac{T}{n}}}$  und  $d = e^{-s \cdot \sqrt{\frac{T}{n}}}$ , wobei  $T$  die Restlaufzeit,  $n$  die Anzahl der Perioden und  $\sigma$  die Standardabweichung des Bezugsgutes symbolisiert.

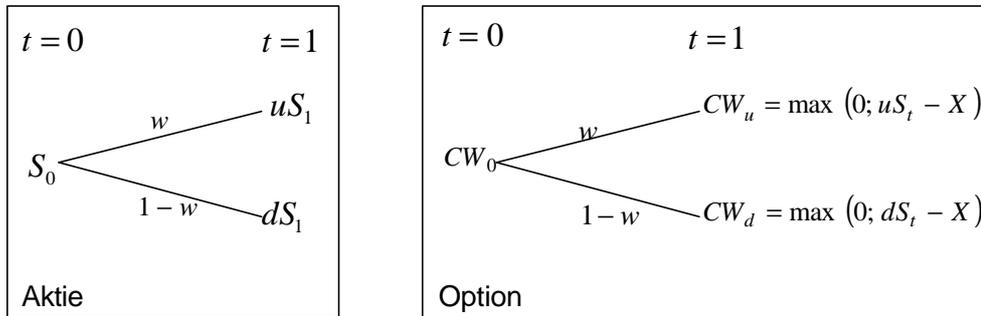
Unter den in Abschnitt 3.3.1 angeführten Annahmen müssen zwei gleichartige Zahlungsströme auch den gleichen Wert haben, um die Möglichkeit einer risikolosen Arbitrage auszuschließen. Dies setzt voraus, dass auf einem vollständigen Kapitalmarkt die Duplizierung eines Zahlungsstroms durch einen beliebigen Marktteilnehmer gewährleistet ist.

Grundsätzlich ist der Ansatz einer risikoneutralen Bewertung, auch auf die Ermittlung risikoadjustierter Zinssätze transformierbar. Die Annahme der Risikoneutralität impliziert, dass keine Risikoprämie zu zahlen ist. Mit anderen Worten: Die erwartete Rendite sowohl des Basistitels wie z.B. einer Aktie als auch für die Option entspricht dem risikolosen Zinssatz. Bildet man unter der Annahme der Risikoneutralität durch die Kombination von Zahlungsströmen ein risikoloses Portfolio und setzt voraus, dass das gebildete Portfolio ebenfalls risikolos ist, muss aufgrund der Arbitragefreiheit vollkommener und vollständiger Kapitalmärkte die Rendite des Portfolios dem risikolosen Kapitalmarktzins gemäß der Kapitalmarktlage entsprechen. Ein solches Portfolio, das die möglichen Rückflüsse der Option genau dupliziert, kann für eine Aktienoption durch den Kauf oder Verkauf von Aktien auf den die Option ausgestellt ist (und eine gleichzeitige Kreditaufnahme) gebildet werden.<sup>32</sup> Nur unter dieser Annahme lässt sich eine Lösung der Gleichungen herbeiführen. Erst dann ist es möglich, retrograd den arbitragefreien Preis einer in diesem Portfolio eingebundenen Option zu bestimmen.

In der folgenden Abbildung 7 wird ein formales Beispiel nach dem Binomial-Modell dargestellt. Dabei kann der Investor an jedem Entscheidungsknoten überprüfen, ob eine Ausübung seiner Option vorteilhaft ist.

---

<sup>32</sup> Vgl. Cox/Ross/Rubinstein (1979), S. 231f.

**Abbildung 7:** Das einperiodige Binomialmodell

Sollte sich z.B. der Aktienkurs wie folgt entwickeln:

$$S_0 = 40 \begin{cases} uS_1 = 48 \\ dS_1 = 32 \end{cases}$$

kann der Wert einer Kaufoption (CW) mit einer Laufzeit einer Periode und einem Basispreis von 40 wie folgt ermittelt werden:

$$CW_0 = ? \begin{cases} CW_u = 8 \\ CW_d = 0 \end{cases}$$

Den heutigen CW kann man über die Konstruktion eines Portfolios aus Calls und einer risikolosen Anlage ableiten, so dass in  $t=1$  sich die gleiche Zahlungsreihe wie der Aktie selbst erzeugt wird.

Da  $uS_1$  in einem optimistischen Szenario um 16 Euro höher ist, als in einem pessimistischen Szenario  $dS_1$ , aber der Wert der Option in einem optimistischen Szenario nur 8 Euro beträgt, müssen  $\frac{8}{16}$  bzw.  $\frac{1}{2}$  Kaufoptionen in das Portfolio aufgenommen werden, das in der folgenden Darstellung Ausdruck findet:

$$\frac{1}{2}CW_0 \begin{cases} \frac{1}{2}CW_u = 16 \\ \frac{1}{2}CW_d = 0 \end{cases}$$

Grundsätzlich wächst eine risikofreie Kapitalanlage in  $t = 1$  in Höhe von  $\frac{32}{(1+r_f)}$  mit dem risikolosen Zinssatz  $r_f$  bis zum Zeitpunkt  $t = 1$  auf genau 32.

Die summarisch folgende Situation ergibt:

$$\frac{1}{2}CW_0 + \frac{32}{(1+r_f)} \begin{cases} 32+16=48 \\ 32+0=32 \end{cases}$$

Aus  $\frac{1}{2}CW_0 + \frac{32}{(1+r_f)} = S_0 = 40$  folgt für  $r_f = 5\%$   $(40 - 30,48) = \frac{1}{2}CW$ ,  $CW_0 = 19,04$ .

Das bedeutet, dass der Wert einer Kaufoption zum Zeitpunkt  $t=0$  in einem vollkommenen Markt 19,04 Euro beträgt.

Auf die oben ermittelten  $\frac{8}{16}$  gelangt man auch über den Delta-Faktor

$$\Delta = \frac{CW}{S} = \frac{\text{Spannweite möglicher Optionswerte}}{\text{Spannweite möglicher Aktienkurse}} = \frac{8-0}{48-32} = \frac{8}{16}$$

In diesem einfachen Binomialmodell haben wir lediglich zwei Umweltzustände je Periode berücksichtigt. Die Betrachtung weiterer Ausprägungen ist ohne weiteres möglich, erhöht aber den Rechenaufwand ohne weitergehende Einblicke zu gewähren.

Das Prinzip der Arbitragefreiheit ermöglicht die Bildung eines äquivalenten Portfolios aus Optionen und Basistitel wie z.B. einer Aktie oder eines Investitionsobjektes, die genau dieselbe Zahlungsreihe wie das Derivat, also hier die Kaufoption selbst abwerfen soll. Im obigen Beispiel sollte der Wert des Portfolios mit dem des Aktienkurses  $S_0$  übereinstimmen, da der gleiche Zahlungsstrom erzeugt wird. Das Problem bei Realoptionen besteht nun darin, dass die Basistitel realer Investitionen selbst nicht auf den Märkten gehandelt werden oder aber die erforderliche Teilbarkeit nicht bei allen Investitionsobjekten vorliegt. Eine Nachbildung des äquivalenten Portfolios ist aber für die Bewertungsmethode der Realoptionen von größter Bedeutung.

Im übrigen wurde implizit bislang für die risikoneutrale Bewertung von einer sogenannten Pseudo-Wahrscheinlichkeit ausgegangen, die nicht mit der wirklichen Wahrscheinlichkeit übereinstimmen muss. Diese Vereinfachung ist sinnvoll, da für die Pseudowahrscheinlichkeiten weder Informationen über die tatsächlich erwarteten Eintrittswahrscheinlichkeiten noch die Kenntnis ihrer Risikopräferenzen notwendig ist. Beides spiegelt sich bereits im aktuellen Aktienkurs wider. Die einzigen Parameter, die benötigt werden, sind die Verteilungsannahme des Aktienkurses (hier repräsentiert durch die Faktoren  $u$  und  $d$ ), der aktuelle Aktienkurs und der risikolose Zinssatz.<sup>33</sup> Dabei bilden

---

<sup>33</sup> Vgl. Cox/Ross/Rubinstein (1979), S. 235.

$w$  und  $1-w$  die beiden risikoneutralen (Pseudo-) Wahrscheinlichkeiten für die beiden möglichen Umweltzustände. Über die Parameter  $u$  und  $d$  lassen sich die risikolosen Eintrittswahrscheinlichkeiten  $w$  bzw.  $1-w$  formal ermitteln. Unter der Annahme, dass  $u$  und respektive  $d$  die  $u = 80/50 = 1,6$  und  $d = 20/50 = 0,4$  Werte annehmen, ergeben sich für  $w$  bzw.  $1-w$  nachfolgende Werte:

$$w = \frac{(1 + r_f) - d}{u - d}$$

$$1 - w = \frac{u - (1 + r_f)}{u - d}$$

$$w = (1 + 0,05 - 0,4)/(1,6 - 0,4) = 0,54.$$

Die Pseudo-Wahrscheinlichkeiten ersetzen zunächst die "tatsächliche" Wahrscheinlichkeitsverteilung eines risikoaversen Investors. Da die Investoren in der Realität risikoavers sind, werden sie wohl eine Risikoprämie fordern, die im Kalkulationszinssatz zu berücksichtigen ist. Da aber der Wert einer Zahlungsreihe sich nicht durch die gewählte Bewertungsmethode verändern darf, führt die Erfassung des Investitionsrisikos über einen risikoadjustierten Zinssatz oder über die Bildung eines Sicherheitsäquivalents (Bewertung über risikolosen Zinssatz) zum gleichen Ergebnis.

Grundsätzlich kann über den Wert der Option im Umkehrschluss auch der risikoadjustierte Zinssatz ermittelt werden. Dies bedeutet, dass der risikoadjustierte Zinssatz sich zwar aus dem Ergebnis der Realoptionsbewertung ableiten lässt, wofür jedoch erst die Realoption bereits auf anderem Wege bewertet werden sein müsste. Hier offenbart sich das Dilemma der Optionsbewertung. Wäre nämlich der risikoadjustierte Zinsfuß bekannt, könnte auf die Sicherheitsäquivalentmethode verzichtet werden, da der Optionspreis nichts anderes ist, als der mit Hilfe des risikoadjustierten Zinssatzes ermittelte Barwert des Sicherheitsäquivalents. Dabei wird der Unterschied bei der Bewertung von Realoptionen unter Berücksichtigung der Risikopräferenz besonders beim stetigen Ansatz deutlich.

Im Allgemeinen erwartet ein Investor bei einer Investitionsausgabe eine positive Zahlungsreihe und investiert nur dann, wenn der Barwert der erwarteten Zahlungsreihe höher ist als die Investitionsausgabe selbst. Durch eine Verschiebung der Investitionsentscheidung bzw. Ausdehnung der Phase der Informationsgenerierung, die unter Unsicherheit sinnvoll sein kann, kann der Investor solange warten, bis der Entscheidungszeitpunkt einen höheren Barwert erwarten lässt als die Investitionsausgabe.

Im Folgenden werden die obigen Gedanken in ein stark vereinfachtes Beispiel für eine reale Investition im TK-Sektor überführt: Man stelle sich vor, ein Investor habe in vier gleich großen Regionen eigene Kabelnetze und überlegt sich, ob er dort neben dem Kabelfernsehgeschäft auch Sprachtelefondienstleistungen anbieten soll. Die Investitionskosten für die Aufwertung der Kabelinfrastruktur für Sprachtelefondienstleistungen

betragen pro Region 10 Millionen Euro, was insgesamt 40 Millionen entspricht. Der erwartete Umsatz betrage derzeit 12 Millionen Euro pro Region, was kumuliert 48 Millionen ergibt. Der risikolose Zinssatz  $r_f$  für eine alternative Kapitalanlage betrage 5%. In diesem einfachen Beispiel ergibt sich ein derzeitiger Kapitalwert von 8 Millionen Euro, der sich aus den erwarteten Umsätzen in Höhe von 48 Millionen und der Investitionsausgabe von minus 40 Millionen ergibt. Da der Kapitalwert mit 8 Millionen Euro positiv ist wird der Investor eine Investition zum heutigen Zeitpunkt befürworten. Dies erscheint auch deswegen sinnvoll zu sein, da er das Risiko einer bundesweiten Einführung im Falle einer geringen Nachfrage verringern kann, in dem er den Dienst zunächst in einer begrenzten Region anbietet.

Unter Berücksichtigung der Realoptionen ist diese „jetzt oder nie“ Betrachtung dennoch nicht vollkommen rational, da der Investor auch die Opportunitätskosten, die mit einer Investition zum heutigen Zeitpunkt verbunden sind, mit berücksichtigen muss, weil er dadurch seine Option auf Nicht-Investieren im Falle von künftigen Umsatzrückgängen aufgibt. Wäre der Investor mit dem Realoptionen Ansatz vertraut, könnte er im Gegensatz zu der klassischen Investitionsrechnung nun die Möglichkeit nutzen, seine Investitionsentscheidungen sequentiell zu treffen, in dem er sich auf jeder Entscheidungsstufe fragt, in welchem Umfang und zu welchem Zeitpunkt er investieren soll. Dabei kann er für jede weitere Handlung auf seine generierten Erfahrungen aufbauen. Unter Berücksichtigung der Realoptionen hat der Investor zu entscheiden, ob er im Zeitpunkt  $t = 0$ , also heute, investieren soll oder aber zu einem späteren Zeitpunkt, beispielsweise erst in einem Jahr. Nehmen wir ferner an, der Investor hätte, was die erwarteten Umsätze angeht, jeweils eine optimistische und eine pessimistische Erwartungshaltung. Die erwarteten Umsätze für das nächste Jahr betragen in einem optimistischen Szenario ( $w$ ) 24 Millionen Euro und in einem pessimistischen Szenario ( $1-w$ ) lediglich 6 Millionen Euro pro Region. Die Eintrittswahrscheinlichkeit für beide Szenarien sei mit  $w=1/2$  gleichverteilt.

Würde der Investor entsprechend dem Realoptionen-Ansatz bis zum nächsten Jahr warten, so hätte er seine Option, lediglich im optimistischen Szenario zu investieren, was einem Umsatz von 96 Millionen Euro entspräche. Da die Investitionsausgabe erst später erfolgt, kann er das Geld zwischenzeitlich zum risikolosen Zinssatz anlegen. Formal kann der Kapitalwert wie folgt berechnet werden:

$$0,5 * \left[ \frac{(-10 * 4) + (24 * 4)}{1,05} \right] = 26,7 \text{ Mio. Euro} .$$

Auch wenn der Investor im Zeitpunkt  $t=1$  lediglich dann investieren wird, wenn das optimistische Szenario eintritt, wird die Eintrittswahrscheinlichkeit von  $w=0,5$  berücksichtigt. In Zeitpunkt  $t=1$  kann der Investor im Falle einer geringen Nachfrage die Option einfach verfallen lassen, was ihn – unter Vernachlässigung der strategischen Wettbewerbsaspekte - nichts kostet. Bei einer Investitionsausgabe von 40 Millionen Euro, dem 96 Millionen Euro Umsatzerwartung gegenüberstehen, ergibt sich ein neuer Kapitalwert in Hö-

he von 26,7 Millionen Euro, der wesentlich höher ist, als der Kapitalwert bei einer sofortigen Investition im Zeitpunkt  $t=0$ . Daher ist es vorteilhafter für den Investor mit seiner Investitionsentscheidung ein Jahr zu warten, um aufbauend auf den generierten Informationen seine Entscheidungssituation zu verbessern. Der Wert aus der Handlungsflexibilität bzw. des Abwartens ergibt sich als Differenz der Kapitalwerte mit und ohne Warteoption, was in diesem Fall 18,7 Mio. Euro beträgt.

Im hier betrachteten Fall wurde aus Gründen der Vereinfachung bei der exemplarischen Darstellung eine lineare Kostenfunktion unterstellt und von strategischen Aspekten abstrahiert. Der Wert der Realoptionen wird mit Blick auf den TK-Markt dadurch erschwert, dass insbesondere aufgrund hoher Fixkosten eine nicht-lineare Kostenfunktion typischerweise maßgeblich ist.

#### 4.2.2 Stetige Ansätze

Im Folgenden soll der stetige Ansatz zur Bewertung von Realoptionen behandelt werden. Wie auch im diskreten Realoptionsansatz wird beim stetigen Ansatz die Möglichkeit der Investitionsausübung mit der alternativ sich anbietenden Option verglichen. Übt der Investor seine Realoption aus, so vergibt er zwar seine Möglichkeit auf die Generierung zusätzlicher Informationen aber verschafft sich demgegenüber weitere Realoptionen für die Zukunft und verschafft sich möglicherweise einen First-Mover-Vorteil.

Zur mathematischen Lösung des Optionswertes bedient man sich des Ansatzes von Black-Scholes, für die seine Erfinder den Nobelpreis für Volkswirtschaftslehre erhielten. Der Black/Scholes-Ansatz zur Bestimmung von Optionspreisen wird trotz seiner strengen und teilweise unrealistischen Annahmen in der Praxis häufig eingesetzt. Ein Grund dafür ist ihre analytisch elegante Lösbarkeit. Dem Ansatz liegt der Gedanke zugrunde, dass mit Hilfe von Aktien und den passenden Kauf- und Verkaufsoptionen ein risikoloses Portfolio abgebildet werden kann. Mit anderen Worten wird das Portfolio so gemischt, dass das Risiko eliminiert wird, bzw. mathematisch gesehen der Wiener Prozess, entsteht.<sup>34</sup> Dabei verschwindet rein theoretisch für einen Augenblick sowohl das Risiko, als auch die Momentanrendite (Driftparameter  $\alpha$ ) des zugrundegelegten Titels, so dass die Risikopräferenz des Investors irrelevant wird. Die Black-Scholes-Formel erlaubt eine kontinuierliche risikoneutrale Bewertung des Optionspreises einer nicht-dividendenabhängigen europäischen Aktienoption. Mathematisch gesehen spiegelt die

---

**34** Eine der wichtigsten Annahmen für die Bewertung von Realoptionen ist die Braunsche Bewegung, der aus der in der Physik bekannten Formel zur Bestimmung der Molekularbewegungen abgeleitet wird. Erklärt wird dies über den Wiener Prozess, der selbst für die Modellierung von künftigen Rendite- bzw. Preisentwicklungen weniger geeignet ist, da er auch negative Preise zulässt. Deshalb wird die Verallgemeinerung des Wiener Prozesses in einen komplexeren Prozess wie die Geometrische Braunsche Bewegung mit einem Drift-Parameter (Preisfad) überführt. Analog dazu wird für die Modellierung allgemeiner Kursentwicklungen der Ito-Prozess herangezogen. Bei der Annahme eines solchen Prozesses gestaltet sich die Lösung von Differentialgleichungen einfacher. (Vgl. Dixit/Pindyck (1994), S. 59ff und S. 70ff.)

Black-Scholes Formel den Fall des Binomial-Modells wieder, bei dem die Anzahl von Teilperioden (oder Sprüngen) gegen unendlich und die Zeiten zwischen den Teilperioden gegen Null streben.

Die konkrete Ermittlung von Optionen erfordert eine Annahme über die künftige Kursentwicklung der Aktien. Dies impliziert, dass die Bewertung der Option in Abhängigkeit des Kursverlaufs der unterlegten Aktie erfolgt. Hierbei ist zu beachten, dass der Kursverlauf starken Schwankungen ausgesetzt sein kann. Im Black/Scholes-Ansatz folgen gemäß der dort getroffenen Annahme die Aktienkurse einem stetigen Zufallspfad, bekannt unter der Bezeichnung (einfache oder geometrische) Braunsche Bewegung.<sup>35</sup> Die Braunsche Bewegung kann als stochastischer Prozess aufgefasst werden, die den Aktienkursverlauf abbilden soll, auf dem die Black/Scholes-Formel basiert. Es wird von einer Normalverteilung der Aktienrenditen ausgegangen.<sup>36</sup> Indem man annimmt, dass Kursentwicklung der Braunschen Bewegung folgen, werden negative Aktienkursen ausgeschlossen. Die Annahme eines stetigen Diffusionsprozesses ist erforderlich, weil die Schwankungen zukünftiger Preise selbst nicht beobachtbar sind, aber dennoch für eine präferenz- und risikoneutrale Bewertung erforderlich ist.

Berücksichtigt man jedoch die Kursschwankungen insbesondere der letzten Jahre auf dem Aktienmarkt, so waren Kursaufschläge und Kursabschläge von teilweise über 5 % nicht selten. Insofern ist es mehr als fraglich, ob es adäquat ist, Indizes oder gar Aktien unter solch restriktiven Prämissen zu bewerten. Dies ist umso zweifelhafter mit Blick auf Realoptionen, da die Entwicklungen dort häufig durch signifikante Unstetigkeiten gekennzeichnet sind.<sup>37</sup>

Theoretisch gesehen ist das Äquivalent zur Braunschen Bewegung der sogenannte Random Walk, bei dem die Aktionsintervalle immer kleiner werden bzw. gegen unendlich tendieren.<sup>38</sup> Auf Finanzoptionen übertragen geht die Random-Walk-Hypothese da-

---

**35** In diesem Kontext sei auf den „Mean Reverting Process“ hingewiesen. Dieser reflektiert empirische Beobachtungen der Preis- bzw. Kursverläufe. Damit wird ein Prozess beschrieben, wonach schwankende Preise zu ihrem Mittelwert zurückkehren, was im besondere für stationäre Prozesse gilt. Der „Mean Reverting Process“ kann als alternative Modellierung zur Braunschen Bewegung gesehen werden, die für einen längeren Beobachtungszeitraum eine ausreichende Basis für Berechnungen liefert. Lo und Wang (1995), haben in ihren Untersuchungen festgestellt, dass eine Berechnung der Black-Scholes-Formel auf der Basis der geometrischen Braunschen Bewegung zu einer geringen Über- oder Unterschätzung führt, wobei die Fehlerhäufigkeit insgesamt gesehen jedoch gering ist. Eine ausführlichere Darstellung dazu findet der interessierte Leser in Dixit/Pindyck (1994), S. 163ff und S. 403ff.

**36** Auch wenn man die Aktienkursentwicklung nicht exakt vorhersagen kann - so ist jedoch zu beobachten, dass tendenziell langfristig gesehen die Kurse steigen. Analog gilt auch für die geometrische Braunsche Bewegung dass diese eine annähernde Beschreibung für anstehende Investitionsentscheidungen liefert.

**37** Die Braunsche Bewegung könnte um Sprung- oder gemischte Prozesse erweitert werden, um die tatsächliche Wertentwicklung besser abzubilden, was nur über komplexe Ansätze möglich ist. Einen Ansatz hierzu bietet Merton (1976) an, der das optionstheoretische Modell auf den Fall erweitert, in dem der zugrundeliegende Wert einer gemischten Braunschen Bewegung mit Sprungstellen folgt. Näheres in Dixit/Pindyck (1994) und Merton (1976); sowie Schäfer/Schässburger (2001), S.99ff. Obgleich damit auch lediglich der Kapitalwert zwischen den jeweiligen Sprüngen ermittelt werden könnte.

**38** Dixit/Pindyck (1994), S. 68; sowie Trigeorgis (1999), S. 320f.,

von aus, dass vergangene Aktienkurse keine Relevanz für die zukünftige Entwicklung haben. Daraus kann gefolgert werden, dass eine technische Analyse abzulehnen ist, da nach der Random-Walk-Hypothese für Analysen keine Vergangenheitsdaten benutzt werden sollten, sondern heutige Marktpreise in die Zukunft projiziert werden, um Verzerrungen durch Datenbrüche zu vermeiden. Insbesondere reale Investition, die durch Unstetigkeiten gekennzeichnet sind, lassen sich kaum mit einer hinreichenden Exaktheit vorhersagen, was intuitiv einleuchtend ist. Da die Annahme über die künftige Kurs- bzw. Preisentwicklung essentiell ist, hat dies wiederum Einfluss auf den Charakter des stetigen Lösungsansatzes. Diesbezüglich wurden Modelle entwickelt, die sich stärker an realen Investitionsverläufen orientieren. So versucht beispielsweise ein Jump bzw. Poisson Prozess die Anzahl der Sprünge (bzw. Strukturbrüche), welche bis zu einem bestimmten Zeitpunkt (mit einer durchschnittlichen Rate je Zeiteinheit) erfolgen, zu zählen. Über einen Jump Prozess können „Sprünge“ erklärt werden, die beispielweise aus strategischen Gründen erfolgen, wie beispielsweise Predatory Pricing (vorübergehende Preissenkung unterhalb der Kosten) zu Verdrängung von Wettbewerbern.<sup>39</sup> Ein anderes anschauliches Beispiel für Sprungstellen in der Praxis ist die Ölpreisentwicklung. Nach einem stetigen Verlauf über eine längere Zeitperiode hinweg kann es zu abrupten Änderungen aufgrund von OPEC-Vereinbarungen kommen, in denen neue Fördermengen festgelegt werden. Derartige Problemfelder lassen wir zunächst außer Acht, da es hier unser primäres Anliegen ist, den Wert von Realoptionen im stetigen Fall exemplarisch darzustellen.

Der Wert einer Option kann über ein Hedge-Portfolio oder mit der Methode der risikoneutralen Bewertung hergeleitet werden. Da die Bewertung der Option stark vom Aktienkursverlauf abhängig ist, versucht man durch den Kauf von Optionen und gleichzeitigem Kauf einer bestimmten Anzahl der unterlegten Aktien, ein Hedge-Portfolio zu bilden, mit dem der stochastische Prozess eliminiert wird. Die wesentlichen Parameter der Black-Scholes-Formel sind in der folgenden Abbildung 8 erfasst.

---

<sup>39</sup> Siehe Alkas (1999).

**Abbildung 8:** Parameter der Black-Scholes-Formel

$$CW_0 = S_0 * N(d_1) - X * e^{-r_f * T} * N(d_2)$$

$$\text{mit: } d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{X}\right) + \left(r_f + \frac{\sigma^2}{2}\right) * T}{\sigma \sqrt{T}} \text{ und } d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T}$$

$CW_0$	Wert der Option zum Zeitpunkt t=0
$S_0$ :	Heutiger Preis der Aktie
$X$ :	Basis- bzw. Ausübungspreis des Calls
$r_f$ :	Risikoloser Zinssatz
$T$ :	Restlaufzeit der Option (in Jahren)
$\sigma^2$ :	Standardabweichung der annualisierten stetigen Rendite der Aktie
$e^{-r_f * T}$ :	Abzinsungsfaktor für eine kontinuierliche Verzinsung zum risikolosen Zinssatz
$N(d)$ :	Wahrscheinlichkeit, dass eine zufällige aus der Standardnormalverteilung gezogene Ausprägung kleiner ist als d

Quelle: Brealey/Myers (1991), S. 498ff.

Der Gleichgewichtspreis für die Kaufoption hängt demnach vom Kurswert  $S_0$  der Aktie, dem Basis- bzw. Ausübungspreis des Calls  $X$ , der Restlaufzeit bis zum Verfallstag  $T$ , dem risikolosen Zinssatz  $r_f$  und der Standardabweichung der Rendite  $\sigma^2$  ab. Je größer  $\frac{S_0}{X}$  ist, desto wahrscheinlicher ist die Ausübung der Option, Weiterhin gilt, dass  $d_1$  dann umso größer ist und  $N(d_1)$  näher bei 1 liegt.

Durch einfaches Einsetzen der einzelnen Parameter in Analogie zu Realoptionen wie z.B. für den Barwert der erwarteten Einzahlungsüberschüsse  $S_0 = 70$  Mio. Euro; für die Investitionskosten  $X = 75$  Mio. Euro; für die Zeitspanne, bis die Investitionsmöglichkeit verfällt  $T = 1$  Jahr; für den risikolosen Zinssatz  $r_f = 0,05$  (5%) und die Volatilität  $\sigma = 0,4$  (40%),  $CW_0 = 70 * N(d_1) - 75 * e^{-0,05 * T} * N(d_2)$ , ergibt sich der gesuchte Realoptionswert in Euro.

Aufgrund asymmetrisch verteilter Informationen wird ein rationaler Investor unter Unsicherheit eine Investition dann tätigen, wenn der Optionswert OW ein kritisches Level  $OW^*$ , übersteigt. (In Abbildung 8 wurde CW als Optionswert für eine Kaufoption verwendet.) Der kritische Wert kann sich sowohl auf die Investitionsausgabe als auch auf

den Wert des Investitionsobjekts beziehen.<sup>40</sup> Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, diesen kritischen Wert  $OW^*$ , der zum Zeitpunkt der Entscheidung unbekannt ist, zu bestimmen. Darüber kann gleichzeitig auch der optimale Investitionszeitpunkt ermittelt werden. Unter der Annahme, dass die zukünftige Entwicklung des kritischen Wertes der Braunschens Bewegung folgt, gilt stark vereinfacht Folgendes: Entweder ist die Investitionsausgabe prognostizierbar aber der Wert des Investitionsobjektes unsicher oder die Investitionsausgabe ist unsicher aber dafür der Wert des Investitionsprojektes hinreichend prognostizierbar.

Um die Problematik bei der Bestimmung des Wertes eines Investitionsprojektes zu verdeutlichen, wird auf vorangegangene Ausführungen verwiesen, in denen auf die Unterschiede zwischen den unternehmensbezogenen Risiken und dem Marktrisiko hingewiesen wurde. Falls diese Größen signifikant voneinander abweichen, kann die Bewertung von Investitionsobjekten mit einem "Track oder Span Fehler" verbunden sein.<sup>41</sup> Übertragen auf Realloptionen drückt ein Tracking Error, der erst ex post ermittelt werden kann, die Standardabweichung zwischen der erwarteten Zahlungsreihe aus dem Investitionsobjekt und seinem künstlich geschaffenen „Vergleichswert“ aus. Je näher die Werte beisammen liegen, desto kleiner ist dieser Fehler. Mit anderen Worten die Anwendbarkeit der Optionstheorie auf reale Investition hängt in diesem Falle sehr stark davon ab, ob eine Duplizierung mit einer auf dem Markt befindlichen Alternative möglich ist. Erst dann kann ein risikoloses Portfolio gebildet werden, was aufgrund der Arbitragefreiheit vollkommener und vollständiger Kapitalmärkte das gleiche Ergebnis bietet (siehe 4.2.1). Da die Annahmen wenn überhaupt nur für Aktien gelten, ist ihre Transformation auf reale Investitionen sehr eingeschränkt.

Um diesen Gedanken weiterzuführen, stelle man sich vor, dass für ein Investitionsobjekt keine Marktpreise vorhanden sind, weil z.B. der Wert sich aus mehreren Komponenten zusammensetzt (Verbundoptionen) oder aber ein hoher Anteil des Wertes über Eigenleistungen entstanden ist, die nur schwer zu bewerten sind. In diesem Fall können Hilfsweise die Preise, die mit dieser Anlage zu produzierenden Gütern genommen werden, um daraus die Wertentwicklung des Investitionsobjektes selbst abzuleiten, was aber nur bedingte Aussagen ermöglichen dürfte. Hier ergibt sich ein weiterer wichtiger Unterschied zwischen Finanz- und Realloptionen, da die Existenz eines gehandelten Basisinstrumentes bei einer Realloption sich erst durch die Investition selbst, d.h. nach Ausübung der Realloption selbst ergibt. Mit anderen Worten der Investor bekommt den

---

<sup>40</sup> Vgl. Pfnür/Schäfer (2001), S. 248ff.

<sup>41</sup> Vgl. Dixit/Pindyck (1994), S.117ff. Falls zwischen dem ersatzweise betrachteten Gut (Twin Asset) und dem eigentlich zu beurteilenden Basiswert eine perfekte Korrelation besteht, kann der nicht verfügbare stochastische Prozess durch ein entsprechendes Tracking-Portfolio repliziert werden. Sollte die Korrelation zwischen dem originären Wert und dem Ersatzgut nur eingeschränkt möglich sein, entsteht wegen der Abweichungen eine Verzerrung. Diese Abweichung bzw. Standardabweichung, als Maß für die mittlere Streuung der Beobachtungen um einen Mittelwert, lässt sich für einen Beobachtungszeitraum als Wurzel des arithmetischen Durchschnitts der quadrierten Abweichungen der Beobachtungen vom arithmetischen Mittelwert der Beobachtungen errechnen.

Wert, worauf er seine Entscheidung aufbauen will, erst nachdem er seine Entscheidung trifft. Zu diesem Zeitpunkt ist der Wert eigentlich nicht mehr erforderlich.

In diesem Sinne erfordert insbesondere die Betrachtung mehrerer Investitionsalternativen im Realoptionen Ansatz, dass für alle Investitionsobjekte jeweils eigene kritische Werte berechnet werden müssen. Dies erschwert die Beurteilung und wird deswegen i.d.R. umgangen. Eine Auswahl aus mehreren Investitionsalternativen könnte beispielsweise danach erfolgen, welches Investitionsobjekt seinen kritischen Wert zeitlich früher erreicht. Ohne die formale Herleitung hier zu präsentieren, kann festgehalten werden, dass mit einem steigenden kritischen Wert, der Wert der Option des Wartens steigt.<sup>42</sup>

Des Weiteren ist der Driftparameter bzw. Wachstumsparameter der Investitionsausgabe  $\alpha$  und der Parameter  $\sigma$  für die Standardabweichung der Braunschen Bewegung nicht ohne weiteres bestimmbar. Während der Driftparameter  $\alpha$  für Finanzoptionen als Momentanrendite interpretiert werden kann, gibt es bei Realoptionen kein unmittelbares Gegenstück. Deshalb sind stetige Lösungen für reale Investitionsobjekte nur dann möglich, wenn die Braunsche Bewegung die Unsicherheit über den Barwert erwarteter Einzahlungsüberschüsse korrekt abbildet. In diesem Falle sollte die Option zu dem Zeitpunkt ausgeübt werden, in dem der Barwert der erwarteten Einzahlungsüberschüsse (einschließlich des Optionswerts) höher ist als die Investitionsausgabe.

Wie bereits erwähnt, wird in Dixit/Pindyck entweder die Investitionsausgabe selbst oder der Investitionswert (kritische Werte) als unsicherer Faktor angesehen. In der Realität können jedoch häufig beide Parameter unsicher sein. Dies gilt insbesondere sofern es sich um innovative Märkten handelt, in denen Investitionen getätigt werden sollen. Dies impliziert, dass die dort angeführten Lösungsalgorithmen allgemein nicht ohne weiteres anwendbar sind.

Dieser Abschnitt hat deutlich gemacht, wie schwierig die Einbindung von Realoptionen sein kann und dass insbesondere ihre Berechnung mit methodischen Problemen behaftet ist. Des Weiteren darf der hohe Informationsbedarf nicht vernachlässigt werden. Dessen ungeachtet sei darauf hingewiesen, dass gerade nicht-kontinuierliche Investitionsentwicklungen mit Entscheidungs- bzw. Binomialbäumen besser approximiert werden können, da diese ohne die Bildung von Annahmen bezüglich der künftigen Preis- und Wertverläufe auskommen. Je nach Investitionsstruktur erlauben Binomial-Modelle eine Verfeinerung, woraus sich konkrete Handlungsempfehlungen für die Investitionsentscheidung ableiten lassen. Insofern ist die Binomial-Methode für die Abbildung realer Investitionsobjekte der Black-Scholes-Methode überlegen, obwohl letzteres wegen seiner analytischen Exaktheit geschätzt wird. Allerdings sind analytische optionstheoretische Lösungen nur für relativ einfache Situationen ermittelbar. Eine solche Situation ist beispielsweise gegeben, wenn neben der Annahme bezüglich der Wertentwicklung der

---

<sup>42</sup> Näheres in Dixit/Pindyck, (1994), S. 136ff.

diskontierten Zahlungsüberschüsse (Braunsche Bewegung), eine unendliche Nutzungsdauer der Investition unterstellt wird. Versucht man eine Verallgemeinerung, z.B. durch die Berücksichtigung von Abschreibungen oder mehreren Zufallsvariablen gleichzeitig, existieren keine geschlossenen Lösungen mehr, sondern lediglich numerische. Man stößt schnell an Grenzen der mathematischen Lösbarkeit, sobald Interaktionseffekte mit analysiert werden sollen.

### 4.2.3 Vergleichende Darstellung der Bewertungsmethoden

Im folgenden stellen wir weitere Bewertungsmethoden von Realoptionen in Anlehnung an Hommel (2000) vor und würdigen diese. Abbildung 9 gibt eine Einschätzung darüber, inwieweit die Kapitalwertmethode, die Sensitivitätsanalyse, die Monte-Carlo-Simulation, die Entscheidungsbaumanalyse und Optionspreismodelle den als wesentlich erachteten Kriterien wie Unsicherheit, Flexibilität, Irreversibilität und der Marktwerorientierung genügen.<sup>43</sup>

**Abbildung 9:** Vergleich der Bewertungsmethoden

METHODEN KRITERIEN	Kapitalwertmethode	Sensitivitätsanalyse	Monte-Carlo-Simulation	Entscheidungsbaumanalyse	Optionspreismodelle
a) Unsicherheit					
b) Flexibilität					
c) Irreversibilität					
d) Marktwerorientierung					

Erfüllt Kriterium    Erfüllt Kriterium nicht

Quelle: Hommel (2000), S. 16.

<sup>43</sup> Detaillierte Ausführungen findet der Leser in Hommel (2000), S. 14ff.

Mit Hilfe einer Sensitivitätsanalyse können kausale Zusammenhänge zwischen den Veränderungen einzelner Wertbestimmungsgrößen (Werttreiber) und dem Kapitalwert ermittelt werden, sofern nicht mehrere Parameterwerte stochastischen Einflüssen unterliegen und zwischen diesen Interdependenzen bestehen. Die Sensitivität der einzelnen Parameter wie z.B. die des Barwerts der erwarteten Einzahlungsüberschüsse  $S_0$ ; der Investitionskosten  $X$ ; der Zeitspanne, bis die Investitionsmöglichkeit verfällt  $T$  sowie der Volatilität  $\sigma$  kann in Abhängigkeit zueinander bewertet werden. Im einfachsten Fall dienen sie einer Plausibilitätsüberprüfung.

Mit Hilfe der Monte-Carlo-Simulation kann die Interdependenz verschiedener stochastischer Werttreiber im Rahmen eines statistischen Modells explizit abgebildet werden. Für die Bewertung werden die Werttreiber der Zahlungsströme unter Berücksichtigung möglicher Korrelationen mit Wahrscheinlichkeitsfunktionen beschrieben. Entscheidungskriterium ist, neben dem Erwartungswert der mit dem risikolosen Zinssatz abdiskontierten Zahlungsströme der Option, die Wahrscheinlichkeitsverteilung des Kapitalwertes, da diese das Risiko reflektiert.<sup>44</sup>

Die Wahl des richtigen Diskontierungssatzes stellt jedoch ein Problem dar: Die Verwendung des (inkorrekten) risikoadjustierten Kapitalkostensatzes kann zu Verzerrungen führen, wenn eine doppelte Wertkorrektur für die explizit erfassten Unsicherheitsfaktoren erfolgt. Andererseits suggeriert der risikolose Zinssatz als würden sich alle Unsicherheiten während des gesamten Planungshorizonts auflösen. Da es nahezu unmöglich ist, alle Parameterinterdependenzen zu erfassen, ist der Einsatz des Verfahrens stark eingeschränkt. Daher wird die Monte-Carlo-Simulation von einigen Autoren als ungeeignet zur Bewertung insbesondere amerikanischer Optionen angesehen.<sup>45</sup>

Die Kapitalwertmethode versucht die Handlungsoptionen und Unsicherheiten in Entscheidungsbäumen abzubilden, um sie dann rekursiv gemäß der Backward-Induction zu lösen; d.h. durch eine Rückwärtsrechnung vom letzten Entscheidungszeitpunkt zur Ausgangsentscheidung. Die Methode ermöglicht zwar ein besseres Verständnis für die Werttreiber, aber es ist schwer für jeden Entscheidungsknoten des Baums den korrekten Kapitalkostensatz zu identifizieren. Eine Anpassung ist dann erforderlich, wenn sich das systematische Risiko eines Projektes objektiv verändert. Wird ein einheitlicher Kapitalkostensatz benutzt, dann ist die Marktwertorientierung nicht mehr gewährleistet. Entscheidungsbäume werden darüber hinaus mit steigender Zahl der Verästelungen schnell unübersichtlich (siehe auch Kapitel 5).

Über den Optionspreistheoretischen Ansatz kann der Wert der Option unter Berücksichtigung sowohl von Unsicherheit als auch Flexibilität bestimmt werden. Über die Abbildung einer risikoneutralen Bewertung werden die Probleme bei der Wahl des richtigen Kapitalkostensatzes quasi wegdefiniert. Ausgangspunkt ist eine Annahme über die

---

<sup>44</sup> Vgl. Boyle (1977).

<sup>45</sup> Siehe u.a. Trigeorgis (1996, S. 311ff.).

Wertveränderung des zugrundeliegenden Wertes des Investitionsobjekts sowie die Existenz eines mit dem Basisinstrument perfekt korrelierten Portfolios aus abgeleiteten Vermögensgegenständen. Durch die Kombination einer bestimmten Menge des Korrelationsportfolios mit dem zu bewertenden Projekt lässt sich ein Hedge-Portfolio konstruieren, welches unabhängig von der Realisation der unsicheren Preise der einzelnen Komponenten einen konstanten Wert in der Zukunft annimmt. Da dieser Wert sicher ist, kann der Barwert des Portfolios und damit auch der Wert der Realoption durch Diskontierung mit dem risikofreien Zins ermittelt werden. Aufgrund der risikolosen Konstruktion dieses Portfolios spricht man in diesem Fall auch von einem „Hedge-Portfolio“.

Investitionsobjekte mit geringer Flexibilität und hoher Unsicherheit bedürfen keiner Erfassung der Flexibilitätskomponenten und können daher, basierend auf der statischen Kapitalwertmethode, bewertet werden.

Trotz ihres Genauigkeitsverlustes aufgrund der Verwendung eines nicht-stetigen Ansatzes bieten Binomialmodelle eine Reihe von Vorteilen und sind mathematisch einfacher zu bewältigen. Ihre Anwendbarkeit auf komplexe Realoptionen ist dennoch eingeschränkt.

### 4.3 Schwierigkeiten bei der Einbindung strategischer Überlegungen in Realoptionen

Realoptionen stehen wie bereits dargelegt einem potentiellen Investor nicht exklusiv zur Verfügung. Vielmehr haben auch andere Unternehmen, potentielle Konkurrenten, die Möglichkeit eine derartige Investition zu tätigen. Von daher ist es methodisch unzureichend eine Investitionsentscheidung ausschließlich an dem „reinen“ Optionswert zu orientieren. Vielmehr können strategische Gründe, First-Mover Vorteil etc. es geboten erscheinen lassen, auf die Option des Wartens zu verzichten und frühzeitig zu investieren, um sich einen strategischen Vorteil gegenüber den Wettbewerbern zu schaffen.<sup>46</sup> Der Nettovorteil aus dem marginalen Hinauszögern der Investition ist unter Berücksichtigung strategischer Aspekte jedoch im allgemeinen schwer zu ermitteln. Unter Berücksichtigung des strategischen Einflusses ergibt sich folgende Beziehung:

Gesamtwert des Investitionsprojektes = Kapitalwert ± Flexibilitätswert ± Wettbewerbseinfluss

In diesem Sinne sind die bisher dargestellten Konzepte zur Berechnung von Realoptionen sicherlich für Investitionsentscheidungen eines Monopolisten einfacher anwendbar, da strategische Aspekte, wie sie z.B. auf oligopolistischen Märkten vorzufinden sind, nicht berücksichtigt werden müssten. Gerade wegen der strategischen Bedeutung kann

---

<sup>46</sup> Da auch Möglichkeiten existieren, unter denen First-Mover-Nachteile bestehen, beispielsweise wenn ein neuer und unsicherer Markt betreten wird, kann der Wettbewerbs- bzw. der strategische Einfluss strenggenommen sowohl negativ als auch positiv sein.

der Wert einer Realoption in einem wettbewerblichen Markt sinken oder sogar negativ werden. Dass der Wert einer Handlungsoption, die dem Investor eine Flexibilität gewährt, negativ sein kann, klingt auf den ersten Blick nicht plausibel, da mit einer Option per Definition keine Verpflichtung verbunden ist. Der Wert der Realoption wird insofern negativ, dass bei Ausdehnung der Investitionsentscheidung bei einer sequentiellen Betrachtung in jeder Phase eine neue Entscheidung erforderlich wird. Falls in dieser Zeit dem Investor andere Wettbewerber zuvorkommen, verliert seine Option gegenüber den ursprünglichen Erwartungen an Wert. Besonders deutlich wird ein möglicher Nachteil einer zeitlichen Aufschiebung von Investitionen, wenn wettbewerbsbehindernde Preisstrategien von First-Movern antizipiert werden. So kann ein bereits im Markt befindliches Unternehmen durch Limit Pricing den Markteintritt für potentielle Newcomer unattraktiv machen bzw. in den Markt eingetretene Wettbewerber durch ein Predatory Pricing verdrängen.<sup>47</sup>

Durch das Aufschieben einer Investition können auch Zahlungen verloren gehen, die in der Zwischenzeit erwirtschaftet werden könnten, weil Wettbewerber früher mit einem Produkt auf den Markt kommen. Unter Berücksichtigung der Opportunitätskosten des Wartens und der Konkurrenzeinflüsse kann auch eine sofortige Investition auch dann optimal sein, wenn der reine Kapitalwert zunächst gering erscheint. Unter Wettbewerbsdruck besteht folglich in der Tendenz ein Anreiz möglichst früh zu investieren, weil sonst die erzielbaren Erträge mit der Investitionsentscheidung Dritter sinken. Nur über Modifikationen, die das Modell wesentlich komplizierter gestalten, kann die Realoptionsbewertung auch unter wettbewerblichen Bedingungen Hinweise zur Wahl des optimalen Investitionszeitpunktes geben.<sup>48</sup> Sofern derartige Modellierungen von strategischen Interdependenzen Eingang in die Bewertung finden sollen, bedarf es dazu spieltheoretischer Konzepte. Hierbei ist die Modellierung der Etablierung von Markteintrittsbarrieren für Wettbewerber oder Exklusivverträge denkbar.

Allgemein gilt, dass je höher die Wettbewerbsintensität ist, desto geringer auch der Grad an Exklusivität wird. Ferner dürfte tendenziell gelten, dass je höher die Wettbewerbsintensität ist, dass man umso eher eine Investition zeitlich vorziehen wird, um nicht einen strategischen Nachteil zu erleiden.

Insgesamt kann jedoch festgehalten werden, dass die Berücksichtigung von strategischen Interdependenzen eine ohnehin schon komplizierte Bewertung von Realoptionen, noch um ein Vielfaches erschwert. Die genaue Abbildung von strategischen Handlungsoptionen und deren Implikationen ist nicht nur bei der Angemessenheit der Modellkonzeption, sondern auch bei der formalen Lösung schwierig. Die Existenz und Nichteindeutigkeit von Gleichgewichten, sowie die Wahl des angemessenen Gleichgewichtskonzeptes seien hier zur Verdeutlichung hervorgehoben

---

<sup>47</sup> Für eine Analyse von wettbewerbsbehindernden Preisstrategien siehe Alkas (1999) und Alkas (2001), insbesondere Abschnitt 4.6).

<sup>48</sup> Trigeorgis (1996), S. 273ff.

#### 4.4 Arten von Realoptionen und ihre exemplarische Bewertung

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Arten von Realoptionen vorgestellt, die operativ und strategisch von Bedeutung sind. Neben der Option zu Warten, können sich Realoptionen auch dann ergeben, wenn bereits eine Investition getätigt wurde. Besonders im TK-Bereich, wo Investitionen in der Regel einen hohen Kapitaleinsatz mit langfristiger Kapitalbindungsdauer und einem hohen Unsicherheitsfaktor aufweisen, sind reale Handlungsoptionen, die Korrekturen bereits getroffener Investitionsentscheidungen ermöglichen, von großem Nutzen. Dabei muss das Management auf jeder Entscheidungsstufe, die in der Regel nicht zu vernachlässigenden Kosten einer Korrekturmaßnahme mit in das Entscheidungskalkül einbeziehen. Hier wird nochmals der Vorteil des Realoptionen-Ansatzes gegenüber der klassischen Investitionsrechnung deutlich, die eine Investition zum Zeitpunkt  $t = 0$  mit der Unterlassungsalternative für immer vergleicht, ohne eine „wait-and-see“ Möglichkeit zu berücksichtigen. Insofern können mit dem Realoptionen-Ansatz betriebliche Tätigkeiten auf eine sequentielle Abfolge der Wahr- oder Nichtwahrnehmung sich bietender zukünftiger Handlungsoptionen auf jeder Entscheidungsstufe reduziert werden. Prinzipiell unterscheidet man die folgenden fünf Typen von Realoptionen.<sup>49</sup>

##### 4.4.1 Warteoption (option-to-wait)

Sofern es bei Investitionen einen zeitlichen Spielraum für die tatsächliche Umsetzung gibt lässt, spricht man davon, dass eine Aufschubsoption besteht. Gleichzeitig beinhaltet ein derartiger potentieller Aufschub einer Investitionsentscheidungen eine Lernoption: Durch Abwarten können weitere Informationen im Hinblick auf relevante Erfolgssparameter der Investition generiert werden. Bereits in vorangegangenen Kapiteln haben wir ein ausführliches formales Beispiel mit Blick auf Warteoptionen präsentiert. Aus der Modellierung der relevanten Entscheidungsparameter kann ein Optionswert abgeleitet und quantifiziert werden. Die Flexibilität, die durch die Option-to-wait entsteht, kann dabei als eine Kauf-Realoption angesehen werden.

Über die Zahlung der Investitionssumme kann der Optionsinhaber den derzeit erwarteten Barwert der mit der Investition verbundenen Zahlungsströme erwerben. Eine Ausübung der Option erfolgt dann, wenn der innere Wert positiv ist; d.h. wenn die aus dem Verzicht auf die potentiellen Zahlungsströme und möglichen Marktanteilsverluste resultierenden Opportunitätskosten die Kosten aus dem Verfall der Option übersteigen.

Sofern sich ein Unternehmen dafür entscheidet mit der faktischen Investition zu warten, wird es die Investitionsmöglichkeit nach Ablauf eines des relevanten Zeitraums wahrnehmen, falls der Gegenwartswert der erwarteten Rückflüsse die Investitionsauszah-

---

<sup>49</sup> Näheres zur Bewertung von Realoptionen findet der Leser in Amram und Kulatilaka (2000), Luehrmann (1997) sowie Trigeorgis (1996).

lung übersteigt. Dies wird dann der Fall sein, wenn sich die Marktlage positiv entwickelt, beispielsweise wenn sich eine hohe Produktnachfrage als realistische Erwartung erweisen sollte. Bleibt die Investitionsauszahlung im Zeitablauf konstant, entsteht durch die Stundung der Zahlung um ein Jahr ein Zins- bzw. Opportunitätsertrag. Dieser Effekt kann berücksichtigt werden indem die Investitionsauszahlung um einen Betrag in Höhe der risikolosen Verzinsung erhöht wird. Ein positiver Wert der Realoption zu Beginn der Betrachtung bedeutet nicht zwangsläufig, dass das Projekt zu einem späteren Zeitpunkt in jedem Fall durchgeführt werden sollte. Nur wenn sich die Investition zu einem späteren Zeitpunkt unter Berücksichtigung der dann vorliegenden Informationen und verbleibenden Handlungsoptionen tatsächlich lohnt, wird es durchgeführt. Der Ansatz ist insofern realitätsnäher als die Kapitalwertmethode als Entscheidungsspielräume von Projekten im Zeitablauf berücksichtigt werden. So können beispielsweise durch Verbundvorteile, Markenaufbau und Markterschließung, Erhöhung des Bekanntheitsgrads und der Marktführerschaft in der Folgezeit, Expansionsmöglichkeiten geschaffen werden, die zu einer Erhöhung des realisierbaren Gewinns führen.

Allgemein gilt jedoch, dass der Wert einer Option des Wartens im Zeitablauf sinkt. Im Extremfall kann es sogar sein, dass sich eine Investition nicht mehr als vorteilhaft darstellt.

#### 4.4.2 Abbruchsoption (option-to-abandon)

Bei einer *Abbruchsoption* besteht die Möglichkeit, ein Investitionsprojekt bei unbefriedigendem Verlauf vorzeitig oder aber auch nach Abschluss zu beenden.<sup>50</sup> Denkbar ist in diesem Zusammenhang eine vorübergehende Stilllegung, beispielsweise der Produktion oder des Anbietens einer bestimmten Dienstleistung, oder aber auch ein Marktaustritt und das bestehende Vermögen gegen ihren Restwert einzutauschen.<sup>51</sup> Unter Umständen kann es für einen Investor Sinn machen, die Vermarktung eines Produktes oder einer Dienstleistung wieder aufzunehmen, wenn dies insgesamt vorteilhaft erscheint.<sup>52</sup> Als Beispiel kann das Verhalten von BritishTelecom angeführt werden, die zunächst Fix-Mobil-Dienste als Pioniere auf den Markt gebracht haben, diese aber wegen regulatorischer Bedenken im späteren Verlauf einstellen mussten. Derzeit überlegt BT diese fix-mobilen Dienste erneut auf den Markt zu bringen.<sup>53</sup> Im TV-Markt hat ein Sender beispielsweise die Möglichkeit, bestimmte Sendungen oder Serien, die bereits mit hohen Kosten produziert wurden, zunächst aus dem Programmportfolio zu nehmen. Unbenommen bleibt diesem Sender jedoch die Möglichkeit dies zu einem späteren Zeitpunkt zu senden.

---

<sup>50</sup> Vgl. Trigeorgis (1996), S. 101-125.

<sup>51</sup> Vgl. Trigeorgis (1996), S. 12.

<sup>52</sup> Die Vorteilhaftigkeit von temporären Stilllegungen und der Wiederinbetriebnahme wird beispielsweise in Brennan/Schwartz (1985), S. 135ff. behandelt.

<sup>53</sup> Näheres zu Fix-Mobil-Diensten und möglicher Unternehmensstrategien in Alkas (2000).

Die Realoption des Abbruchs kann gedanklich als Verkaufsoption auf den Restwert des bestehenden Vermögens betrachtet werden. Ein Abbruch ist formal dann vorteilhaft, wenn die Aufgabe des Barwerts der zukünftigen Cash Flows niedriger ist als der derzeitige Wert der Abbruchoption. Allein durch Berücksichtigung dieser Handlungsflexibilität kann es sein, dass ein ursprünglich unvorteilhaftes Investitionsobjekt bei Berücksichtigung der Folgeoptionen erst ökonomisch lohnend wird.

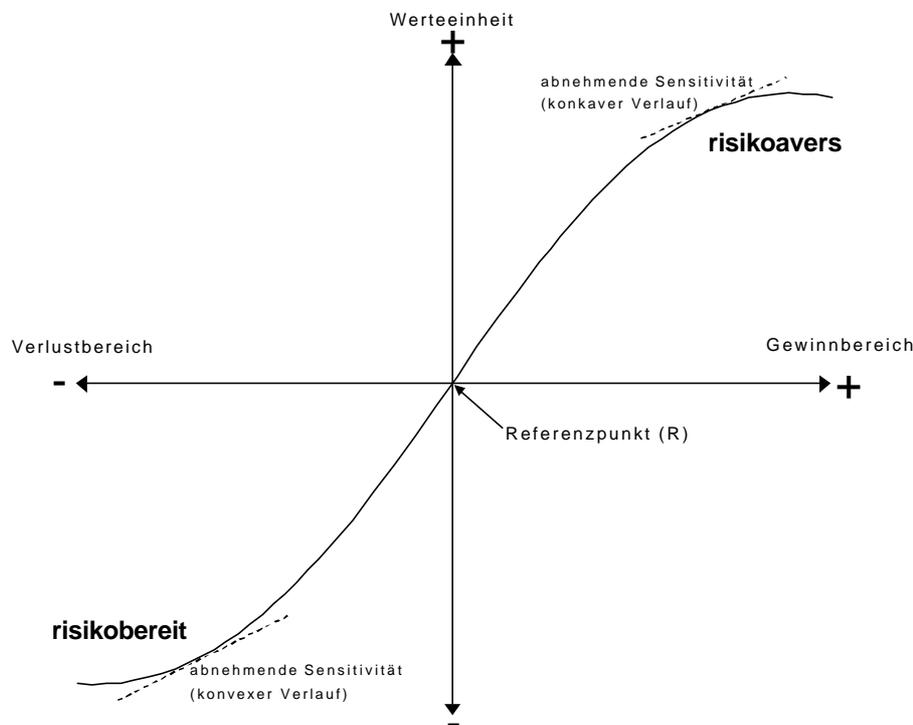
Beispielhaft für den Abbruch einer Investition sei der Markt für ERMES genannt. Nachdem im Jahre 1996 in Deutschland drei Unternehmen eine Lizenz für diesen Paging-Standard erworben haben, haben die Unternehmen im Laufe der Jahre die Entscheidung getroffen, nicht weiter in diesen Standard zu investieren, da aufgrund der Entwicklung im Mobilfunkmarkt eine Nachfrage nach diesen Diensten nicht mehr im hinreichenden Umfang besteht. Dies findet eine Erklärung mit der zunehmenden Verbreitung von SMS im Mobilfunk. Auch haben seit Beginn der Liberalisierung im Telekommunikationsmarkt bereits einige Unternehmen ihr Engagement im Festnetzbereich wieder aufgegeben.

Falls das Management ein Investitionsobjekt in verschiedene Phasen bzw. Teilinvestitionen zerlegen kann und mögliche Folgeinvestition auf den jeweiligen Zustand konditionieren kann, so wird damit die Volatilität zukünftiger Zahlungsströme reduziert. Jede Teilinvestition kann in diesem Zusammenhang als Kaufoption auf zukünftige Teilinvestitionen gesehen werden. Trotz der strukturellen Separierung können Verbundoptionen („Compound Options“) bei der Entscheidung eine wesentliche Rolle spielen. Bei Verbundoptionen kann der Wert der Gesamtoptionsposition von Summe der einzelnen Optionswerte abweichen.

An dieser Stelle sei auf die Gefahr des Escalating Commitments hingewiesen, die auch im Falle einer Abbruchoption besteht. Darunter versteht man im allgemein die Fortführung bzw. Erhöhung des Engagements bei einem bereits begonnenen Projekt durch die Investition in weitere Ressourcen, obwohl das Investitionsprojekt bislang nicht erfolgreich war. In diesem Kontext sei nochmals auf die Bedeutung von sunk costs (Abschnitt 3.2.1) hingewiesen: Einerseits dienen sie als Voraussetzung für Realoptionen. Andererseits erschweren sie Realoptionen, wie in diesem Falle eine Abbruchoption immens. Dies bedeutet, dass versenkte Kosten eher Anreize setzen, den eingeschlagenen Pfad beizubehalten, auch wenn die Erfolgchancen gering sind. Besonders kritisch wird eine solche Situation, wenn objektiv Indizien gegen die Fortführung der Investition sprechen, aber die Entscheidungsträger sich dennoch wie ursprünglich geplant zu einer Fortführung oder sogar Ausweitung des Engagements entschließen. Eine hohe Wahrscheinlichkeit für ein derartiges Verhalten besteht in erster Linie, bei Projekten, die Investitionen über einen längeren Zeitraum hinweg erfordern und deren Erfolgsaussichten in hohem Maße ungewiss sind. Die Gefahr einer solchen Eskalation kann auf der Grundlage des Informationsstandes zum Entscheidungszeitpunkt unter Berücksichtigung empirischer Verhalten von Individuen beurteilt werden.

Eine Erklärung für ein derartiges Verhalten liefert die behavioristische Prospect-Theorie von Kahnemann/Tversky (1979), der dem Forschungsbereich der beschränkten Rationalität zuzurechnen ist. Dieser Ansatz geht davon aus, dass in Verlust-Situationen die Entscheidungsträger eher risikofreudig und in Gewinn-Situationen eher risikoavers handeln. Wie in Abbildung 10 dargestellt, weist die Bewertungsfunktion daher, um den Referenzpunkt herum einen S-förmigen Verlauf auf. Der Referenzpunkt, der zwischen wahrgenommenen Gewinn- und Verlustsituationen trennt, wird durch den Entscheidungsträger subjektiv beeinflusst. Ursächlich für ein derartiges beschränkt rationales Verhalten ist beispielsweise eine begrenzte Informationsverarbeitungskapazität von Entscheidungsträgern.

**Abbildung 10:** Wertfunktion der Prospect Theory



Quelle: In Anlehnung an Sabel (2001), S. 615.

#### 4.4.3 Expansionsoption (option-to-expand)

Wachstumsoptionen sind Investitionsmöglichkeiten, die erst durch bereits vorgenommene Investition geschaffen werden. Hierbei handelt es sich um Folgeinvestitionen, die mit dem Ausbau der Kapazität des Unternehmens einhergehen. Im Extremfall kann

auch eine Unternehmensakquisition in Erwägung gezogen werden. Insofern sind Investition, die eine einfache Ausweitung ermöglichen, höher zu bewerten. Formal handelt es sich bei einer Expansionsoption um eine Kaufoption auf die Cash Flows des zugrundeliegenden Investitionsobjektes bzw. eine Option auf ein weiteres Investitionsobjekt.

Insbesondere Wachstumsoptionen, die mit der Einführung neuer Produkte einhergehen, können über Bündelungsstrategien abgesichert werden, wenn weniger attraktive Produkte mit sehr bekannten Produkten des gleichen Anbieters gebündelt werden und so der Umsatz insgesamt maximiert bzw. das Verlustrisiko minimiert werden kann.<sup>54</sup> Unternehmen haben Anreize zur Preisbündelung, wenn sie dadurch auch ihre unbekannteren Produkte verkaufen können. Darüber können insbesondere neue Produkte verkauft werden, die im Alleinangebot keinen Abnehmer gefunden hätten.

Über eine erfolgreiche Preisbündelung kann insbesondere die theoretisch bekannte asymmetrisch verteilte Informationssituation einfacher überwunden werden.<sup>55</sup> Über die Bündelung von bekannten und unbekannteren Gütern wird die Informationsasymmetrie zwischen dem Kunden und dem Unternehmen über einen Reputationstransfer vermindert. Da der Kunde zunächst keine Information über das neue Produkt besitzt, signalisiert das Unternehmen über die Bündelung eine hohe Produktqualität und Verantwortung, was das Vertrauen erhöht. Daraus entwickelt der Kunde allmählich eine eigene Affinität zum neuen Produkt, was zu einer schnelleren Diffusion beiträgt und somit das Markteinführungsrisiko reduziert. Dies schafft wiederum Anreize, hohe Forschungs- und Entwicklungsausgaben zu tätigen.

Dieses einfache Beispiel zeigt, dass Bündelungsstrategien für Wachstumsinvestitionen eine wesentliche Rolle spielen. Insbesondere dann, wenn der Unternehmer für Kunden, die das eine Produkt höher bewerten, aber das andere weniger oder überhaupt nicht beachten, gleichzeitig auch individuelle Angebote macht und über Einzelpreise höhere Gewinne erwirtschaftet. Das Unternehmen kann durch den simultanen Einsatz der Einzel- und Bündelpreisstrategie die Konsumentenrente besser abschöpfen. Dann können sich die Nachfrager über ein Angebot unterschiedlicher Bündel entsprechend ihrer Wertschätzungen selbst segmentieren, was umsatzsteigernd wirkt.

Ferner kann durch die Bündelung eine Kosteneinsparung erzielt werden und gleichzeitig die Kundenzufriedenheit gesteigert werden, da der Kunde auch Transaktionskosten einsparen kann, was den Absatz insgesamt fördert. Da in den meisten Fällen der Preis der gebündelten Komponenten niedriger als die Summe der separierbaren Einzelpreise, führt dies dazu, dass Kunden eher das Bündel auswählen, als ihre separierbaren Komponenten zu Einzelpreisen nachzufragen, was für ein Unternehmen vorteilhaft ist und zudem das Einführungsrisiko reduziert.

---

<sup>54</sup> Zu den Bündelungsstrategien auf dem TK-Markt siehe Alkas (2001).

<sup>55</sup> Vgl. Kamecke (1995).

Über Preisbündelung versucht das Unternehmen im Grunde genommen die zusätzlich vorhandene Konsumentenrente, d.h. die überschüssige Preisbereitschaft der einen Leistung auf eine andere zu übertragen, um seinen Gewinn zu maximieren.<sup>56</sup> Ohne diesen "Überschuss" des einen Produkts innerhalb eines Bündels wäre die Preisbereitschaft des Kunden für das andere Produkt alleine nicht ausreichend, um es zu kaufen. Vereinfacht ausgedrückt kann diese hier betrachtete zusätzlich vorhandene Konsumentenrente wie ein positiver externer Effekt wirken, die von einer Komponente auf ein anderes innerhalb des gleichen Bündels übertragen wird.

Falls durch die Bündelprodukte eine signifikante wirtschaftliche Anziehungskraft auf die verbleibenden Produkte des gleichen Anbieters ausgeht, kann dies bei Wachstumsinvestitionen zu einer höheren Planungssicherheit führen, weil das Ausfallrisiko sinkt. In diesem Zusammenhang wird in der Terminologie der Realoption zwischen einzelnen und verbundenen Optionen unterschieden. Bei kombinierten Optionen kann ihr Wert nicht ohne weiteres summiert werden (Prinzip der Nicht-Additivität). Dies bedeutet, dass der Gesamtwert der kombinierten Realoptionen allgemein höher ist als die Summe der Einzelwerte.<sup>57</sup> In der Praxis gibt es häufig eine Kombination von Investitionen, wobei die Ausübung einer Option weitere Optionen schafft. Ein gängiges Beispiel dafür sind Investitionen in Grundlagenforschung, die weiteren Bedarf an angewandter Forschung auslösen und diese wiederum weitere Optionen eröffnen, in konkrete Produkte zu investieren.<sup>58</sup> Solche Verbundoptionen bzw. mögliche Interaktionseffekte können jedoch dann einfacher bewertet werden, wenn sich Investitionsobjekte in diskrete Teilschritte zerlegen lassen, sofern vor der Tötigung einer weiteren Folgeinvestition neue Informationen eingeholt werden können.

Bei Ausübung einer Realoption wird neben dem Wert des originären Investitionsobjekts sowohl der Wert der verbleibenden als auch der Wert der nachgelagerten Realoptionen beeinflusst. Hier spielen Wertinterdependenzen, die sich z.B. aus Verbundvorteilen ergeben, eine entscheidende Rolle und sind besonders im Falle einer gemeinsamen Ausübung vorhandener Optionen hoch. Als Vereinfachung kann der Investor zunächst einmal jedes Investitionsobjekt separat betrachten, um daran anschließend mögliche zeitliche und sachliche Interdependenzen zu berücksichtigen. Der Gesamtwert der Investition hängt dann von der Summe der Kapitalwerte, der einzelnen Werte der Realoptionen und den möglichen Korrekturen der Wertinterdependenzen ab.

An dieser Stelle soll noch einmal hervorgehoben werden, dass der Realoptionen-Ansatz die im Zeitverlauf sich ergebenden weiteren Optionen hinreichend berücksichtigen sollte. So kann sich z.B. bereits in der Phase des Wartens oder auch nach erfolgter Investitionstätigung eine weitere Realoption ergeben, die eine Aneinanderkettung mehrerer Realoptions-Ansätze erfordert.

---

<sup>56</sup> Vgl. Simon (1992), S. 46.

<sup>57</sup> Vgl. Trigeorgis (1998), S. 232ff.

<sup>58</sup> Siehe Gintschel (1999), S. 75f.

Zur Veranschaulichung seien folgende Beispiele angeführt: Die Investition in die Kupferdoppelader für Sprachtelefonie von Seiten der Deutschen Telekom hat aufgrund technologischer Entwicklungen die Entwicklung und Vermarktung von breitbandigen DSL-Angeboten erst ermöglicht. Im Bereich des Kabel-TV's besteht die Möglichkeit von Folgeinvestitionen, indem man die Kabel rückkanalfähig macht, um auf diese Weise auch Sprachtelefonie anbieten zu können. Derartige Entwicklungen sind zum Zeitpunkt der Investition oft nicht voraussehbar. Gerade solche künftigen Handlungsoptionen sollen mit Realoptionen besser berücksichtigt werden.

#### 4.4.4 Innovationsoption (option to Innovate)

Grundsätzlich sichert sich ein Unternehmen ein exklusives Recht auf die Innovation und der daraus ableitbaren Rechte für eine befristete Zeit (20 Jahre). Dies geschieht meistens durch ein Patent. Auch wenn die Möglichkeit besteht, dass durch eine Erstinnovation weitere Innovationen entstehen können, die zu einem positiven Wert führen, sichert ein Unternehmen grundsätzlich die exklusive ökonomische Nutzung der Innovation zumindest für eine befristete Zeit ab. Falls Wettbewerber keine Möglichkeit haben die Innovation aufgrund rechtlicher oder intellektueller Beschränkungen zu imitieren, entsteht de-facto ein temporäres Monopol. Patentschutz wird ökonomisch dadurch gerechtfertigt, dass der innovative Unternehmer seine hohen F&E-Ausgaben decken muss. Andernfalls hat er keinen ökonomischen Anreiz, in ein riskantes und kostenintensives Produkt oder Verfahren zu investieren.

Andererseits können Innovationsoptionen auch erst durch vorangegangene Investitionsprojekte entstehen. Zum einen weil zukünftiges Wissen von vorangegangenem abhängt und potentielle Chancen erst nach Etablierung von Technologien entstehen, weil z.B. zukünftige Erkenntnisse auf aktuelle Erfahrungen aufbauen. So kann beispielsweise neben einer Produktdifferenzierung auch ein neuartiges Produkt oder sogar Projekt entstehen, die nur mit Hilfe des Know-Hows aus dem vorangestellten Projekt umgesetzt werden kann. Hier spielen implizite Lerneffekte (trial-and-error) oder sogenanntes tacit knowledge, also Wissen was vorhanden aber nicht kodifizierbar ist, eine wichtige Rolle.

Formal können Innovationsoptionen als Kaufoptionen auf den Projektwert des Folgeprojekts interpretiert werden.<sup>59</sup> In diesem Sinne kann man Ausgaben für Forschung und Entwicklung (F&E) als Options- bzw. Risikoprämien verstehen, um sich damit zukünftige Realoptionen zu sichern. Dementsprechend beginnen Investitionen in neue Medikamente im Pharmabereich typischerweise mit F&E-Ausgaben, einer anschließenden intensiven Testphase, die dann bei positiven vorausgegangenen Erfahrungen über die Investition in Produktionsmöglichkeiten auf den Markt gebracht werden kann. Bei einer sequentiellen Betrachtung kann in diesem Zusammenhang die Flexibilität des Investors,

---

<sup>59</sup> Näheres in Schäfer/Schässburger (2001), S. 95 sowie Dixit/Pindyck, (1994), S. 319ff.

auf unbefriedigende Testergebnisse mit einem Abbruch zu reagieren unter sonst gleichbleibenden Bedingungen den Barwert der zukünftigen Zahlungsreihe erhöhen.

An dieser Stelle sei auf den Einfluss von Realoptionen auf die Innovationsbereitschaft des regulierten Unternehmens eingegangen. In einem regulierten Markt kann der Regulierer das innovative Unternehmen dazu verpflichten, seine Neuerung auch den Wettbewerbern anzubieten. In einem solchen Falle kann die Nichtberücksichtigung des Realoptionswertes zu einer geringeren Innovationsbereitschaft des regulierten Unternehmens führen, was einer langfristigen und nachhaltigen TK-Infrastruktur nicht dienlich ist. Die richtigen Anreize für optimale Innovationsintensitäten können über die Berücksichtigung von Realoptionsprämien gefördert werden. Dies stellt den Regulierer insbesondere vor die Frage, wie er mit den Kosten der erfolglosen Innovationen umgeht.

#### 4.4.5 Kontraktionsoption (option-to-contract)

Bei der Option to Contract geht es um die Möglichkeit, über Verträge ein Teil des Risikos auf andere Parteien zu übertragen. Es besteht auch die Möglichkeit beispielsweise um das Investitionsrisiko bei der Einführung eines neuen Produktes zu reduzieren, ein Teil der dazu benötigten Kapazität auf andere Marktteilnehmer zu übertragen. Dieser übertragene Teil entspricht dann formal einer Verkaufsoption.

Analog dem Gedanken der „Option to Contract“ kann auf dem TK-Markt insbesondere über langjährige Verträge eine bessere Auslastung der Kapazität ermöglicht und dadurch das Risiko gesenkt oder zumindest auf mehrere Marktteilnehmer verteilt werden. Dies kann zu einer Kostensenkung aufgrund von Größenvorteilen und der erhöhten Planungssicherheit führen. Durch die langfristig vertragliche Bindung kann der Investor sein Risiko minimieren, in dem er einen Teil des Risikos über langfristige Verträge den Wettbewerbern überträgt, wobei aber das eigentliche Risiko beispielsweise im Falle einer Insolvenz des Partners, beim betrachteten Unternehmen bleibt. Auf dem TK-Markt kann insbesondere bei Mietleitungen ein Investor versuchen, über längere Vertragszeiten seine Planungssicherheit zu erhöhen bzw. sein Ausfallrisiko zu minimieren. Dabei nimmt die Risikoübernahme durch die anderen Wettbewerber mit der Vertragslänge und dem Vertragsumfang zu. Im Extremfall kann das Ausfallrisiko über Verträge mit einer Laufzeit der Lebensdauer des Investitionsobjekts ganz auf Wettbewerber übergehen.

Wenn ein Investor den Wettbewerbern seine Leistungen ohne vertragliche Bindung zur Verfügung stellen muss, trägt er das gesamte Investitionsrisiko, was sich in den geforderten Entgelten niederschlagen sollte. Die Entgelte für Leistungen des Investors müssen durch eine Risikoprämie entschädigt werden, da es den Wettbewerbern eine Realoption zwischen Fremdbezug und Eigenerstellung eröffnet, was sicherlich einen Wert darstellt.

Das Investitionsrisiko im TK-Sektor hängt auch sehr stark von der "Wesentlichkeit" einer Leistung ab. Je weniger Zugangsoptionen die Wettbewerber zu einer vergleichbaren Leistung haben bzw. je weniger Möglichkeiten sie haben eine vergleichbare Leistung selbst zu erstellen, umso geringer ist das Ausfallrisiko für den Investor. In einem solchen Fall ist das Risiko des Investors gering, weil er sich in einer Quasi-Monopol-situation befindet. Insofern ist das Ausfallrisiko nicht nur von Nachfrageschwankungen, sondern auch von den (begrenzten) Handlungsoptionen der Wettbewerber abhängig.

Wenn über die Dauer der Vertragslaufzeit bzw. anderweitiger Vertragsgestaltung das Investitionsrisiko verringert werden kann, wird gleichzeitig der potenzielle Optionswert gesenkt. In Abschnitt 3.2.2 haben wir gezeigt, dass der Wert der Realloption mit dem Risiko korreliert. Sinkt das Risiko sinkt auch der Wert der Realloption, was auch die Risikoprämien beeinflusst.

#### 4.4.6 Wechseloption (option-to-switch)

Kann bei einer Investition von der ursprünglichen Planung abgewichen werden, z. B. durch Veränderung des Projektumfangs oder der technischen Ausstattung, wird von Änderungsoptionen gesprochen. Das ist dann der Fall, wenn sowohl Input- als auch Outputleistungen verändert werden können. Wenn die Veränderung mit geringen Kosten oder sogar kostenlos erfolgen kann, kann der Investor diejenige Produktkombination mit dem maximalen Wert auswählen. Im wesentlichen geht es um die Möglichkeit, bei Bedarf das Investitionsobjekt einer anderen Verwendung zuzuführen oder die Möglichkeit, mit dem vorhandenen Investitionsobjekt eine Produktdiversifizierung vornehmen zu können, um so auf die Marktnachfrage zu reagieren. Eine derartige Option ist insbesondere dann von relevant, wenn die Investition in Maschinen, Technologien erfolgt, die mehrere Verwertungsmöglichkeiten haben. Ein Fuhrpark eines Speditionsunternehmens mag dafür ein gutes Beispiel sein, da es leicht einer anderen Verwendung zugeführt werden kann.

Formal betrachtet handelt es sich bei einer Wechseloption um ein Portfolio aus Kauf- und Verkaufsoption. Das Unternehmen besitzt sowohl eine Abbruchoption auf die bestehende Handlung als auch eine Expansionsoption auf eine andere Handlungsalternative. Für letzteren Fall hat der Investor die Option aus mehreren (Produktions-) Optionen, die Vorteilhafteste auszuwählen. Die bei der simultanen Ausübung der Kauf- und Verkaufsoption anfallenden Transaktionskosten können als der Ausübungspreis interpretiert werden.

## 5 Möglichkeiten der Integration des Realoptionen-Ansatzes in die Regulierungsökonomie und ihre Auswirkungen

In diesem Kapitel soll dargelegt werden, inwieweit die Theorie der Realoptionen für regulatorische Entscheidungen im Bereich Telekommunikation relevant sein kann.

### 5.1 Das Konzept der Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung des regulierten Unternehmens

Maßstab für die Regulierung von Preisen marktbeherrschender Unternehmen sind die Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung. Diese Kosten werden aufgrund normativer Vorgaben mittels des Konzepts der zukunftsgerichteten langfristigen inkrementellen Kosten (forward looking long run incremental costs, FL-LRIC) bestimmt. Der wesentliche Unterschied zwischen den inkrementellen Kosten und anderen Kostenkonzepten wie z.B. den Stückkosten - die auf Basis von Vollkosten errechnet werden - ist, dass bei Stückkosten sämtliche Gemein- und Fixkosten willkürlich den einzelnen Dienstleistungen zugerechnet werden und dadurch nicht mehr als verursachungsgerecht gewertet werden können.<sup>60</sup>

Inkrementelle Kosten sind die Kosten, die für die Preissetzung eines hypothetischen Markteintreters, der effizient operiert, relevant sind, so dass Regulierungsökonomien die Auffassung vertreten, dass dies der geeignete Kostenmaßstab und die beste Approximation zur Bestimmung von Preisen sei, die sich im Falle von funktionsfähigem Wettbewerb ergeben würden. FL-LRIC sollten jedoch sowohl eine angemessene Verzinsung des eingesetzten Kapitals mit beinhalten als auch einen angemessenen Zuschlag der leistungsmengenneutralen Gemeinkosten. Über die angemessene Verzinsung werden implizit auch die Opportunitätskosten eines alternativen Kapitaleinsatzes erfasst.<sup>61</sup>

Die leistungsmengenneutralen Gemeinkosten - die wiederum in Joint und Overhead Costs unterteilt werden können – finden bei dieser Betrachtung keine Berücksichtigung, weil sie nicht zu den inkrementellen Kosten der Leistungsbereitstellung gehören. Sie werden insbesondere bei der Bestimmung von Preisobergrenzen relevant und entstehen gemeinsam für die Bereitstellung mehrerer Güter oder unternehmensübergreifend und können nicht ohne weiteres verursachungsgerecht den einzelnen Diensten zugerechnet werden. Erst durch die Berücksichtigung der leistungsmengenneutralen Gemeinkosten gelangt man zu den Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung.

---

<sup>60</sup> Vgl. Johnson (1988), S. 16 f.

<sup>61</sup> Falls dadurch die Opportunitätskosten (auch der Realoption) bereits vollständig erfasst wären, würde sich der zusätzliche Nutzen aus der Berücksichtigung von Realoptionen stark relativieren lassen. Davon kann jedoch derzeit nicht ausgegangen werden. Dieser Aspekt wird im weiteren noch aufgegriffen.

Der Begriff „zukunftsgerichtet“ bei den LRIC bedeutet, dass bei der Investition die derzeit verfügbaren effizientesten Technologien betrachtet werden und diese mit den derzeit geltenden Preisen bewertet werden. „Langfristig“ heißt, dass alle Investitionselemente als variierbar angenommen werden. Dies impliziert, dass es zunächst keine Restriktionen in Bezug auf die Disponierung von Kapazitäten gibt. Insoweit die Kosten langfristig variabel sind, können sie strenggenommen keine sunk costs darstellen. Gerade dies wird jedoch für die Berücksichtigung von Realoption vorausgesetzt, was in Abschnitt 3.2.1 ausführlich behandelt wurde. Auch wenn hier per Definition die versunkenen Kosten ausgeklammert werden, bedeutet dies nicht, dass diese auf dem TK-Markt nicht tatsächlich vorhanden sind. Für die Berücksichtigung von Realoptionen, wird im folgenden von der Annahme der „Langfristigkeit“ abstrahiert, weil hier im besonderen ja der Zeitpunkt beispielsweise einer Investition bestimmt werden soll.

Mit anderen Worten bezeichnet man als inkrementelle Kosten für eine bestimmte Leistung die Kostendifferenz, die sich ergibt, wenn die Leistung bei ansonsten unverändertem Produktionsniveau zusätzlich produziert wird. Äquivalent dazu kann von vermiedenen Kosten gesprochen werden, wenn nur diese eine Leistung eingestellt wird. „Inkrementel“ bezeichnet dabei die zusätzliche Einheit des entsprechenden Produktes oder Elementes was betrachtet wird. Formal werden die inkrementellen Kosten wie folgt definiert:<sup>62</sup>

$$IC_i(y) = C(y_{n-i}, y_i) - C(y_{n-i}, 0).$$

Dabei bezeichnet der Term  $C(y_{n-i}, y_i)$  die Kosten, die bei der Bereitstellung einer Dienstleistung oder einem Bündel von Dienstleistungen  $y = (y_{n-i}, y_i)$  entstehen.

Die durchschnittlichen inkrementellen Kosten  $AIC_i$  einer Leistung  $i$  bei einem Output von  $y$  werden wie folgt definiert:  $AIC_i(y) = \frac{C(y_{n-i}, y_i) - C(y_{n-i}, 0)}{y_i}$ . D.h. sie werden ermittelt, in

dem man die inkrementellen Kosten für eine Leistung bzw. für ein Produkt durch die bereitgestellte Menge dividiert.<sup>63</sup> Zur Bestimmung der FL-LRIC werden häufig analytische Kostenmodelle verwendet. Alternativ kann man diese über internationale Preisvergleiche oder einen Top-Down Ansatz bestimmen. Diese Methoden stellen jedoch allenfalls zweitbeste Methoden dar. Grundsätzlich geht man bei der Bestimmung der FL-LRIC im Rahmen eines analytischen Kostenmodells wie folgt vor: Bestimmung des relevanten Inkrements und der Ausgangssituation im Hinblick auf die Netzstruktur/Dienste zu denen das Inkrement hinzukommen soll. Anschließend wird die dazu notwendige Produktionsfunktion bestimmt. Dies impliziert, dass sowohl die Technologie als auch die optimale Netzstruktur bestimmt wird. Darauf aufbauend wird die Kostenfunktion bestimmt. Ausgangspunkt im weiteren ist die notwendige erwartete Nachfrage nach den Diensten und die dafür benötigte Kapazität. Daraus ergeben sich die notwen-

---

<sup>62</sup> Emmerson (1993), S. 4ff.

<sup>63</sup> Vgl. Emmerson (1993), S. 6ff.

digen Investitionen, die mit klassischen Methoden, wie sie in Kapitel 2 dargestellt wurden, bewertet werden. Der Beitrag der Realoptionen liegt darin, den künftigen Wertbeitrag einer Dienstleistung oder eines Gutes in deren FL-LRIC zu integrieren.

Um die annualisierten Kosten zu bestimmen, bedarf es einer entsprechenden Konvention im Hinblick auf Abschreibung (linear, progressiv oder ökonomische Abschreibung) und der Opportunitätskosten des Kapitals. Anschließend sind die Betriebs- und ggf. Marketing und Vertriebskosten zu identifizieren sowie die den Produkten/Diensten zuzurechnenden indirekten Kosten. Die so ermittelten Kosten sind dann die Basis für die regulatorisch festzusetzenden Preise. Je nach Art der Tariffdifferenzierung (Peak/Off-Peak, elementbasiert, entfernungsabhängig oder Kapazitätsbasiert) bedarf es dazu einer Reihe von weiteren Konventionen. Nähere Informationen zur Ermittlung von LRIC erhält der Leser durch die Literatur des WIK-Referenzdokument zum Analytischen Kostenmodell.

In den folgenden Abschnitten soll skizziert werden, inwieweit die Berücksichtigung von Realoptionen Einfluss auf die Bestimmung der FL-LRIC potentiell hat. Zunächst stellt sich die Frage, ob durch den Realoptionen Ansatz die grundsätzliche Philosophie des FL-LRIC Konzeptes in Frage gestellt wird. Mit anderen Worten: Ist das Konzept des LRIC mit dem Blickwinkel der Theorie der Realoptionen noch haltbar? Im nächsten Abschnitt plädieren wir dafür, dass das Konzept der Realoptionen nur unter Anwendung eines genuinen Ansatzes möglich ist. In den nachfolgenden Abschnitten stellen wir dar, in welcher Weise Realoptionen in anderen Parametern Eingang finden wie z.B. in analytischen Kostenmodellen. In diesem Zusammenhang diskutieren wir inwieweit Realoptionenwerte über Abschreibungsmethoden oder über den Kapitalkostensatz Berücksichtigung finden können.

## **5.2 Die Berücksichtigung des Realoptionswertes über einen eigenständigen Bewertungsansatz**

Wie in dieser Studie gezeigt wurde, handelt es sich beim Realoptionen Ansatz um einen ganzheitlichen Ansatz, dem eine eigene grundsätzliche Vorgehensweise und Blickrichtung zugrunde liegt. Dabei steht der Investitionsprozess an sich im Vordergrund und nicht nur die rein zahlenmäßige Bewertung. Er grenzt sich von den traditionellen Ansätzen dadurch ab, dass er nicht wie diese auf einem statischen Kapitalwert-Konzept basiert, sondern dass bei ihm in einer dynamischen Betrachtung Faktoren wie Unsicherheit, Irreversibilität der Investition und Wahl des Investitionszeitpunktes bei der Ermittlung des Wertes der Investition einbezogen werden, so dass eine bessere Entscheidungsbasis geschaffen wird.

Aus Gründen der Methodenreinheit sollte der Realoptionen Ansatz als eigenständiger Bewertungsansatz angewendet werden, da ansonsten die Logik nicht gänzlich erfasst würde bzw. eine nachträgliche Korrektur um diesen Aspekt nicht adäquat erscheint. Bei

einer nachträglichen „Feinkorrektur“ besteht grundsätzlich das Problem, das die zugrunde gelegte Basis verzerrt sein kann, da es auf einer anderen Logik basiert, was folglich auch das Bewertungsergebnis verändert: So wird beispielsweise für die Berechnung von Optionswerten von neutralen Präferenzen ausgegangen, für die lediglich der risikolose Zinssatz eine Rolle spielt. Arbeitet man jedoch mit risikobewerteten Zinssätzen kann unter Umständen eine Doppelerfassung von Risikoprämien erfolgen. Je nachdem wie verzerrt die ursprünglichen Basiswerte sind, kann eine nachträgliche „Feinkorrektur“ das Problem potenzieren.

Sofern der Regulierer den Realoptionen Ansatz grundsätzlich anerkennt, muss in einem zweiten Schritt die Frage des richtigen Kapitalkostensatzes und/oder der Abschreibungsproblematik aus dem Realoptionen Ansatz heraus entwickelt werden und nicht erst zum Schluss. Da diese Vorgehensweise möglicherweise mit einem zu starken Bruch mit der bisherigen Regulierungspraxis einhergehen würde, könnte vereinfacht über eine nachträgliche „Feinkorrektur“ der Wert der Realoption berücksichtigt werden. Dies stellt aber keine ideale Lösung dar.

Anders als bisher, muss bei der Bewertung des Optionswertes neben der Kostenorientierung in stärkerem Maße der ökonomische Wert berücksichtigt werden, weil nur so ex post Handlungsoptionen des Management berücksichtigt werden können. Einen wichtigen Einsatzbereich für Realoptionen stellen in diesem Kontext beispielsweise Innovationen dar, die durch Erstinvestitionen entstanden sind bzw. möglich werden, aber mit denen derzeit keine unmittelbaren Kosten verbunden sind. Der Realoptionen Ansatz würde voraussetzen, dass der Investor beim Markteintritt die Vorteile von Folgeinnovationen antizipiert und seine Entscheidung und Kalkulation darauf aufgebaut hat. Jede Folgeinnovation eines regulierten Unternehmens stellt für Wettbewerber eine Realoption dar, die erst durch Erstinnovationen möglich wurde. Sie stellt einen ökonomischen Wert dar, der umso höher ist, je effektiver der Zugang von Wettbewerbern darauf verwehrt werden kann. Da der Ansatz der Realoptionen sehr stark vom ökonomischen Wert abhängt, ist eine reine Kostenorientierung nicht ausreichend, um anreizkompatibles Innovationsverhalten zu erzielen.

Die Berücksichtigung von Realoptionen sowohl über Zinsen als auch über Abschreibungen ergibt eine wesentliche Änderung, weil nicht mehr von einer Konstanz des zugrunde gelegten Zins- bzw. Abschreibungssatzes über alle Umweltzustände hinweg ausgegangen werden kann. Der Zins- bzw. Abschreibungssatz von Investition einschließlich des Wertes der Realoptionen kann über einen Entscheidungsbaum auf jeder Teilperiode unter Berücksichtigung vergangener und künftig noch möglicher Handlungen modifiziert werden, um das Investitionsrisiko adäquat abzubilden. Wobei hier auch eine Festlegung bzw. Konvention bezüglich der Teilperioden erfolgen muss, da sonst eine Integration in Regulierungsentscheidungen nahezu unmöglich erscheint. Das geht sicherlich mit erhöhtem Aufwand einher. Die Antwort auf die Frage wie eine konkrete Integration des Ansatzes in Regulierungsentscheidungen erfolgen kann, würde den Rahmen der hier vorliegenden Arbeit sprengen. Diese Aufgabe bleibt einer weiteren Studie vorbehalten.

### 5.3 Die Berücksichtigung des Realoptionswertes über die Kapitalkosten

Kapitalkosten sind der Preis, den Unternehmen für die Nutzung von Kapitalgütern im Produktionsprozess zahlen. Kapitalkosten werfen besondere konzeptionelle Fragen auf, weil sie Kosten von langlebigen (Kapitalgütern) abbilden, bei denen die zahlungswirksamen Aufwendungen ein zeitliches Profil haben, das mit dem Profil der tatsächlichen Inanspruchnahme der Kapitalgüter während ihrer Nutzungsdauer nicht übereinstimmt. Eine wesentliche Aufgabe besteht darin, die durch Anschaffung und Finanzierung entstehenden Aufwendungen in Kosten – Abschreibungen und Zinskosten – umzuwandeln, die den in den Nutzungsperioden bereitgestellten Dienstleistungen zweckmäßig zugeordnet werden. Hierbei spielt beispielsweise eine Rolle wie Preisänderungen in die Kostenermittlung einfließen sollen.

Was die Erfassung der Realoptionen über Abschreibungen betrifft, ist zu berücksichtigen, dass zunächst die notwendigen Investitionen, d.h. die produktionsnotwendigen Kapitalgüter des Unternehmens zu bestimmen sind, um sie dann über ein adäquates Abschreibungsverfahren zu bewerten. Dass bei langlebigen Investitionsobjekten die Erwartungswerte nur schwer schätzbar sind, ist in der Kostenrechnung ein bekanntes Problem. In diesem Abschnitt geht es nicht um eine grundsätzliche Diskussion über Abschreibungsmodalitäten, sondern um einen kurzen Überblick über die jeweiligen Methoden, mit der die Berücksichtigung von Realoptionen möglich erscheint.

Grundsätzlich ist wichtig, dass die Bestimmung der korrekten Abschreibungsdauer sich an der wirtschaftlichen Nutzungsdauer des Investitionsobjekts orientieren sollte. Nur so kann eine Verzerrung durch beispielsweise möglichst kurze Zeiträume und der daraus resultierenden höheren Abschreibungsrate vermieden werden. Deswegen sollte der Abschreibungsverlauf dem ökonomischen Wertverlust entsprechen, wobei in der Praxis jedoch wegen ihrer Einfachheit nur die Verfahren der linearen oder degressiven Abschreibung zur Anwendung kommen.<sup>64</sup>

Die lineare Abschreibung führt zu konstanten Abschreibungsbeträgen während der gesamten Abschreibungsdauer. Bei der degressiven Abschreibung sind die Raten zu Beginn des Abschreibungszeitraums am höchsten und sinken dann von Jahr zu Jahr. Bei dieser Methode wird ein Großteil der Abschreibungen bereits in den frühen Phasen der Nutzung vorgenommen. Bei einer progressiven Abschreibung sind die Raten umgekehrt zu Beginn des Abschreibungszeitraums am geringsten und steigen dann von Jahr zu Jahr. Darüber können erst später aufgrund von Nachfrageentwicklungen ausgelastete Kapazitäten besser nutzungsabhängig erfasst werden. Diese Variante findet in der kostenrechnerischen Praxis jedoch kaum Anwendung. Für die Berücksichtigung des Wertes der Realoption scheinen diese Ansätze nicht geeignet zu sein, da sie ex ante die Abschreibungswerte vorgeben, so dass für nachträgliche Handlungsoptionen über die verbleibende Lebensdauer des Investitionsobjekts keine Integrationsmöglichkeit

---

<sup>64</sup> Zu den Abschreibungsmethoden siehe WIK (1998).

besteht. Dies kann auch dann nicht gewährleistet werden, wenn durch verschiedene Szenarien die Abschreibungszeiträume variiert werden, um beispielsweise den technischen Fortschritt oder Nachfrageverschiebungen zu berücksichtigen.

Eine Berücksichtigung aller Handlungsoptionen über die gesamte Lebensdauer des Investitionsobjekts hinweg erscheint nach der ökonomischen oder auch Ertragswertabschreibung möglich zu sein.<sup>65</sup> Dabei müsste für eine angemessene Berücksichtigung von Realoptionen der jährliche Abschreibungsbetrag aus der Differenz zwischen dem Kapitalwert des Investitionsobjekts zu Beginn und am Ende der Periode unter Beachtung der noch verbleibenden Alternativen berechnet werden. Da sich der Kapitalwert aus der Summe der zu erwartenden Einnahmeüberschüsse aus der Nutzung des Investitionsobjekts, abdiskontiert auf den jeweiligen Zeitpunkt ergibt, werden in die Berechnung alle relevanten Einflussfaktoren einbezogen. Nachträgliche Handlungsoptionen, die sich wegen möglicher Abweichungen bezüglich der erwarteten Entwicklung der Nachfrage, des technischen Fortschritts, der allgemeinen Marktentwicklung sowie anderer Faktoren ergeben, können bei diesem Ansatz als relevante Bestimmungsgrößen in die Abschreibungsrate eingehen.

Auch unter dem Aspekt einer möglichst verursachungsgerechten Kostenzurechnung wäre die ökonomische Abschreibung generell den anderen Abschreibungsansätzen vorzuziehen. Denn zum einen ist es unrealistisch, dass ein Investitionsgut sein Gesamtpotential immer in konstant gleichen Jahresraten (lineare Abschreibung) bzw. in konstant abnehmenden Jahresraten (degressive Abschreibung) abgibt. Leistungsschwankungen sowie operative und strategische Handlungen des Managements im Zeitablauf, die beispielsweise durch Nachfrageveränderungen ausgelöst sein können, werden so nicht erfasst. Zum anderen würde von einer starren linearen oder degressiven Abschreibung nicht erfasst, dass ein Investitionsgut aufgrund einer technischen Neuentwicklung unerwartet früh veralten kann, wodurch sich sowohl seine Restnutzungsdauer als auch sein Ertragswert verringert. Da bei der ökonomischen Abschreibung alle diese Einflüsse berücksichtigt werden, ist sie als die Abschreibungsmethode anzusehen, die am ehesten in der Lage ist, für eine verursachungsgerechte Zuordnung der Anlagenkosten auf die Jahre der Nutzungsdauer zu sorgen.

Die ökonomische Abschreibung stellt jedoch sehr hohe Datenanforderungen, da bei einer konsequenten Anwendung für jedes einzelne Investitionsobjekt die jeweiligen Einflussgrößen für die gesamte Restnutzungsdauer abgeschätzt und in die Berechnungen einbezogen werden müssen. Zudem müssten diese Daten, nach jeder Handlungsoption neu geprüft und entsprechend angepasst werden.

Was die Erfassung der Realoptionen über Zinsen betrifft, ist zunächst die Kapitalstruktur zu ermitteln. Falls keine vollständige Eigenfinanzierung besteht, ist zu berücksichtigen, inwieweit neben dem Eigenkapital auch Fremdkapital zur Finanzierung herangezogen wird. Wenn für die Durchführung der Investition zusätzliches Fremdkapital auf-

---

<sup>65</sup> Vgl. Schneider (1992, S. 220ff).

genommen werden muss, müssen die durchschnittlich gewichteten Kapitalkosten zugrunde gelegt werden (Weighted Average of Capital Cost (WACC)). In diesem Fall erfolgt die Diskontierung somit mit den durchschnittlichen Kapitalkosten WACC. Für die konkrete Diskussion der Realoptionen kann die Kapitalstruktur jedoch vernachlässigt werden, weil z.B. Leverage-Effekte, die sich durch niedrige Zinsen für Fremdkapital ergeben können, ausgeklammert werden.

Eine Möglichkeit den Optionswert über den Zinssatz zu bestimmen, ergibt sich über das CAPM, das in der Praxis am häufigsten verwendete Verfahren, um die Eigenkapitalrendite für riskante Investitionsprojekte zu bewerten. Vereinfacht könnte man annehmen, dass der Realoptionswert bereits im systematischen Risiko bzw. im Betafaktor hinreichend erfasst ist. Mit anderen Worten wird unterstellt, dass die Ergebnisse auf dem Kapitalmarkt die Präferenzen der Akteure offenbaren. Wenn dem so wäre, würde der Realoptionswert lediglich einen Zustand erklären, der bereits in der Praxis vom Management antizipiert wird (siehe auch Abschnitt 5.1). Falls nicht könnte in die Risikofassung mittels Beta-Faktoren des CAPM die Handlungsoption integriert werden. Der Beta-Faktor ist die einzige Bestimmungsgröße der Rendite einer riskanten Kapitalanlage; d.h. sie beschreibt, wie sich die Rendite einer bestimmten riskanten Kapitalanlage im Verhältnis zur durchschnittlichen Rendite des Gesamtmarktes (z.B. DAX) ändert. Da von einem Betafaktor eines Marktportfolios von 1 ausgegangen wird (Vergleichmaßstab), bedeutet ein Beta-Faktor unter 1 ein geringeres und über 1 ein höheres Investitionsrisiko. Ein risikoloses Investitionsobjekt hat demzufolge einen Beta-Faktor von Null. Das Grundmodell der CAPM hat die folgende Form:

$$r_{EK} = r_f + \mathbf{b}(r_m - r_f),$$

mit

$r_{EK}$  = Renditeforderung der Eigenkapitalgeber

$r_f$  = Zinssatz einer risikolosen Anlage

$r_M$  = Marktrendite

$\mathbf{b}$  = Systematisches Risiko des betrachteten Unternehmens

$r_M - r_f$  = Marktrisikoprämie

$r_{EK} - r_f$  = Risikoprämie der Kapitalanlage

Das CAPM bestimmt die Eigenkapitalkosten durch den risikolosen Zinssatz und eine Risikoprämie. Dabei setzt sich die erwartete Rendite einer Kapitalanlage aus dem Zinssatz einer sicheren Anlage und einer Risikoprämie zusammen. Der Schwachpunkt der CAPM liegt neben den kritischen Modellannahmen darin, dass das unsystematische Risiko nicht hinreichend erfasst werden kann. Letzteres ist jedoch eigentlich das relevante Risiko bei Realoption, da es im wesentlichen vom Management selbst beeinflusst werden kann.

Gegen die Übertragung des CAPM auf Realoption spricht zum einen, dass Beta-Werte vergangenheitsbezogen sind, was ja nach der Random-Walk-Hypothese für die Schätzung zukünftiger Werte abzulehnen ist (siehe Abschnitt 4.2.2). Zum anderen ist das CAPM als einperiodiger Ansatz nicht ohne weiteres auf mehrere Perioden auszudehnen bzw. zu dynamisieren, ohne das Modell wesentlich komplexer zu machen.<sup>66</sup> Eine Anwendung auf mehrere Perioden scheitert auch deswegen, weil sich das Risiko einer Investition für die einzelnen Perioden stochastisch verhält.

Insgesamt betrachtet bleibt die Erfassung des Wertes der Realoption sowohl über Abschreibungen als auch über Zinssätze problematisch. Dabei sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Erfassung des Wertes der Realoption lediglich über eine der genannten Möglichkeiten erfolgen darf, um eine mehrfache Erfassung von Risikoprämien zu vermeiden. Falls eine Berücksichtigung über Abschreibungen erfolgen soll, bietet - wenn überhaupt - die ökonomische Abschreibung eine ausreichende Basis, den Wert etwaiger Realoption zu berücksichtigen. In diesem Fall wäre der Optionswert selbst über die zukünftigen Abschreibungen komplett erfasst. In diesem Kontext wäre eine Realoption nichts anderes als eine an die jeweilige Entscheidungssituation angepasste ökonomische Abschreibung. Dies erfordert eine ständige Modifizierung der Abschreibungswerte, was mit erhöhtem Aufwand verbunden ist. Auch bei der Berücksichtigung von Realoptionen über die Zinsen ergibt sich eine wesentliche Änderung. In diesem Fall kann nicht mehr von einer Konstanz des zugrunde gelegten Zinssatzes über alle Umweltzustände hinweg ausgegangen werden. Dies erfordert eine ständige Modifizierung des Zinssatzes und ist somit mit einem erhöhtem Aufwand bei der Kalkulation verbunden ist.

#### **5.4 Der Einfluss von Realoptionen auf die Infrastrukturinvestition der Wettbewerber**

Durch seinen Entscheidungen hat der Regulierer Einfluss auf das Investitionsverhalten von Newcomern im Telekommunikationsmarkt. Derartige Entscheidungen schaffen Optionen bzw. bestimmen den Wert von möglichen Handlungsalternativen von Wettbewerbern. Mit der Liberalisierung der Märkte entsteht zum einen erst die Möglichkeit für potentielle Investoren in den Telekommunikationsmarkt einzutreten, des weiteren eröffnen sich für Newcomer, mit der Möglichkeit auf bestehende Netzelemente der DTAG zurückzugreifen, unterschiedliche Investitions- bzw. Markteintrittsstrategien.

Neben der Zusammenschaltungsmöglichkeit mit dem bestehenden Netz ist hier das Mieten von Netzelementen (entbundelter Teilnehmeranschluss, line sharing für breitbandige Datenübertragung) von besonderer Relevanz. Dies eröffnet für die Netzbetreiber die Möglichkeit eines sukzessiven oder auch nur partiellen Markzutritts, wodurch sie ihre Investitionsentscheidungen optimieren können. Mit anderen Worten die Regulierungsentscheidungen einerseits in ihrer qualitativen Form und ferner durch Festsetzung

---

<sup>66</sup> So auch Laux (1993), S. 935f.

der Preise für die Nutzung von Netzelementen und Resale-Rabatten beeinflusst die Investitionsmöglichkeiten der Wettbewerber signifikant.

Betrachten wir das Beispiel Resale: Bei einem sehr hohen Resale-Rabatt, den das marktbeherrschende Unternehmen auf seine Endprodukte einräumen muss, schwindet der Anreiz der Wettbewerber selbst zu investieren. Zumal der reine Wiederverkauf von Leistungen mit einem geringeren Risiko verbunden ist und neben der regionalen Vermarktung auch eine direkte Möglichkeit zum Anbieten in der Fläche eröffnet. Ist der Resale-Rabatt aber eher gering, bleibt dem Reseller eine zu geringe Marge und folglich kein Anreiz zum Markteintritt in dieser Weise. Deshalb bleibt die Bestimmung des richtigen Resale-Rabattes eine schwierige aber zugleich entscheidende Aufgabe. Würde der Regulierer versuchen, die Höhe des Resale-Rabattes so zu bestimmen, dass potentielle Wettbewerber zumindest zwischen Eigenerstellung und Fremdbezug indifferent sind, würde unter bestimmten Annahmen eine gleichverteilte Menge von potentiellen Wettbewerbern sich entweder für die Resale- oder der Investitionsoption entscheiden. Die praktische Kalkulation ist dabei ein schwieriges Unterfangen.

Um Investitionsentscheidungen von Wettbewerbern zielgerichtet beeinflussen zu können, muss der Regulierer deren subjektive Präferenzen kennen. Denn nur wenn diese bekannt sind lassen sich daraus Risikoprämien ableiten, über die letztlich Anreize gesetzt werden. Jede Entscheidung in Unkenntnis der Präferenzen führt zu Wettbewerbsverzerrungen. Intuitiv kann davon ausgegangen werden, dass ein langfristig orientierter Investor, der in Bezug auf die Kosten der Alternativen Resale versus Eigeninvestitionen indifferent ist, sich eher für die Option Eigenerstellung entscheiden wird.

Die Option des Wartens oder das Aufschieben einer Investitionsentscheidung wird für Wettbewerber durch Regulierungsentscheidungen möglich oder aber auch erst interessant. Hier zeigt sich, dass ein optionstheoretisches Kalkül der Investitionsentscheidung entscheidend durch die Regulierungspolitik beeinflusst wird. So ist bei Entscheidungen dieser Art in der Regulierungspolitik abzuwägen, ob man verstärkt Akzente zur Gunsten von Dienstewettbewerb oder aber auf Infrastrukturwettbewerb setzt. Andererseits verdeutlichen die Ausführungen, dass erst die Existenz der Telekommunikationsnetze der DTAG in Verbindung mit regulatorischen Entscheidungen Investitionsmöglichkeiten für potentielle Wettbewerber geschaffen hat. Konkret bedeutet dies, dass das marktbeherrschende Unternehmen für die Wettbewerber erst Optionen schafft, die für ihn unter Umständen mit Kosten verbunden sind, da Unsicherheit darüber herrscht ob diese Kapazität auch komplett vermarktet werden kann, falls nicht langfristige Verträge bestehen. Dabei muss auch berücksichtigt werden, inwiefern der Incumbent diese Investition auch für Wettbewerber tätigt. Die Frage ist dann, inwiefern und wie das ohnehin vorhandene Auslastungsrisiko durch Realoptionen berücksichtigt werden kann. Da es dem Regulierer um die Kosten des zu regulierenden Unternehmens geht, müsste vordergründig dessen Wert der Option des Wartens berücksichtigt werden und möglicherweise bepreist werden. Der Regulierer muss detailliert die Opportunitätskosten mit dem Wert des Wartens gegeneinander abwägen und den Nettovor- bzw. Nachteil bestimmen.

Die Berücksichtigung des Wertes der Realoption kann insbesondere dann relevant werden, wenn regulierte Unternehmen Leistungen an Wettbewerber oder Dienste an Endkunden aus einem regulatorischen Zwang heraus anzubieten haben. Falls das regulierte Unternehmen beispielsweise seine Warteoption nicht wahrnehmen kann, weil ein regulatorischer Zwang zum Anbieten besteht, müssen die Leistungen angemessen bepreist werden. In diesem Fall sollte das regulierte Unternehmen für die entgangenen Vorteile, die durch die vorzeitige Vernichtung der Warteoption entstehen kompensiert werden, was wir festgestellt haben, keine triviale Aufgabe ist.

Eine genaue Abbildung in einem optionstheoretischen Modellansatz würde genauer erklären, inwieweit Infrastrukturinvestitionen von Wettbewerbern durch regulatorische Entscheidungen beeinflusst werden, da diese das Entscheidungskalkül bedingt durch die sich alternativ ergebenden Optionen maßgeblich beeinflussen. Dies würde jedoch voraussetzen, dass die Investitionsentscheidungen von Wettbewerbern faktisch auch auf Basis von optionstheoretischen Ansätzen erfolgen würden.

## **5.5 Mögliche Implikationen der Berücksichtigung von Realoptionen auf Regulierungsentscheidungen**

Die Implikation von Realoption auf die FL-LRIC können ex ante nicht eindeutig bestimmt werden. Ihre Berücksichtigung führt nicht zwangsläufig zu einer Senkung- oder Erhöhung der FL-LRIC des regulierten Unternehmens, da sowohl ein positiver als auch negativer Optionswert möglich ist.

Im weitesten Sinne kann der Realoptionen Ansatz als Risikomanagement aufgefasst werden. Dieses zielt darauf ab, eine ergebnisorientierte Planung, Steuerung und Koordination von Investitionsprozessen zu gewährleisten und somit dem Management sequentiell operative und strategische Handlungsmöglichkeiten zu bieten. Vernachlässigt man, die in dieser Studie dargestellten strategischen Elemente, droht bei Nicht-Berücksichtigung realer Optionen, die Gefahr einer tendenziellen Unterbewertung von Investitionsobjekten und folglich eines zu geringen Investitionsvolumens, da künftige Handlungsoptionen ein besseres Risikomanagement erlauben. Dies kann damit erklärt werden, dass Realoptionen zwar das Recht, aber nicht die Verpflichtung auf eine Handlung begründen. In diesem Sinne müsste der Einsatz von Realoptionen in den meisten Fällen zu einer Höherbewertung von Investitionsobjekten führen. Im Umkehrschluss führt dies unter Umständen dazu, dass der Regulierer folglich geringere Kosten akzeptiert, die zu niedrigeren Preisen führen. Da aber auch Wettbewerbsnachteile durch ein zu langes Warten entstehen können, haben strenggenommen weder die Wettbewerber noch das marktbeherrschende Unternehmen einen eindeutigen Anreiz für die Einführung von Realoptionen, obwohl dadurch die Bewertung und Quantifizierung von Investitionsobjekten wesentlich verbessert wird.

Im Falle der Einführung von Realoptionen muss neben den Unternehmen auch der Regulierer die Bewertung des Nutzens (oder des Nachteils) der künftigen Handlungsoptionen bzw. der Korrekturen vornehmen. Diese stellt eine große Herausforderung dar. Wenngleich zukünftige Realoptionen dem Management eine höhere Flexibilität erlauben, sind diese nicht nur mit Vorteilen, sondern auch mit Nachteilen verbunden. Der Regulierer kann über den Wertunterschied, den ein Investor durch den Einsatz von Realoptionen erwirbt, für seine Regulierungsentscheidungen im einfachsten Falle einen Korrekturfaktor ableiten, der entweder als Auf- oder Abschlag auf die herkömmlich ermittelten Kosten bzw. Preise seinen Niederschlag findet.

Der Realoptionen Ansatz kann insbesondere auf regulierten Märkten eine Rolle spielen, wenn regulierte Unternehmen Leistungen regulatorisch bedingt abzugeben haben, wie im Falle von Universaldiensten. Wenn dies der Fall ist, müssen diese angemessen bepreist werden, da beispielsweise das regulierte Unternehmen seine Warteoption bzw. Handlungsflexibilität nicht vollkommen ausschöpfen kann.

In Abschnitt 5.4 haben wir festgestellt, dass die Investitionsmöglichkeiten bzw. die Option des Aufschieben einer Investitionsentscheidung für Wettbewerber erst durch Regulierungsentscheidungen möglich wird. So ist bei Entscheidungen dieser Art in der Regulierungspolitik abzuwägen, ob man verstärkt Akzente zur Gunsten von Dienstewettbewerb oder aber auf Infrastrukturwettbewerb setzt, wovon auch die Investitionsbereitschaft des regulierten Unternehmens abhängt.

Der Regulierer kann Realoptionen entweder als Auf- oder Abschlag auf die herkömmlich ermittelten Kosten bzw. Preise berücksichtigen. Das kann bei falscher Bewertung zu mindestens zwei Problemen führen. Ein Aufschlag für Realoptionen auf die herkömmlich ermittelten Kosten bzw. Preise, kann das regulierte Unternehmen dazu verleiten tendenziell mehr zu investieren. Damit werden implizit falsche Anreize gesetzt. Dies führt tendenziell zum Aufbau von Überkapazitäten, die strategisch gegen Wettbewerber eingesetzt werden können.

Ein Abschlag für Realoptionen auf die herkömmlich ermittelten Kosten bzw. Preise, kann das regulierte Unternehmen dazu verleiten, tendenziell weniger zu investieren. Wichtige kostenintensive Investition, wie z.B. in die Modernisierung des TK-Netzes bleiben dann aus. Dies induziert entsprechende volkswirtschaftliche Nachteile. Mit einer geringeren Investitionsbereitschaft geht auch eine Verschlechterung der Dienstqualität einher. Ein Abschlag für Realoptionen bliebe demnach nicht ohne Folgen für die Investitionsbereitschaft bzw. den Qualitätsstandard des regulierten Unternehmens. Intuitiv kann der triviale Einfluss niedriger Preise bzw. zugestanderener Kosten auf die Investitionen eines regulierten Unternehmens damit erklärt werden, dass die mit dem Aufbau von Netzinfrastruktur zusammenhängenden Kosten nur über angemessene Gewinnmargen amortisiert werden können, siehe Kapitel 2. Je niedriger diese Gewinnmargen sind, desto länger dauert die Amortisationsdauer, was für das investierende Unternehmen unter anderem höhere Finanzierungskosten und folglich einen geringeren Anreiz zu Investitionen bedeutet.

## 5.6 Grenzen bei der praktischen Umsetzung

Wenngleich aus konzeptioneller und normativer Sicht mit Blick auf den aktuellen Kenntnisstand der ökonomischen Theorie zu erwägen ist, den Ansatz der Theorie der Realoptionen in der Praxis für Investitionsentscheidungen und daraus folgernd auch in der Regulierungspraxis anzuwenden, so sind bei der praktischen Anwendung erhebliche Hürden zu überwinden. Anders als bei der Kapitalwertmethode aus Abschnitt 2.2.1 sind nicht nur Erwartungen über zukünftige Zahlungsströme zu bilden, vielmehr gilt es, einen komplexen Entscheidungsbaum zu entwickeln, der sämtliche zukünftig relevanten Situationen hinreichend erfasst. Dies impliziert klare Erwartungen über mögliche Handlungsoptionen, über den Informationsstand in jedem Entscheidungsknoten mit Hinblick auf die erwartete Nachfrage, Wettbewerbsintensität und der Implikation von relevanten exogenen Einflüssen sowie letztendlich die Implikationen der jeweiligen Ausprägungen auf die Zahlungsströme bei dem Unternehmen.

Dies dürfte schon innerhalb eines Unternehmens, d.h. für den potentiellen Investor, hinlänglich schwierig sein und die Vorhersagekraft selbst von gut informierten Fachleuten und Visionären weit überfordern. Wer kann schon voraussehen, welche neuen Technologien sich in 5 oder 10 Jahren entwickeln werden, und welche betriebswirtschaftlichen Folgen sich daraus ergeben. Die Frage, ob die dann zur Verfügung stehende Technologie kompatibel mit bestimmten derzeit zu tätigen Investitionen beispielsweise in eine Netzinfrastruktur sind, dürfte um so schwieriger zu beantworten sein. Die Unsicherheiten und die weit auseinander gehende Auffassung unter Experten über die ökonomischen bzw. betriebswirtschaftlichen Chancen von Power Line, UMTS oder aber auch Telephonie über Kabelnetze mögen als Beispiele dienen, die dies dem Leser verdeutlichen.

Wenn es gelingen sollte, die Entscheidungsbaumstruktur d.h. die jeweiligen Optionen, den Informationsstand und die Implikationen für die Zahlungsströme zu beschreiben, so ist dies noch nicht hinreichend für die Anwendung. Vielmehr bedarf es des Weiteren der Modellierung der strategischen Interdependenzen zu anderen potentiellen Investoren, da wie bereits an anderer Stelle ausgeführt, Realoptionen dem Investor typischerweise nicht exklusiv zur Verfügung stehen. Sollte selbst dies gelingen, so ist man nun mit dem Problem der Bestimmung der mathematischen bzw. spieltheoretischen Lösung konfrontiert. Multiple Gleichgewichte bis hin zur grundsätzlichen analytischen Unlösbarkeit komplexer Investitionsentscheidungen können dann als ein unüberwindbares Hindernis auftreten. Abgesehen davon, dass die methodische Lösung sowie die Interpretation allenfalls von ausgewiesenen Spezialisten der Optionstheorie zugänglich sein dürfte.

Bei der Anwendung in der Regulierungspraxis potenziert sich die Problematik. In diesem Fall ist ein Konsens über den verwendeten Ansatz (siehe die Diskussion über das analytische Kostenmodell) zwischen dem Regulierer, dem regulierten Unternehmen und den Wettbewerbern zu finden, wobei letztendlich die Entscheidungen von Personen getroffen werden müssen, denen die Thematik aufgrund der Natur der Sache nur

schwer zu vermitteln ist. Dies trifft dann auch wiederum umso schärfer auf die Justiz zu, die möglicherweise aufgrund von Uneinigkeiten unter den Betroffenen als Schlichter angerufen wird. Häufig ist es daher eher zielführend, simplere und pragmatische Verfahren anzuwenden bevor ein Verfahren angestrebt wird, welches vom theoretisch normativen her eine höhere Legitimation hat, jedoch aufgrund der Nichtgenerierbarkeit von notwendigen Informationen in der praktischen Anwendung scheitert oder aber unkontrollierbare Prozesse angestoßen werden, die letztendlich dann zu einem weitaus schlechteren Resultat führen können.

Da aber strategische Interdependenzen zu anderen potentiellen Investoren, dem Kapitalmarkt sowie anderen Investitionen des gleichen Unternehmens durch Realoptionen anschaulich dargestellt werden können, sollte der Ansatz nicht per se wegen ihrer Komplexität verworfen werden. Zumal der Realoptionen Ansatz den Investor zu einer fundierten Analyse im Hinblick auf das Investitionsobjekt zwingt. Dies wiederum führt zu einem tiefergehenden Verständnis und einer flexibleren Haltung gegenüber Investitions- als auch Desinvestitionsentscheidungen, weil künftige operative und strategische Handlungsflexibilitäten explizit berücksichtigt werden. Ein Ansatz, der die Entscheidungsträger sensibilisiert ist für einen langfristigen und nachhaltigen Investitionsprozess auf dem TK-Markt von großer Bedeutung.

Deshalb sollte die Regulierungsbehörde in einem öffentlichen Konsultationsverfahren unter Beteiligung des regulierten Unternehmens, der Wettbewerber und im besonderen der Forschungsinstitute sowie anderer Interessenten zunächst ein einheitliches Verständnis zum Thema schaffen. Wenn sich ein hinreichender Konsens über den Realoptionen Ansatz abzeichnet, kann in einem zweiten Schritt über ihren konkreten Einsatz in der Regulierung entschieden werden. Der Idee des Ansatzes folgend könnte aus Praktikabilitätsgründen ihr Einsatz zunächst auf ein Problemfeld eingegrenzt werden, um weitere Informationen und Erfahrungen für eine weitere Ausdehnung der Integration des Realoptionen Ansatzes in der Regulierung zu sammeln.

## Literaturverzeichnis

- Alkas, H. (1999): Rabattstrategien Marktbeherrschender Unternehmen im Telekommunikationsbereich, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 195, Bad Honnef.
- Alkas, H. (2001): Preisbündelung auf Telekommunikationsmärkten aus regulierungsökonomischer Sicht, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 219, Bad Honnef.
- Amram, M.; Kulatilaka, N. (1999): Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World, Boston, MA, 1999.
- Auerbach, Alan J. (1983): Taxation, Corporate Financial Policy and the Cost of Capital, in: Journal of Economic Literature, Vol. XXI, Sept. 1983, S. 905-940.
- Black, F.; Scholes, M. (1973): The Pricing of Options and Corporate Liabilities, in: Journal of Political Economy, Vol. 81, 1973, S. 637-654.
- Boyle, P. (1977): A Monte Carlo Approach to Options, in: Journal of Financial Economics 4, S. 323-338.
- Brealey, Richard A. Myers, Stewart C. (1991): Principles of Corporate Finance, New York et. al., 4th ed.
- Brennan, M./Schwartz, E.S. (1985): Evaluating Natural Resource Investments, in: Journal of Business, 58 (1), S. 135-157.
- Bughin, J. (2001): Managing Real Options in Broadcasting, in: Communications & Strategies, S. 63- 78.
- Cox, J. C.; Ross, St. A.; Rubinstein, M. (1979): Option Pricing: A Simplified Approach, in: Journal of Financial Economics, Vol. 7, S. 229-263.
- Dangl, T./Wirl, F. (2000): Was Dixit und Pindyck bei der Analyse von Managementproblemen unter Unsicherheit verschweigen an Hand der Optimalen Wartung und Ausmusterung einer Maschine, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 70. Jg., S. 211-230.
- Direkt Anlage Bank (1999): Basisinformationen über Vermögensanlagen in Wertpapieren, Köln.
- Dixit, A. K.; Pindyck, R. S. (1994): Investment Under Uncertainty, Englewood Cliffs, NJ.
- Eble, S.; Völker, R. (1993): Die Behandlung von Optionen in der betrieblichen Investitionsrechnung, in: Die Unternehmung, 47. Jg., S. 329-334.
- Emmerson, R.D. (1993): Costing Concepts and Applications, Paper Presented to The Columbia Institute for Tele-Information, 15. November 1993.
- Gintschel, A. (1999): Ein allgemeines Binomialmodell zur Bewertung von Realoptionen, in: Kredit und Kapital, Band 32, S. 60-84.
- Hahnenstein, L. u.a.: (2001), Die Black-Scholes-Optionsformel, in: WiSt Heft 7, S. 355-361.
- Hommel, U.; Pritsch, G (1999): Investitionsbewertung und Unternehmensführung mit dem Realoptionsansatz, in: Achleitner, A.-K.; Thoma, G. (Hrsg.), Handbuch Corporate Finance, Köln (4. Ergänzungslieferung),.

- Hommel, U. (2000): Investitionsbewertung mit dem Realoptionsansatz, in: [www.real-options.de](http://www.real-options.de) S. 1-32.
- Johnson, L.L. (1988): Use of Excess Capacity in International Telecommunications to Deter Competitive Entry: The Rand Corporation (Ed.), Santa Monica.
- Jorgenson, Dale W. (1963): Capital Theory and Investment Behavior, in: *American Economic Review* 53 (May 1963), S. 247-255.
- Kamecke, U. (1995): The Role of Tying for the Optimal Marketing of Durable Products, SFB 303 Discussion Paper No. A-488, Bonn.
- Kester, C. W. (1984): Today's Options for Tomorrow's Growth, in: *Harvard Business Review*, Vol. 62, S. 153-160.
- Kruschwitz, L. (2000): Investitionsrechnung, 8. Neu bearb. Auflg., München.
- Kulatilaka, N.; Marcus, A. J. (1988): General Formulation of Corporate Real Options, in: *Research in Finance*, S. 183-199.
- Laffont, J.J. und J. Tirole (1993): A Theory of Incentives in Procurement and Regulation, Cambridge, Massachusetts.
- Laux, C. (1993): Handlungsspielräume im Leistungsbereich des Unternehmens: Eine Anwendung der Optionspreistheorie, in: *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*, 45. Jg., S. 933-958.
- Lindenberg/Ross: (1981) Tobin's q Ratio and Industrial Organisation, in: *Journal of Business*, Vol. (54), S. 1-32.
- Luehrman, T. (1997): A.: What's It Worth? A General Manager's Guide to Valuation, *Harvard Business Review*, May – June 1997.
- Luehrman, T. A. (1998): Investment Opportunities as Real Options: Getting Started on the Numbers, *Harvard Business Review*, Juli – August 1998.
- Pfnür, A./Schäfer, C. (2001): Realoptionen als Instrument des Investitionscontrollings, in: *WiST Heft 5*, Mai 2001, S. 248-252.
- Perridon, L./Steiner, M. (1997): *Finanzwirtschaft der Unternehmung*, München.
- Sabel, H. (2001): Neuere Entwicklungen im Marketing, in: *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung* Nr. 6, Juni 2001, S. 611-643.
- Schäfer, H./Schässburger, B. (2001): Bewertungsmängel von CAPM und DCF bei Innovativen Wachstumsstarken Unternehmen und Optionspreistheoretische Alternativen, in: *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*, S. 85-106.
- Schneider, D. (1992): *Investition, Finanzierung und Besteuerung*, 7. Aufl., Wiesbaden.
- Simon, H. (1992): *Preismanagement*, 2. Auflage, Wiesbaden.
- Sutton, J. (1991): Sunk Costs and Market Structure, Price Competition, Advertising and the Evolution of Concentration, Cambridge, Massachusetts.
- Trigeorgis, L. (1988): A Conceptual Options Framework for Capital Budgeting, in: *Advances in Futures and Options Research*, Vol. 3, S. 145-167.

Trigeorgis, L. (1996): Real Options - Managerial Flexibility and Strategy in Ressource Allocation, MIT-Press.

Van Horne, James C. (2001): Financial Management and Policy, Prentice Hall, New Jersey.

WIK (1998): Ein analytisches Kostenmodell für das Ortsnetz - Auswertung der Stellungnahmen, erstellt im Auftrag der RegTP.

### Als "Diskussionsbeiträge" des Wissenschaftlichen Instituts für Kommunikationsdienste sind zuletzt erschienen:

- Nr. 151: Matthias-W. Stoetzer, Daniel Tewes:  
Der Wettbewerb auf dem Markt für zellularen Mobilfunk in der BRD, Juli 1995
- Nr. 152: Leopold Reif, Frank Sippel:  
European Teletraining at Work  
Lessons learnt from multimedia language courses in European companies, September 1995
- Nr. 153: Olaf Winkel, Franz Büllingen:  
Sicherheit in der Telekommunikation - Soziale, institutionelle und organisatorische Voraussetzungen der Implementation von Sicherheit in telematischen Netzwerken, November 1995
- Nr. 154: Bernd Ickenroth:  
Die Finanzierung des Universaldienstes im Wettbewerb - Erfahrungen im Ausland und Implikationen für Deutschland, November 1995
- Nr. 155: Cornelia Fries:  
Learner Needs and Demands in Multimedia Teletraining, Dezember 1995
- Nr. 156: Birgit Godehardt, Norbert Wißing, Matthias-W. Stoetzer:  
Stand und Perspektiven von Corporate Networks in deutschen Unternehmen, Dezember 1995
- Nr. 157: Alwin Mahler:  
Determinanten der Diffusion neuer Telekommunikationsdienste, März 1996
- Nr. 158: Wolfgang Elsenbast:  
Darstellung und Analyse der Finanzdienste von La Poste, März 1996
- Nr. 159: Lorenz Nett, Werner Neu unter Mitarbeit von Wolfgang Hürter:  
Effiziente Tarifstruktur der Deutschen Telekom im Rahmen einer Price-Cap-Restriktion, Juni 1996
- Nr. 160: Rolf Schwab:  
Die deutsche Telekommunikationsgeräteindustrie im internationalen Wettbewerb, Juni 1996
- Nr. 161: Thomas Baldry:  
Substitution der Briefpost durch elektronische Medien in privaten Haushalten, Juli 1996
- Nr. 162: Wolfgang Elsenbast:  
Die Infrastrukturverpflichtung im Postbereich aus Nutzersicht, Juli 1996
- Nr. 163: Monika Plum:  
Der Wandel in der Unternehmenskommunikation - Substitution traditioneller Briefpost durch elektronische Medien, Juli 1996
- Nr. 164: Hans Björn Rupp:  
Ein Preissystem für das Internet, August 1996
- Nr. 165: Alfons Keuter, Lorenz Nett, Ulrich Stumpf:  
Regeln für das Verfahren zur Versteigerung von ERMES-Lizenzen/Frequenzen sowie regionaler ERMES-Frequenzen, September 1996
- Nr. 166: Brigitte Bauer:  
Nutzerorganisation und -repräsentation in der Telekommunikation, Oktober 1996
- Nr. 167: Franz Büllingen unter Mitarbeit von Frank Stöckler:  
Die Entwicklung des Seniorenmarktes und seine Bedeutung für den Telekommunikationssektor, November 1996
- Nr. 168: Ingo Vogelsang:  
Wettbewerb im Ortsnetz - Neue Entwicklungen in den USA, Dezember 1996
- Nr. 169: Marta Garcia Arranz, Klaus D. Hackbarth unter Mitarbeit von Bernd Ickenroth:  
Kosten von vermittelten Leitungen in digitalen Netzen, Dezember 1996
- Nr. 170: Monika Plum, Stephan Steinmeyer:  
Preisdifferenzierung im Briefdienst - volkswirtschaftliche und unternehmenspolitische Aspekte, Februar 1997

- Nr. 171: Daniel Tewes:  
Entwicklungsstand und Märkte funk-  
gestützter Ortsnetztechnologien,  
März 1997
- Nr. 172: Peter Kürble:  
Branchenstrukturanalyse im Multime-  
dia-Markt am Beispiel der Spielfilm-  
branche und der Branche der Pro-  
grammveranstalter, April 1997
- Nr. 173: Federico Kuhlmann:  
Entwicklungen im Telekommunikati-  
onssektor in Mexiko: Von einem  
Staatsmonopol zum Wettbewerb,  
April 1997
- Nr. 174: Jörn Kruse:  
Frequenzvergabe im digitalen zellula-  
ren Mobilfunk in der Bundesrepublik  
Deutschland, Mai 1997
- Nr. 175: Annette Hillebrand, Franz Büllingen,  
Olaf Dickoph, Carsten Klinge:  
Informations- und Telekommunikati-  
onssicherheit in kleinen und mittleren  
Unternehmen, Juni 1997
- Nr. 176: Wolfgang Elsenbast:  
Ausschreibung defizitärer Universal-  
dienste im Postbereich, August 1997
- Nr. 177: Uwe Rabe:  
Konzeptionelle und operative Fragen  
von Zustellnetzen, November 1997
- Nr. 178: Dieter Elixmann, Alfons Keuter,  
Bernd Meyer:  
Beschäftigungseffekte von Privatisie-  
rung und Liberalisierung im Telekom-  
munikationsmarkt, November 1997
- Nr. 179: Daniel Tewes:  
Chancen und Risiken netzunabhängi-  
ger Service Provider, Dezember 1997
- Nr. 180: Cara Schwarz-Schilling:  
Nummernverwaltung bei Wettbewerb in  
der Telekommunikation,  
Dezember 1997  
also available in English as  
Numbering Administration in Telecom-  
munications under Competitive Condi-  
tions
- Nr. 181: Cornelia Fries:  
Nutzerkompetenz als Determinante der  
Diffusion multimedialer Dienste,  
Dezember 1997
- Nr. 182: Annette Hillebrand:  
Sicherheit im Internet zwischen Selbst-  
organisation und Regulierung - Eine A-  
nalyse unter Berücksichtigung von Er-  
gebnissen einer Online-Umfrage, De-  
zember 1997
- Nr. 183: Lorenz Nett:  
Tarifpolitik bei Wettbewerb im Markt für  
Sprachtelefondienst, März 1998
- Nr. 184: Alwin Mahler:  
Strukturwandel im Bankensektor - Der  
Einfluß neuer Telekommunikations-  
dienste, März 1998
- Nr. 185: Henrik Hermann:  
Wettbewerbsstrategien alternativer  
Telekommunikationsunternehmen in  
Deutschland, Mai 1998
- Nr. 186: Ulrich Stumpf, Daniel Tewes:  
Digitaler Rundfunk - vergleichende Be-  
trachtung der Situation und Strategie in  
verschiedenen Ländern, Juli 1998
- Nr. 187: Lorenz Nett, Werner Neu:  
Bestimmung der Kosten des Universal-  
dienstes, August 1998
- Nr. 188: Annette Hillebrand, Franz Büllingen:  
Durch Sicherungsinfrastruktur zur Ver-  
trauenskultur: Kritische Erfolgsfaktoren  
und regulatorische Aspekte der digita-  
len Signatur, Oktober 1998
- Nr. 189: Cornelia Fries, Franz Büllingen:  
Offener Zugang privater Nutzer zum  
Internet - Konzepte und regulatorische  
Implikationen unter Berücksichtigung  
ausländischer Erfahrungen,  
November 1998
- Nr. 190: Rudolf Pospischil:  
Repositionierung von AT&T - Eine A-  
nalyse zur Entwicklung von 1983 bis  
1998, Dezember 1998
- Nr. 191: Alfons Keuter:  
Beschäftigungseffekte neuer TK-Infra-  
strukturen und -Dienste, Januar 1999

- Nr. 192: Wolfgang Elsenbast:  
Produktivitätserfassung in der Price-Cap-Regulierung – Perspektiven für die Preisregulierung der Deutschen Post AG, März 1999
- Nr. 193: Werner Neu, Ulrich Stumpf, Alfons Keuter, Lorenz Nett, Cara Schwarz-Schilling:  
Ergebnisse und Perspektiven der Telekommunikationsliberalisierung in ausgewählten Ländern, April 1999
- Nr. 194: Ludwig Gramlich:  
Gesetzliche Exklusivlizenz, Universalienpflichten und "höherwertige" Dienstleistungen im PostG 1997, September 1999
- Nr. 195: Hasan Alkas:  
Rabattstrategien marktbeherrschender Unternehmen im Telekommunikationsbereich, Oktober 1999
- Nr. 196: Martin Distelkamp:  
Möglichkeiten des Wettbewerbs im Orts- und Anschlußbereich des Telekommunikationsnetzes, Oktober 1999
- Nr. 197: Ulrich Stumpf, Cara Schwarz-Schilling unter Mitarbeit von Wolfgang Kiesewetter:  
Wettbewerb auf Telekommunikationsmärkten, November 1999
- Nr. 198: Peter Stamm, Franz Büllingen:  
Das Internet als Treiber konvergenter Entwicklungen – Relevanz und Perspektiven für die strategische Positionierung der TIME-Player, Dezember 1999
- Nr. 199: Cara Schwarz-Schilling, Ulrich Stumpf:  
Netzbetreiberportabilität im Mobilfunkmarkt – Auswirkungen auf Wettbewerb und Verbraucherinteressen, Dezember 1999
- Nr. 200: Monika Plum, Cara Schwarz-Schilling:  
Marktabgrenzung im Telekommunikations- und Postsektor, Februar 2000
- Nr. 201: Peter Stamm:  
Entwicklungsstand und Perspektiven von Powerline Communication, Februar 2000
- Nr. 202: Martin Distelkamp, Dieter Elixmann, Christian Lutz, Bernd Meyer, Ulrike Schimmel:  
Beschäftigungswirkungen der Liberalisierung im Telekommunikationssektor in der Bundesrepublik Deutschland, März 2000
- Nr. 203: Martin Distelkamp:  
Wettbewerbspotenziale der deutschen Kabel-TV-Infrastruktur, Mai 2000
- Nr. 204: Wolfgang Elsenbast, Hilke Smit:  
Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen der Marktöffnung auf dem deutschen Postmarkt, Mai 2000
- Nr. 205: Hilke Smit:  
Die Anwendung der GATS-Prinzipien auf dem Postsektor und Auswirkungen auf die nationale Regulierung, Juni 2000
- Nr. 206: Gabriele Kulenkampff:  
Der Markt für Internet Telefonie - Rahmenbedingungen, Unternehmensstrategien und Marktentwicklung, Juni 2000
- Nr. 207: Ulrike Schimmel:  
Ergebnisse und Perspektiven der Telekommunikationsliberalisierung in Australien, August 2000
- Nr. 208: Franz Büllingen, Martin Wörter:  
Entwicklungsperspektiven, Unternehmensstrategien und Anwendungsfelder im Mobile Commerce, November 2000
- Nr. 209: Wolfgang Kiesewetter:  
Wettbewerb auf dem britischen Mobilfunkmarkt, November 2000
- Nr. 210: Hasan Alkas:  
Entwicklungen und regulierungspolitische Auswirkungen der Fix-Mobil Integration, Dezember 2000
- Nr. 211: Annette Hillebrand:  
Zwischen Rundfunk und Telekommunikation: Entwicklungsperspektiven und regulatorische Implikationen von Webcasting, Dezember 2000
- Nr. 212: Hilke Smit:  
Regulierung und Wettbewerbsentwicklung auf dem neuseeländischen Postmarkt, Dezember 2000

- Nr. 213: Lorenz Nett:  
Das Problem unvollständiger Information für eine effiziente Regulierung, Januar 2001
- Nr. 214: Sonia Strube:  
Der digitale Rundfunk - Stand der Einführung und regulatorische Problemfelder bei der Rundfunkübertragung, Januar 2001
- Nr. 215: Astrid Höckels:  
Alternative Formen des entbündelten Zugangs zur Teilnehmeranschlussleitung, Januar 2001
- Nr. 216: Dieter Elixmann, Gabriele Kulenkampff, Ulrike Schimmel, Rolf Schwab:  
Internationaler Vergleich der TK-Märkte in ausgewählten Ländern - ein Liberalisierungs-, Wettbewerbs- und Wachstumsindex, Februar 2001
- Nr. 217: Ingo Vogelsang:  
Die räumliche Preisdifferenzierung im Sprachtelefondienst - wettbewerbs- und regulierungspolitische Implikationen, Februar 2001
- Nr. 218: Annette Hillebrand, Franz Büllingen:  
Internet-Governance - Politiken und Folgen der institutionellen Neuordnung der Domainverwaltung durch ICANN, April 2001
- Nr. 219: Hasan Alkas:  
Preisbündelung auf Telekommunikationsmärkten aus regulierungsökonomischer Sicht, April 2001
- Nr. 220: Dieter Elixmann, Martin Wörter:  
Strategien der Internationalisierung im Telekommunikationsmarkt, Mai 2001
- Nr. 221: Dieter Elixmann, Anette Metzler:  
Marktstruktur und Wettbewerb auf dem Markt für Internet-Zugangsdienste, Juni 2001
- Nr. 222: Franz Büllingen, Peter Stamm:  
Mobiles Internet - Konvergenz von Mobilfunk und Multimedia, Juni 2001
- Nr. 223: Lorenz Nett:  
Marktorientierte Allokationsverfahren bei Nummern, Juli 2001
- Nr. 224: Dieter Elixmann:  
Der Markt für Übertragungskapazität in Nordamerika und Europa, Juli 2001
- Nr. 225: Antonia Niederprüm:  
Quersubventionierung und Wettbewerb im Postmarkt, Juli 2001
- Nr. 226: Ingo Vogelsang  
unter Mitarbeit von Ralph-Georg Wöhrl  
Ermittlung der Zusammenschaltungsentgelte auf Basis der in Anspruch genommenen Netzkapazität, August 2001
- Nr. 227: Dieter Elixmann, Ulrike Schimmel, Rolf Schwab:  
Liberalisierung, Wettbewerb und Wachstum auf europäischen TK-Märkten, Oktober 2001
- Nr. 228: Astrid Höckels:  
Internationaler Vergleich der Wettbewerbsentwicklung im Local Loop, Dezember 2001
- Nr. 229: Anette Metzler:  
Preispolitik und Möglichkeiten der Umsatzgenerierung von Internet Service Providern, Dezember 2001
- Nr. 230: Karl-Heinz Neumann:  
Volkswirtschaftliche Bedeutung von Resale, Januar 2002
- Nr. 231: Ingo Vogelsang:  
Theorie und Praxis des Resale-Prinzips in der amerikanischen Telekommunikationsregulierung, Januar 2002
- Nr. 232: Ulrich Stumpf:  
Prospects for Improving Competition in Mobile Roaming, März 2002
- Nr. 233: Wolfgang Kiesewetter:  
Mobile Virtual Network Operators – Ökonomische Perspektiven und regulatorische Probleme, März 2002
- Nr. 234: Hasan Alkas:  
Die Neue Investitionstheorie der Realoptionen und ihre Auswirkungen auf die Regulierung im Telekommunikationssektor, März 2002