

Heinz Eckart Klingelhöfer

**Finanzwirtschaftliche Bewertung von
Umweltschutzinvestitionen**

GABLER EDITION WISSENSCHAFT

**Moderne Finanzwirtschaft &
Unternehmensbewertung**

Herausgegeben von
Professor Dr. Manfred Jürgen Matschke

In dieser Schriftenreihe werden betriebswirtschaftliche Forschungsergebnisse zu aktuellen Fragestellungen der betrieblichen Finanzwirtschaft im ganzen und der Unternehmensbewertung im besonderen präsentiert. Die Reihe richtet sich an Leser in Wissenschaft und Praxis. Sie ist als Veröffentlichungsplattform für alle herausragenden Arbeiten auf den genannten Gebieten offen, unabhängig davon, wo sie entstanden sind.

Heinz Eckart Klingelhöfer

Finanzwirtschaftliche Bewertung von Umweltschutzinvestitionen

Mit einem Geleitwort von
Prof. Dr. Manfred Jürgen Matschke

Deutscher Universitäts-Verlag

Bibliografische Information Der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über
<<http://dnb.d-nb.de>> abrufbar.

Habilitationsschrift Universität Greifswald, 2004

1. Auflage November 2006

Alle Rechte vorbehalten

© Deutscher Universitäts-Verlag | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2006

Lektorat: Brigitte Siegel / Stefanie Loyal

Der Deutsche Universitäts-Verlag ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media.
www.duv.de



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Umschlaggestaltung: Regine Zimmer, Dipl.-Designerin, Frankfurt/Main

Druck und Buchbinder: Rosch-Buch, Scheßlitz

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Printed in Germany

ISBN-10 3-8350-0618-5

ISBN-13 978-3-8350-0618-8

Geleitwort

Die Bewertungslehre gehört zu den zentralen betriebswirtschaftlichen Theorien. Die Betriebswirtschaftslehre ist an der Behandlung von Bewertungsfragen zur Wissenschaft gereift. Seit altersher stehen sich dabei zwei Auffassungen gegenüber:

- die objektivistische Sicht, die eine Abhängigkeit von Bewertungszweck und Bewertungsvorgang von subjektiven Einflüssen grundsätzlich verneint, im Grunde nicht zwischen Wert und Preis differenziert, und
- in Opposition dazu eine Sichtweise, nach der ein Rückgriff auf subjektive Elemente wie Ziele und Handlungsmöglichkeiten einschließlich Restriktionen des Handelnden bei der Bewertung unerlässlich ist, die daher streng zwischen subjektivem Wert und Preis differenziert. In der Variante der funktionalen Bewertungslehre legt sie den Fokus auf unvollkommene Märkten und betont dabei die Zweckabhängigkeit jeder Bewertung.

Denn wer als Einzelwirtschaft (Individuum, Haushalt, Unternehmen) handelt – kauft oder verkauft, investiert oder desinvestiert –, macht dies um eines einzelwirtschaftlichen Vorteils willen, gemessen an seinen Zielen und seinen jeweiligen Möglichkeiten in der betreffenden Situation. Als Käufer beurteilt er den erwarteten Nutzen als Ausdruck seiner Zielerfüllung und leitet unter Beachtung seiner finanziellen und sonstigen Handlungsmöglichkeiten seine individuelle Zahlungsbereitschaft ab oder legt in einer komplexen Bewertungssituation fest, was er an Vereinbarungen äußerstenfalls zu akzeptieren bereit ist.

In der vorliegenden Arbeit von PD Dr. Klingelhöfer geht es um die kalkülhafte Bewertung von Investitions- und Desinvestitionsentscheidungen im Sinne der Ermittlung eines Entscheidungswertes als subjektiver Grenzpreis. Bewertungsgegenstand sind dabei solche Investitionen oder Desinvestitionen, die einen Umweltbezug haben, also zumindest auch aus Umweltschutzgründen vorgenommen werden. Er konzentriert sich auf die Bewertung der monetären Aspekte der Umweltschutzinvestitionen, weshalb er von finanzwirtschaftlicher Bewertung spricht, und konstatiert dabei zutreffend, daß die Beurteilung von Investitionen im Bereich der Umweltökonomie äußerst unzureichend ist und dem Stand der betriebswirtschaftlichen Bewertungstheorie nicht entspricht.

Seine Aufgabe sieht PD Dr. Klingelhöfer darin, zu untersuchen, welche Ansätze die gegebene subjektive Entscheidungssituation am ehesten abbilden, sie ggf. anzupassen und dann entsprechend einzusetzen. Sein Ausgangspunkt sind Überlegungen, die aus der Unternehmensbewertungslehre bekannt sind. Er erweitert diese jedoch wesentlich mit Blick auf den unvollkommenen Kapitalmarkt, die Einbeziehung von Unsicherheiten und hinsichtlich der Auswirkungen, die die verschiedenen durch den Umweltschutz gegebenen Rahmenbedingungen auf die finanzwirtschaftliche Vorteilhaftigkeit betrieblicher Umweltschutzinvestitionen haben. Zu den Rahmenbedingungen gehören – aufgrund formaler Ähnlichkeiten gleichsam auch als deren Grundtypen – nicht zuletzt die verschiedenen Instrumente staatlicher Umweltpolitik. Sachgerecht wird von ihm ein besonderes Augenmerk auf die Berücksichtigung der Auswirkungen der Produktion auf die Zahlungsströme der Investition gelegt, weil betriebliche Umweltschutzinvestitionen dazu dienen, umweltschädliche Effekte der Produktion zu verringern oder gar zu unterbinden und/oder der Umwelt nützende auszubauen. Er entwickelt dazu in einem mehrstufigen Prozeß quantitative

Modelle auf Basis der linearen Programmierung, um Umweltinvestitionen ökonomisch auf ihre Vorteilhaftigkeit beurteilen zu können.

Durch Anwendung der Dualitätstheorie gelingt es ihm ferner, wichtige Erkenntnisse auch im Hinblick auf den korrekten Einbezug der Auswirkungen umweltpolitischer Maßnahmen in Partialmodelle wie den Kapitalwert zu gewinnen, und Sensitivitätsanalysen der gefundenen Lösungen fördern durchaus unerwartete und nicht bezweckte Aspekte des staatlichen Instrumenteneinsatzes zutage.

Die ursprüngliche Fassung dieser Schrift wurde 2004 von der Rechts- und Staatswissenschaftlichen Fakultät der Ernst-Moritz-Arndt-Universität als Habilitationsschrift für das Gebiet der Allgemeinen Betriebswirtschaftslehre angenommen. Sie verbindet in äußerst gelungener und differenzierter Weise methodisch wie sachlich drei komplexe Sachverhalte miteinander: den Betrieblichen Umweltschutz, die Betriebliche Bewertungslehre sowie als methodisches Fundament die Mathematische Programmierung. Ich wünsche ihr eine weite Verbreitung in Wissenschaft und Praxis.

Prof. Dr. Manfred Jürgen Matschke

Vorwort

Die vorliegende Arbeit wurde im Jahr 2004 von der Rechts- und Staatswissenschaftlichen Fakultät der Ernst-Moritz-Arndt-Universität zu Greifswald als Habilitationsschrift angenommen. Wenn trotz des erfolgreichen Abschlusses des Verfahrens im November desselben Jahres noch einige Zeit bis zum Erscheinen der nun vorliegenden Fassung verging, so liegt das u. a. in der Ergänzung des fünften Kapitels um einige Beispiele begründet. Sie halfen, das Verständnis zentraler Ergebnisse im Rahmen verschiedener Vorträge zu erleichtern, und sollen deshalb auch dem Leser nicht vorenthalten bleiben.

Üblicherweise ist das Gelingen eines Habilitationsverfahrens von einer Vielzahl von Faktoren abhängig. Da dabei das Umfeld eine wesentliche Rolle spielt, möchte ich all denen herzlich danken, die trotz immer wieder auftretender Schwierigkeiten zum letztlich reibungslosen Ablauf beigetragen haben.

Zuvörderst zu nennen ist hier mein verehrter akademischer Lehrer, Herr Prof. Dr. Manfred Jürgen Matschke, der mir stets die erforderlichen wissenschaftlichen Freiräume gewährt hat. Die von ihm geschaffene angenehme Arbeitsatmosphäre war mir immer eine große Unterstützung. Gedankt sei darüber hinaus Herrn Prof. Dr. Roland Rollberg und Herrn Prof. Dr. Rolf Schwinn für die stets aufmunternden Worte und die Übernahme der weiteren Gutachten.

Herr Dipl.-Kfm. Michael Lerm las die Manuskripte selbst in teilweise noch etwas unfertigem Zustand gegen, als aufgrund terminlicher Verpflichtungen eine Parallelisierung der Arbeitsabläufe unvermeidlich wurde. Trotzdem widmete er sich dieser Aufgabe mit großer Bereitwilligkeit und half mir mit vielen wertvollen Kommentaren. Dafür möchte ich ihm an dieser Stelle noch einmal sehr herzlich danken.

Besonders dankbar bin ich schließlich ebenso meiner Familie – meiner Frau Francisca sowie Rosi und Sabine Sophie. Frisch nach Deutschland gekommen, mußten sie trotz zunächst großer Anpassungsschwierigkeiten immer wieder auf Papi verzichten, wenn dieser aufgrund der großen Menge an Aufgaben und wahrzunehmenden Terminen oder der Arbeit am eigenen Werk wieder einige Nächte allenfalls kurz nach Hause kommen konnte. Sie haben die hieraus resultierenden Einschränkungen und Belastungen stets mitgetragen. Unterstützt wurden wir dabei trotz großer Entfernung von meiner Mutter Annegret Klingelhöfer sowie von der Patentante unseres „Bienchens“, Frau Inge Michalak, die während all dieser Zeit voller Eifer die aufopferungsvolle Rolle einer „Ersatzoma“ für beide Kinder einnahm. Ohne diesen Einsatz wäre vieles nicht möglich gewesen, so daß ich hierfür auch an dieser Stelle noch einmal meinen ganz außerordentlichen und herzlichen Dank aussprechen möchte.

Heinz Eckart Klingelhöfer

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	XIII
Verzeichnis der verwendeten mathematischen Zeichen.....	XVII
Verzeichnis der verwendeten Variablen und Konstanten.....	XIX
Verzeichnis der verwendeten Indizes.....	XXIII
Beispielverzeichnis.....	XXVII
Abbildungsverzeichnis.....	XXIX
Tabellenverzeichnis.....	XXXI

1 Einleitung und Gang der Untersuchung..... 1

2 Grundlagen – Zur finanzwirtschaftlichen Bewertung betrieblicher Umweltschutzinvestitionen..... 7

2.1 Zum Begriff der „Umweltschutzinvestition“ und den Rahmenbedingungen für ihre Durchführung.....	7
2.1.1 Umwelt und Umweltschutz.....	7
2.1.2 Die Umweltschutzinvestition.....	8
2.1.2.1 Wesen der Umweltschutzinvestition.....	8
2.1.2.2 Beispiele verschiedener Arten von Umweltschutzinvestitionen.....	10
2.1.3 Rahmenbedingungen für die Durchführung betrieblicher Umweltschutzinvestitionen.....	13
2.1.3.1 Das umweltpolitische Instrumentarium des Staates als Rahmenbedingung für die Durchführung betrieblicher Umweltschutzinvestitionen.....	14
2.1.3.2 Weitere Rahmenbedingungen für die Durchführung betrieblicher Umweltschutzinvestitionen.....	20
2.2 Zur Zielsetzung der finanzwirtschaftlichen Bewertung betrieblicher Umweltschutzinvestitionen.....	22
2.2.1 Die grundsätzliche Zielsetzung bei der finanzwirtschaftlichen Bewertung betrieblicher Investitionen.....	22
2.2.2 Das Umweltschutzziel und sein Verhältnis zur Zielsetzung bei der finanzwirtschaftlichen Bewertung betrieblicher Investitionen.....	26

2.3	Schlußfolgerungen aus den wesentlichen Charakteristika betrieblicher Umweltschutzinvestitionen für ihre finanzwirtschaftliche Bewertung.....	29
3	Die finanzwirtschaftliche Bewertung von Investitionen	31
3.1	Die finanzwirtschaftliche Bewertung von Investitionen auf unvollkommenen Kapitalmärkten unter Sicherheit	31
3.1.1	Die finanzwirtschaftliche Bewertung von Investitionen unter der Zielsetzung der Vermögensmaximierung auf unvollkommenen Kapitalmärkten unter Sicherheit.....	32
3.1.2	Die finanzwirtschaftliche Bewertung von Investitionen unter der Zielsetzung der Einkommensmaximierung auf unvollkommenen Kapitalmärkten unter Sicherheit.....	43
3.2	Die arbitragefreie Bewertung unsicherer Investitionen	45
3.2.1	Einführung in die arbitragefreie Bewertung – Zustandsbedingte Ansprüche und das Prinzip der Bewertung einperiodiger unsicherer Investitionen auf arbitragefreien Märkten.....	46
3.2.2	Die Bedingung der Arbitragefreiheit.....	51
3.2.2.1	Die schwache Arbitragefreiheitsbedingung.....	52
3.2.2.2	Die starke Arbitragefreiheitsbedingung.....	54
3.2.3	Die arbitragefreie Bewertung mehrperiodiger unsicherer Investitionen.....	59
3.3	Die finanzwirtschaftliche Bewertung von Investitionen auf unvollkommenen Kapitalmärkten unter Unsicherheit.....	71
3.4	Zur grundsätzlichen Modellierung der finanzwirtschaftlichen Bewertung einer zusätzlichen Investition	83
4	Die Bestimmung der finanzwirtschaftlich zu bewertenden Zahlungen betrieblicher Umweltschutzinvestitionen aus den Zusammenhängen der Produktionstheorie und der Produktionsprogrammplanung.....	93
4.1	Grundlagen der Produktionstheorie und der Produktionsprogrammplanung	93
4.2	Grundsätzliche Bestimmung der Zahlungskonsequenzen betrieblicher Umweltschutzinvestitionen aus den in der Produktionstheorie und der Produktionsprogrammplanung gegebenen Zusammenhängen	102
4.2.1	Aus der betrieblichen Produktion resultierende Zahlungskonsequenzen von Investitionen in den produktionsintegrierten Umweltschutz, von Devestitionen und Änderungen von Produktionsverfahren.....	103

4.2.2	Aus der betrieblichen Produktion resultierende Zahlungskonsequenzen von Investitionen in additive Umweltschutzmaßnahmen	104
4.2.3	Aus der betrieblichen Produktion resultierende Zahlungskonsequenzen des Aufbaus von Recyclingstrukturen	113
5	Die finanzwirtschaftliche Bewertung von Umweltschutzinvestitionen.....	123
5.1	Abgrenzungen und ihre Konsequenzen für die finanzwirtschaftliche Bewertung von Umweltschutzinvestitionen.....	123
5.1.1	Thematische Abgrenzungen.....	123
5.1.2	Abgrenzungen im Hinblick auf die Verknüpfung von Produktionstheorie und Produktionsprogrammplanung mit der Investitionstheorie.....	123
5.1.3	Das resultierende Basisprogramm zur finanzwirtschaftlichen Bewertung von Umweltschutzinvestitionen in seiner Grundform	127
5.2	Die finanzwirtschaftliche Bewertung von Umweltschutzinvestitionen zur Anpassung an gegebene Umweltschutzrahmenbedingungen	130
5.2.1	Die finanzwirtschaftliche Bewertung von Umweltschutzinvestitionen zur Anpassung an Umweltschutzrestriktionen	130
5.2.1.1	Die finanzwirtschaftliche Bewertung von Investitionen in produktionsintegrierten Umweltschutz, von Devestitionen und von Änderungen von Produktionsverfahren zur Anpassung an Umweltschutzrestriktionen.....	130
5.2.1.2	Die finanzwirtschaftliche Bewertung von Investitionen in additive Umweltschutzverfahren zur Anpassung an Umweltschutzrestriktionen	150
5.2.1.3	Die finanzwirtschaftliche Bewertung des Aufbaus von Recyclingstrukturen zur Anpassung an Umweltschutzrestriktionen.....	161
5.2.2	Die finanzwirtschaftliche Bewertung von Umweltschutzinvestitionen zur Anpassung an Abgaben und Subventionen.....	172
5.2.2.1	Auswirkungen von Abgaben und Subventionen auf das Basisprogramm	172
5.2.2.2	Auswirkungen von Abgaben und Subventionen auf das Bewertungsprogramm für Investitionen in produktionsintegrierten Umweltschutz, für Devestitionen und für Änderungen von Produktionsverfahren.....	177
5.2.2.3	Auswirkungen von Abgaben und Subventionen auf das Bewertungsprogramm für Investitionen in additive Umweltschutzverfahren.....	194
5.2.2.4	Auswirkungen von Abgaben und Subventionen auf das Bewertungsprogramm für den Aufbau von Recyclingstrukturen	199
5.2.3	Die finanzwirtschaftliche Bewertung von Umweltschutzinvestitionen zur Anpassung an Kompensationslösungen und Zertifikate	204

5.2.3.1	Auswirkungen von Kompensationslösungen und Zertifikaten auf das Basisprogramm.....	204
5.2.3.2	Auswirkungen von Kompensationslösungen und Zertifikaten auf das Bewertungsprogramm für Investitionen in produktionsintegrierten Umweltschutz, Devestitionen und Änderungen von Produktionsverfahren.....	211
5.2.3.3	Auswirkungen von Kompensationslösungen und Zertifikaten auf das Bewertungsprogramm für Investitionen in additive Umweltschutzverfahren.....	242
5.2.3.4	Auswirkungen von Kompensationslösungen und Zertifikaten auf das Bewertungsprogramm für den Aufbau von Recyclingstrukturen	255
5.2.4	Die finanzwirtschaftliche Bewertung von Umweltschutzinvestitionen zur Anpassung an Regelungen des Umwelthaftungsrechts	263
5.2.4.1	Abgrenzung der Auswirkungen des Umwelthaftungsrechts auf die Investitionsplanung.....	263
5.2.4.2	Das Basisprogramm zur Bewertung von Investitionen beim Vorliegen von umwelthaftungsrechtlichen Regelungen	271
5.2.4.3	Auswirkungen des Umwelthaftungsrechts auf das Bewertungsprogramm für Investitionen in produktionsintegrierten Umweltschutz, Devestitionen und Änderungen von Produktionsverfahren.....	278
5.2.4.4	Auswirkungen des Umwelthaftungsrechts auf das Bewertungsprogramm für Investitionen in additive Umweltschutzverfahren	291
5.2.4.5	Auswirkungen des Umwelthaftungsrechts auf das Bewertungsprogramm für den Aufbau von Recyclingstrukturen	304
6	Zusammenfassung.....	313
	Anhang.....	323
	Literaturverzeichnis	325
	Verzeichnis der verwendeten Rechtsvorschriften und Bundestagsdrucksachen.....	343
	Verzeichnis der verwendeten Urteile deutscher Gerichte.....	345
	Stichwortverzeichnis.....	347

Abkürzungsverzeichnis

AbfG	Abfallgesetz
Abs.	Absatz
APV	Adjusted Present Value
Art.	Artikel
Aufl.	Auflage
BB	Betriebs-Berater
Bd.	Band
ber.	berichtigt
BFuP	Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BGBI.	Bundesgesetzblatt
BGH	Bundesgerichtshof
BGHZ	Entscheidungen des Bundesgerichtshofes in Zivilsachen
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BOP	Begin-of-(the-)Pipe
bspw.	beispielsweise
BT	Bundestag
bzw.	beziehungsweise
c.p.	ceteris paribus
CO ₂	Kohlendioxid
DB	Der Betrieb
DBW	Die Betriebswirtschaft
DCF	Discounted Cash Flow
d.h.	das heißt
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
Drs.	Drucksache
e.V.	eingetragener Verein
ebd.	ebenda
EOP	End-of-(the-)Pipe
et al.	et alii

etc.	et cetera
evtl.	eventuell
f.	folgende(r) [Seite/Paragraph]
F&E	Forschung und Entwicklung
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoff
ff.	(fort)folgende [Seiten/Paragraphen]
Fn.	Fußnote(n)
FT	Finanzierungstitel
GE	Geldeinheit(en)
geänd.	geändert
gem.	gemäß
ggf.	gegebenenfalls
GMBl.	Gemeinsames Ministerialblatt
HdWW	Handwörterbuch der Wirtschaftswissenschaft
Hrsg.	Herausgeber
hrsg.	herausgegeben
HWB	Handwörterbuch der Betriebswirtschaft
HWF	Handwörterbuch der Finanzwirtschaft (1. Aufl.), Handwörterbuch des Bank- und Finanzwesens (2. Aufl.)
HWProd	Handwörterbuch der Produktionswirtschaft
i.a.	im allgemeinen
i.d.F.	in der Fassung
i.d.R.	in der Regel
i.e.S.	im engeren Sinne
i.S.d.	im Sinne des, im Sinne der
i.V.m.	in Verbindung mit
i.w.S.	im weiteren Sinne
inkl.	inklusive
insbes.	insbesondere
Jg.	Jahrgang
JoF	The Journal of Finance
kg	Kilogramm

konst.	konstant
KoR	Kapitalmarktorientierte Rechnungslegung
KRP	Kostenrechnungspraxis
KrW-/AbfG	Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz
m.w.Nachw.	mit weiteren Nachweisen
max.	maximiere
ME	Mengeneinheit(en)
min.	minimiere
MünchKomm	Münchener Kommentar zum Bürgerlichen Gesetzbuch
Nachl.	Nachlieferung
NJW	Neue Juristische Wochenschrift
Nr.	Nummer
o.ä.	oder ähnliche(s)
OR	Operations Research
PACT	Pollution Added Credit Trading
RGBl.	Reichsgesetzblatt
resp.	respektive
Rn.	Randnummer
S.	Seite(n)
s.o.	siehe oben
SK	Systematischer Kommentar zum Strafgesetzbuch
sog.	sogenannt
Sp.	Spalte(n)
StGB	Strafgesetzbuch
TA	Technische Anleitung
u.a.	unter anderem, und andere
u.d.N.	unter der Nebenbedingung (unter den Nebenbedingungen)
u.U.	unter Umständen
UE	Umwelt und Energie, Handbuch für die betriebliche Praxis
UmweltHG	Umwelthaftungsgesetz
UPR	Umwelt- und Planungsrecht
usw.	und so weiter

UWF	Umweltwirtschaftsforum
VDE	Verband Deutscher Elektrotechniker
VersR	Versicherungsrecht
vgl.	vergleiche
VO	Verordnung
Vol.	Volume
vs.	versus
WiSt	Wirtschaftswissenschaftliches Studium
WISU	Das Wirtschaftsstudium
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil
ZAU	Zeitschrift für angewandte Umweltforschung
ZfB	Zeitschrift für Betriebswirtschaft
ZfbF	Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung
ZFO	Zeitschrift Führung + Organisation
ZfU	Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht
ZGPM	Zustands-Grenzpreis-Modell
ZP	Zeitschrift für Planung & Unternehmenssteuerung
ZPM	Zustandspreismodell
ZWS	Zeitschrift für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften

Verzeichnis der verwendeten mathematischen Zeichen

\forall	Allquantor („für alle“)
\exists	Existenzquantor („es existiert“)
$A \cap B$	Schnittmenge der Mengen A und B
$A \subset B$	A ist echte Teilmenge von B
$A \subseteq B$	A ist Teilmenge von B
$A \times B$	kartesisches Produkt der Mengen A und B
$A \setminus B$	Differenz der Mengen A und B (Komplement von B in A)
$a b$	a unter der Bedingung b
$a := b$	a ist definiert als b
$f(x)$	Funktion von x
\Rightarrow	Implikation („daraus folgt“, „wenn, dann“)
\Leftrightarrow	Äquivalenz („genau dann, wenn“)
\mathbb{R}	Menge der reellen Zahlen
\mathbb{R}_+^{m+n}	nichtnegativer Orthant des (m+n)-dimensionalen euklidischen Vektorraumes
\underline{M}	Matrix
\underline{M}'	transponierte Matrix
\underline{M}^{-1}	inverse Matrix
max.	maximiere
min.	minimiere
\in	Element von
\notin	nicht Element von
\underline{x}	Vektor \underline{x}
\underline{x}'	transponierter Vektor
$ p $	Betrag von p

Verzeichnis der verwendeten Variablen und Konstanten

<u>A</u>	Matrix der Beschränkungskoeffizienten (gemeinsam beschränkter Objekte/Komponenten)
a	Beschränkungskoeffizient (gemeinsam mit anderen beschränkter Objekte/Komponenten)
<u>B</u>	Matrix der Bezugsgrößenkoeffizienten
b	Bezugsgröße / Bezugsgrößen(koeffizient)
BEW	Zielfunktionswert des Bewertungsprogramms (bei Preismaximierung)
<u>BP</u>	Matrix für die Umordnung von Outputobjekten der BOP-Maßnahme zu Inputobjekten des eigentlichen Produktionsprozesses
<u>D</u>	Menge von Intensitäten
d	Intensität
δ	Schattenpreis der Restriktion zur Gewährleistung eines Entnahmewertes, der mindestens dem maximalen des Basisprogramms entspricht (Dualwert)
ΔGDB^+	Gesamtdeckungsbeitragssprung nach oben
ΔGDB^-	Gesamtdeckungsbeitragssprung nach unten
<u>E</u>	Einheitsmatrix
EN	Entnahme
ENS	Breite des Entnahmestroms (Zielfunktionswert bei Entnahmestrommaximierung)
<u>EP</u>	Matrix für die Umordnung von Inputobjekten der EOP-Maßnahme zu Outputobjekten des eigentlichen Produktionsprozesses
ESK	erwartete Schadenskosten
esk	erwarteter Schadenskostensatz je Mengeneinheit des Bezugsobjektes
FT	reiner Finanzierungstitel, ARROW-DEBREU-Finanzierungstitel
GEN	(Summe der) gewichtete(n) Entnahmen (Zielfunktionswert des Basisprogramms)
GK	Gesamtkosten
gw	Gewichtungsfaktor
gws	Gewichtungsfaktor für die Breite des Entnahmestromes
Γ	Anzahl der zusätzlichen (ggf. nichtmonetären) Restriktionen (etwa der Produktion)

$\Gamma 1, \Gamma 2, \Gamma 3, \Gamma 4, \Gamma 5$	wie Γ ; durch die Zahl erfolgt die Abgrenzung von Restriktionen jeweils eines bestimmten Grundtyps
H	Anzahl der verschiedenen Objektteilmengeintervalle
i	Zinssatz
inv _j	Häufigkeit der Durchführung des Investitionsobjektes j
J	Zahl der Objekte j
J	Indexmenge der Objekte
K	Kapitalwert
koeff	Kuppelproduktionskoeffizient bei Bezug auf die Menge eines konkreten (des h-ten) Outputobjektes (hier: Produktes) x_{ph}
<u>koeff</u>	Vektor der Kuppelproduktionskoeffizienten bei deren Bezug auf die Menge eines konkreten (des h-ten) Outputobjektes (hier: Produktes) x_{ph}
I	Schattenpreis der Liquiditätsnebenbedingung (Dualwert)
λ	(Produktions-/Aktivitäts-/Prozeß-)Niveau
<u>λ</u>	Vektor der (Produktions-/Aktivitäts-/Prozeß-)Niveaus
<u>M</u>	Technologiematrix
m	Anzahl der verschiedenen Produktionsfaktorsorten i.w.S.
N	Nutzen
n	Anzahl der verschiedenen Ausbringungsobjektsorten der Produktion
p	Preis
<u>PB</u>	Matrix für die Umordnung von Inputobjekten des eigentlichen Produktionsprozesses zu Outputobjekten der BOP-Maßnahme
<u>PE</u>	Matrix für die Umordnung von Outputobjekten des eigentlichen Produktionsprozesses zu Inputobjekten der EOP-Maßnahme
Π	linearer (Produktions-)Prozeß
π	Schattenpreis der primalen (nichtmonetären) (Produktions-)Beschränkung (Dualwert)
φ_{ε}	ε -tes Einsatz- oder Ausbringungsobjekt der Produktion
$\varphi = (\hat{r}'; \hat{x}')'$	Input-/Outputvektor der Produktion (Aktivität) nach dem Bruttoprinzip (Bestandsversion)
$\varphi^{\text{auß}}$	Vektor der (zusätzlich zu den Rezyklaten) von außen bezogenen und nach außen abgegebenen Objekte

$\varphi^B = ([r^B]'; [x^B]')$	Basisaktivität
$\varphi^{\text{Netto}} = x - r$	Vektor einer Aktivität nach dem Nettoprinzip (Flußversion)
q	Anzahl der verschiedenen Produktionsprozesse
$r = (r_1, \dots, r_m)'$	Inputvektor der Produktion
<u>REC</u>	Matrix der Recyclingquoten
$\text{rec}_{\nu\mu}$	Anteil der ausgebrachten Objektsorte x_ν , der als Inputobjektsorte r_μ in die Produktion zurückgeführt wird (ggf. weiter spezifiziert durch die betroffenen Komponenten ω)
ρ	(zustandsabhängiger) (Zerobond-)Abzinsungs- oder Aufzinsungsfaktor; Preis einer in einem Zustand/Zeitpunkt anfallenden Geldeinheit zu einem anderen Zustand/Zeitpunkt
$\rho_{\tau,t}$	Zinsfaktor (Wert von 1 GE in τ zum Zeitpunkt t)
S	Zahl der Umweltzustände
S	Indexmenge der Umweltzustände
st	Abgaben-/Subventionssatz
T	Technologie(menge)
t	Zeit
tb	Betriebs-/Produktionszeit
uz	vom Investitionsprogramm unabhängige Zahlung
$v_{\nu,\omega}$	Verlustanteile der Outputkomponente $x_{\nu,\omega}$; für $v_{\nu,\omega} < 0$ auch als Vermehrungsfaktor dieser Outputkomponente zu interpretieren
VK	Vermeidungskosten
vs	Vorsorge
WRB	Wert aller durch die Investitionsobjekte ausgeschöpften Restriktionen bei Preismaximierung (duale Zielfunktion zum Bewertungsprogramm)
WRG	Wert aller durch die Investitionsobjekte ausgeschöpften Restriktionen bei Summe der gewichteten Entnahmen (duale Zielfunktion zum Basisprogramm)
WRS	Wert aller durch die Investitionsobjekte ausgeschöpften Restriktionen bei Breite des Entnahmestroms (duale Zielfunktion zur Entnahmestrommaximierung)
Ω	Anzahl der verschiedenen Komponenten
ω	Binärvariable

$\underline{x} = (x_1, \dots, x_n)'$	Outputvektor der Produktion
ξ	Schattenpreis der primalen Investitions-/Finanzierungsdurchführungsbeschränkung (Dualwert)
Ψ	Anzahl der durch Zertifikate regulierten Restriktionen
z	Zahlung
\underline{z}	Vektor der Zahlungen des Wertpapiers j
ζ	Schattenpreis der primalen Durchführungsobergrenze der Prozeßniveaus (Dualwert); je nach Indizierung auch Spezifikation auf Schattenpreise primaler (gemeinsamer) Durchführungsobergrenzen der Prozeßniveaus durch das Umwelthaftungsrecht oder auf Schattenpreise formal vergleichbarer primaler Durchführungsobergrenzen des Zertifikatehandels
Zert	Zertifikatmenge
z_k	Zusammensetzungskoeffizient
<u>ZK</u>	Matrix der Zusammensetzungskoeffizienten
<u>zr</u>	Vektor der Rückzahlungen z_{js} des Wertpapiers j in den S künftigen Umweltzuständen s
<u>ZR</u>	Matrix der Rückzahlungen z_{js} der J Wertpapiere j in den S künftigen Umweltzuständen s
<u>zs</u>	Vektor der kurzfristig konstanten Fertigungsbedingungen (sog. z -Situation des Produktionsprozesses)

Verzeichnis der verwendeten Indizes

*	Index für ein weiteres oder besonderes Element (Variable, Vektor, Matrix) des Elementes ohne diesen Index
+	Index für Erhöhung (Zukauf)
-	Index für Verminderung (Verkauf)
a	Index für Auszahlungen
agg	Index für Bezug auf aggregierte (Input- und/oder Output-)Mengen von eigentlichem Produktionsprozeß und additivem Umweltschutzprozeß
alt	Index zur Kennzeichnung eines Prozesses oder einer Grenze als alt (vor einer Änderung oder Umformung)
Ank	Index für Ankauf
Art	Index für Art
auß	Index für (zusätzlich zu den Rezyklaten) von außen bezogen oder nach außen abgegeben
B	Index zur Kennzeichnung einer Aktivität als Basisaktivität oder der Einsatz- und/oder Ausbringungsmengen als jene einer Basisaktivität
β	Index für (konkrete) (Basis-)Aktivitäten und/oder Prozesse
Bas	Index für Basisprogramm
Bas/Bew	Index für im Basisprogramm gültige Sachverhalte, die aber unter den Bedingungen des Bewertungsprogramms betrachtet werden (in der Arbeit als Index (ggf. korrigierter) Kapitalwerte verwendet, bei denen Größen aus dem Basisprogramm mit den endogenen Grenzzinsfüßen des Bewertungsprogramms abgezinst werden)
BB	Index für Behandlung und/oder Beseitigung
Bew	Index für Bewertungsprogramm
BOP	Index für Begin-of-(the-)Pipe-Maßnahme
Brutto	Index für Bruttoschreibweise (einer Aktivität)
D	Index für die zu bewertende Devestition
dir	Index für Bezug auf direkt nach außen abgegebene Ausbringung (und für direkt von außen bezogene Produktionsfaktoren i.w.S.)
e	Index für Einzahlungen
ε	Index für (konkrete) Objekte (aus einem Input-/Outputvektor)
EOP	Index für End-of-(the-)Pipe-Maßnahme
Filt	Index für Filter

γ	Laufindex für Restriktionen
$\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3,$ γ_4, γ_5	wie γ ; durch die Zahl erfolgt die Abgrenzung der Laufindizes für Restriktionen jeweils eines bestimmten Grundtyps
gef	Index für gefordert
ger	Index für gereinigt
h	Laufindex
h1, h2	weitere Laufindizes
Ha	Index für Haben (i_{Ha} = Habenzinssatz)
isol	Index für isoliert
I	Index für die zu bewertende Investition und die dadurch möglichen Prozesse
j	Laufindex
k	Laufindex
KH	Index für Kassenhaltung
komp	Index für die Komponentenschreibweise eines Objektes, eines Vektors oder einer Matrix von Objekten
korr	Index für korrigiert
μ	Index für (konkrete) Inputobjekte (aus einem Inputvektor)
max	Index für Obergrenze (maximal)
min	Index für Untergrenze (minimal)
Netto	Index für Nettoschreibweise (einer Aktivität)
neu	Index zur Kennzeichnung einer Grenze, einer Matrix oder eines Vektors als neu (nach einer Umformung)
ν	Index für (konkrete) Outputobjekte (aus einem Outputvektor)
o	Index für Obergrenze
obj	Index für die Objektschreibweise eines Objektes, eines Vektors oder einer Matrix von Objekten
opt	Index für das Optimum
P	Index für Produkte
Proz	Index für Bezug auf den eigentlichen Produktionsprozeß
φ	Index für den Bezug (der Dimension) auf φ , Kreislaufführung ist nicht einbezogen
φ_{ε}	Index für den Bezug auf das Objekt φ_{ε}

r	Index für den Bezug (der Dimension) auf die Einsatzobjekte (Input)
Rec	Index für Kreislaufführung
Rest	Index für Rest (verbleibender Anteil nach Abzug der explizit ausgeklammerten Mengen/Bestandteile)
s	Index für die Umweltzustände
Sch	Index für die Schadstoffemissionen in die Umwelt
synth	Index für synthetisch (konstruierte Wertpapiere)
σ	Index für die Umweltzustände
t	Index für die Zeit
T	Index für die betrachtete Anzahl der Perioden
τ	Index für die Zeit
u	Index für Untergrenze
über	Index für eine Überschreitung
UHR	Index für Umwelthaftungsrecht
ur	Index für ursprünglich (d.h. ohne zusätzliche additive Umweltschutzmaßnahme)
var	Index für variabel
Verk	Index für Verkauf
ω	Index für (konkrete) Komponenten
we	Index für wiedereingesetzt
x	Index für den Bezug (der Dimension) auf die Ausbringungsobjekte (Output)
ψ	Laufindex für Zertifikatsrestriktionen und Zertifikatstypen
Zert	Index für Zertifikate

Beispielverzeichnis

Beispiel 3.1: Arbitragefreie Bewertung.....	49
Beispiel 3.2: (Schwache) Arbitragefreiheit bei mehreren Wertpapieren.....	53
Beispiel 3.3: Versagen der schwachen Arbitragefreiheitsbedingung.....	55
Beispiel 3.4: Die arbitragefreie Bewertung mehrperiodiger unsicherer Investitionen.....	63
Beispiel 5.1: Wechselnde Vorteilhaftigkeit einer Umweltschutzinvestition infolge der Erhebung einer mengenabhängigen Umweltabgabe.....	187
Beispiel 5.2: Anpassungen des vorherigen Beispiels zur Demonstration der Auswirkungen von Subventionssatzänderungen.....	192
Beispiel 5.3: Umweltabgaben und die Investition in einen nachgeschalteten Filter.....	199
Beispiel 5.4: Wechselnde Vorteilhaftigkeit einer Umweltschutzinvestition infolge sich ändernder Zertifikatspreise	230
Beispiel 5.5: Wirkung von Zertifikaten über die Menge und den Preis.....	237
Beispiel 5.6: Zertifikate und die Investition in einen nachgeschalteten Filter	254

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Rahmenbedingungen für die Durchführung betrieblicher Umweltschutzinvestitionen	13
Abbildung 2.2: Das umweltpolitische Instrumentarium des Staates	15
Abbildung 3.1: Zustandsbaum über drei Perioden	60
Abbildung 3.2: Zustandsbaum mit den gegebenen und den errechneten Werten	69
Abbildung 4.1: Objektströme beim Einsatz von EOP-Maßnahmen	105
Abbildung 4.2: Objektströme beim Einsatz von BOP-Maßnahmen	108
Abbildung 4.3: Güterstromorientierte Darstellung der Produktion unter Berücksichtigung der Marktbeziehungen und der Umwelt	114

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1:	Bewertung eines Wertpapiers auf einem Markt mit zwei weiteren Wertpapieren bei zwei künftigen Umweltzuständen	49
Tabelle 3.2:	Markt mit vier Wertpapieren und drei künftigen Umweltzuständen.....	53
Tabelle 3.3:	Markt mit zwei Wertpapieren und zwei künftigen Umweltzuständen	55
Tabelle 3.4:	Vollständiger Kapitalmarkt mit 18 Wertpapieren bei insgesamt 18 Umweltzuständen in drei künftigen Zeitpunkten.....	64
Tabelle 5.1:	Optimallösungen von Basis- und Bewertungsprogramm in Abhängigkeit von der Höhe des Abgabensatzes	190
Tabelle 5.2:	Optimallösungen von Basis- und Bewertungsprogramm in Abhängigkeit von der Höhe des Subventionssatzes auf umweltschädliche Stoffe.....	193
Tabelle 5.3:	Optimallösungen von Basis- und Bewertungsprogramm in Abhängigkeit von der Höhe des Zertifikatspreises.....	234

1 Einleitung und Gang der Untersuchung

„Finanzwirtschaftliche Bewertung von Umweltschutzinvestitionen“ – ein Thema, das auf den ersten Blick bloß der Verbindung altbekannter Sachverhalte zu dienen scheint. Sowohl „Investitionen“ als auch „Bewertung“ klingen für viele nach betriebswirtschaftlichen Forschungsgebieten, die in den sechziger und siebziger Jahren aktuell waren. Selbst das erläuternde Adjektiv, das möglicherweise eine Brücke zur moderneren Finanzwirtschaft schlagen könnte, ist „nur“ ein deutsches Wort, kein Anglizismus, und scheint insofern das geprägte Vorurteil bloß zu bestätigen. „Umweltschutz“ schließlich – als das Modethema der achtziger und neunziger Jahre des 20. Jahrhunderts – wirkt inzwischen, wo in der Wirtschaft mit der beklagten hohen Arbeitslosigkeit und dem „Reformstau“ sowie den spätestens seit dem Platzen der Börsenblase knappen Kassen (nicht nur der Privaten, sondern auch den zur Umsetzung des Umweltschutzes oft ebenso wichtigen des Staates) ganz andere Themen die Diskussion beherrschen, als etwas „angegraut“. Eine aktuelle finanzwirtschaftliche Arbeit sollte sich da doch ganz anderen Fragen widmen und mit möglichst „neudeutschen“ Wörtern dem augenblicklichen amerikanischen Erkenntnisstand folgen. – So mag man denken.

Überlegt man sich dann freilich, daß die betriebswirtschaftliche „Neusprache“ oftmals bloß dazu dient, bestimmte Modetrends aufzugreifen, die letztlich aber nur „alten Wein in neue Schläuche“ füllen,¹ so sieht das schon anders aus. Wenn die subjektive Bewertungslehre selbst nach weit über dreißig Jahren im deutschen Schrifttum wohl immer noch nicht vollkommen in den Vereinigten Staaten rezipiert wurde, heißt das noch lange nicht, daß alle von jenseits des Ozeans „herüberschwappenden“, finanzmathematisch zum Teil sicher auch anspruchsvollen auf einen objektiven Wert (oder „fair value“) abzielenden und auf neoklassischen Gleichgewichtsansätzen basierenden Modelle tatsächlich den theoretisch richtigen Ansatz liefern. Eine Bewertungssituation im Falle eines Kaufs oder Verkaufs, genauso aber auch zwecks Durchführung von Investitionen oder Devestitionen,² ist nämlich notgedrungen subjektiv. Lediglich das individuell verfolgte Zielsystem und das in der jeweiligen Situation gegebene Entscheidungsfeld, auf deren gemeinsamer Basis die Bewertung vorzunehmen ist, können der Entscheidung und damit implizit dem Wert zugrunde liegen. Sind auf einem unvollkommenen Kapitalmarkt die finanziellen Mittel beschränkt und kann deshalb eine bestimmte dem Bewertenden zur Verfügung stehende Investition, die für ihn aufgrund der zu erwartenden Rückflüsse vorteilhafter als eine Kapitalmarktanlage ist, bei Durchführung einer anderen gerade nicht realisiert werden, so muß *sie* und nicht die dominierte Kapitalmarktanlage als beste Alternative zur Bewertung herangezogen werden. Selbst in Zeiten „neuer“ Bewertungsansätze ist es also nicht zwangsläufig richtig, diese anzuwenden. Sinnvoller ist es vielmehr zu untersuchen, welche Ansätze die gegebene subjektive Entscheidungssituation am ehesten abbilden, sie ggf. anzupassen und dann entsprechend einzusetzen. Dies soll in der vorliegenden Arbeit als einer ihrer wesentlichen Aspekte geschehen; ihr Aufbau wird – bezogen auf das gewählte Gebiet der Umweltschutzinvestitionen – dieser Richtschnur folgen.

¹ Zu einer Mode in der Betriebswirtschaftslehre und ihren Merkmalen vgl. KIESER: Moden, S. 21-23.

² Auf den Begriff der „Investition“ und – damit zusammenhängend – der „Devestition“ wird im Abschnitt 2.1.2 näher eingegangen werden. Im Schrifttum finden sich statt „Devestition“ auch die Bezeichnungen „Desinvestition“ oder „Deinvestition“. Aus sprachlichen Gründen soll hiervon jedoch Abstand genommen werden, ist doch das Gegenteil zum lateinischen „investire“ = „einkleiden“ schon durch „devestire“ = „entkleiden“ gebildet.

Ist damit schon auf einen der im ersten Absatz genannten Kritikpunkte näher eingegangen, mit-hin erklärt worden, warum bestimmten Trends *nicht* gefolgt wird, so resultiert daraus zugleich ein erster Anhalt für die Wahl des vorgestellten Themas: Gerade zu Beginn des 21. Jahrhunderts scheint es wieder erforderlich zu sein, sich der Wurzeln und des Zwecks einer Bewertung zu besinnen. Dies gilt auch – und ganz besonders –, wenn es darum geht, sie für konkrete Sachverhalte einzusetzen. Einer der wesentlichen Trends der letzten Jahre, mit denen sich die Betriebe aber auch in Zukunft immer stärker auseinanderzusetzen haben, ist jedoch (trotz seiner augenblicklichen thematischen Zurückstellung) nach wie vor der Umweltschutz: Seit Beginn der Industrialisierung und mit einem stetigen Bevölkerungswachstum sowie dem gleichzeitig geforderten menschenwürdigen Leben und allgemeinen Wohlstand wächst diesem eine immer stärkere Bedeutung zu. Schließlich entstehen immer neue gefährliche und schwer abbaubare Substanzen; dem Klimaschutz kommt mit ansteigenden Temperaturen, zunehmenden Wetterkapriolen und daraus resultierenden Umweltkatastrophen ein höherer Stellenwert zu; die natürlichen Lebensräume werden eingeschränkt (mit allen Konsequenzen für die Artenvielfalt), und selbst viele künstliche, von Menschenhand geschaffene Gebilde sind von der Zerstörung bedroht (so etwa Gebäude von kulturellem Rang infolge der Luftverschmutzung).

Da sich die Gesellschaft aber dieses Problems zunehmend bewußt wird, der Gesetzgeber bereits eine ganze Reihe von Maßnahmen ergriffen hat und mit weiteren zu rechnen sein wird, mittlerweile sogar selbst international gegengesteuert wird (man denke etwa an die Protokolle von Montreal und Kyoto), kann sich auch der einzelne Betrieb den Fragen des Umweltschutzes nicht auf Dauer entziehen. Das heißt jedoch, daß er sich mit Investitionen und Devestitionen, die vielleicht nicht nur, zumindest aber unter anderem aus Umweltschutzgründen vorgenommen werden, verstärkt auseinanderzusetzen hat.

Eine solche Auseinandersetzung wird ihm ökonomisch allerdings nur gelingen, wenn ihm ein theoretisch fundiertes Instrumentarium an die Hand gegeben wird, mit dessen Hilfe er in einer vorliegenden Situation die ihm zur Verfügung stehenden Handlungsalternativen unter der von ihm verfolgten Zielsetzung beurteilen kann. Grundsätzlich heißt dies, daß – je nach Rang des Umweltschutzzieles im einzelwirtschaftlichen Zielsystem und den Auswirkungen des Umweltschutzes auf das Entscheidungsfeld – neben finanziellen auch nichtmonetäre Sachverhalte zu berücksichtigen sind. Lassen sich diese zwar noch recht gut theoretisch betrachten, soweit sie das Restriktionssystem oder die Erfüllung anderer Formalziele (insbesondere des Erfolgsziels) beeinflussen, so stoßen eine solche Untersuchung und die daraus erfolgende Ableitung von Handlungsempfehlungen schnell an ihre Grenzen, wenn der Umweltschutz als eigenständiges Formalziel in das zugrunde gelegte Zielsystem eingeht. Obgleich etwa mit den Nutzen-Kosten-Untersuchungen theoretisch zwar ein geeignetes Instrumentarium zur Erfassung von nichtmonetären Kosten- und Nutzenaspekten auch im Bereich von Umweltschutzinvestitionen vorhanden ist, enthebt das nicht der Frage, wie und mit welchem Maßstab diese bewertet werden sollen.³ Schließlich bestehen in der Praxis zwischen verschiedenen Entscheidungsträgern und ihren subjektiven Präferenzen meist erhebliche Unterschiede, die das Treffen allgemeingültiger Aus-

³ Es zeigt sich, daß die Bewertung im Rahmen der Nutzen-Kosten-Untersuchungen oft höchst willkürlich (etwa aufgrund bestimmter Annahmen oder Setzungen) erfolgt; eine theoretische Fundierung des angelegten Maßstabes indes sucht man häufig vergebens.

sagen nicht gerade erleichtern. Deshalb wird auch die vorliegende Arbeit über einige grundsätzliche Betrachtungen hinaus keine weiterreichende Antwort auf diese Frage suchen.

Anders sieht es hingegen mit den monetären Aspekten von Umweltschutzinvestitionen aus: Hier existiert ein solides investitionstheoretisch fundiertes Instrumentarium, das nach entsprechenden Anpassungen an die spezifischen Eigenheiten von Umweltschutzinvestitionen der Bewertung zugrunde gelegt werden kann. Um so mehr verwundert, daß dies im Bereich der Umweltökonomie noch nicht geschehen ist: Arbeiten, die sich mit diesem Thema auseinandersetzen, diskutieren im eben geschilderten Sinne eher die Einbindung der ökologischen Buchhaltung und anderer nicht-monetärer Aspekte in die Beurteilung von Umweltschutzinvestitionen; oder sie nehmen Erweiterungen etwa für offensive Umweltschutzstrategien und die Handhabung von Risikogesichtspunkten vor – alles ohne Zweifel wichtige Fragestellungen, um der Vielschichtigkeit von Umweltschutzinvestitionen gerecht zu werden.⁴ Die Beschäftigung mit der eigentlichen, monetären Investitionsrechnung hingegen beschränkt sich vor diesem „übergeordneten“ Hintergrund auf die Abhandlungen verschiedener Investitionsrechenverfahren im Stile eines Lehrbuches und auf die Untersuchung ihrer Eignung zur Erfassung auch von Umweltschutzaspekten, um somit Umweltschutzinvestitionen beurteilen zu können.

Eine solche Vorgehensweise erscheint jedoch aus zwei Gründen als nicht verständlich: So bleibt unklar, was ein um Umweltschutzaspekte erweitertes Investitionsrechenverfahren im betrieblichen Handeln erbringen soll, wenn schon die Ebene der Zahlungsströme nicht zureichend abgebildet wird. Wenn darüber hinaus jedem Studenten der Wirtschaftswissenschaften bereits in den ersten Semestern die Schwächen etwa der statischen Investitionsrechenverfahren vermittelt werden, so fragt sich weiterhin, warum die wissenschaftliche Forschung auch nur einen Gedanken daran verschwenden soll, diese auf eine grundsätzliche Eignung für die Bewertung von Umweltschutzinvestitionen zu untersuchen. Lediglich in ihrem von den Voraussetzungen engumrissenen Anwendungsfeld können sie zu einer Näherung an die Ergebnisse dynamischer Verfahren eingesetzt werden.⁵ Dementsprechend werden die Ausführungen dieser Arbeit auf sie nicht mehr zurückkommen.

Ebenfalls verzichtet werden kann auf die Diskussion der verschiedenen dynamischen Investitionsrechenverfahren, lassen sich diese doch in der Anwendung als Partialmodell unter bestimmten Voraussetzungen ineinander überführen. Insbesondere auf einem vollkommenen Kapitalmarkt ist dies problemlos möglich, wie in der Investitionsliteratur schon seit langem bekannt ist. Auf einem unvollkommenen Kapitalmarkt, möglicherweise sogar noch unter Unsicherheit, kann ein Partialmodell wie die Kapitalwert-, Vermögensendwert- oder Annuitätenmethode jedoch schon allein aufgrund der Eigenschaft als Partialmodell nicht alle entscheidungsrelevanten Aspekte erfassen. Dies führt zu der unangenehmen Einsicht, daß es dann häufig auch nicht anwendbar ist. Selbst wenn die Voraussetzungen erfüllt sein sollten, ist meist nicht viel gewonnen, weil der theoretisch richtige Einsatz dieser Modelle die Kenntnis endogener Größen erfordert,

⁴ Vgl. dazu und zur folgenden Aussage etwa FRIEDEMANN: Investitionsplanung, SCHRÖDER: Investition.

⁵ Vgl. dazu etwa MATSCHKE: Investitionsplanung, S. 258-286; BLOHM/LÜDER/SCHAEFER: Investition, 135 f., 147 f.

die erst mit der Lösung des Totalproblems gegeben ist – also dann, wenn man das Partialmodell zur Entscheidungsfindung nicht mehr braucht.⁶

Die vorliegende Arbeit wird daher auf Basis weiterentwickelter Modelle zur Beurteilung von Investitionen auf unvollkommenen Kapitalmärkten unter Unsicherheit untersuchen, welche Auswirkungen die verschiedenen durch den Umweltschutz gegebenen Rahmenbedingungen auf die finanzwirtschaftliche Vorteilhaftigkeit betrieblicher Umweltschutzinvestitionen haben. Obwohl sie insofern nur auf eine finanzwirtschaftliche Bewertung eingeht, sind die dabei gewonnenen Ergebnisse auch für jede andere Form der Bewertung von Bedeutung, sofern diese monetäre Größen einbezieht. So sind etwa die schon angesprochenen Nutzen-Kosten-Untersuchungen überhaupt nur sinnvoll möglich, wenn die eingehenden monetären Kosten- und Nutzengrößen bewertungstheoretisch richtig ermittelt worden sind.

Ein besonderes Augenmerk soll ferner auf die Berücksichtigung der Auswirkungen der Produktion auf die Zahlungsströme der Investition gelegt werden. Schließlich geht es gerade bei betrieblichen Umweltschutzinvestitionen darum, umweltschädliche Effekte der Produktion zu verringern oder gar zu unterbinden und/oder der Umwelt nützende auszubauen. Den Einfluß der Produktion zu vernachlässigen, hieße also, wesentliche Aspekte einer solchen Investition auszublenken. Das Treffen einer sachgerechten Entscheidung über ihre Durchführung ist dann in den meisten Fällen gar nicht mehr möglich.

Um diesen genannten Aufgaben gerecht zu werden, widmet sich das anschließende *zweite Kapitel* zu den Grundlagen einer finanzwirtschaftlichen Bewertung von Umweltschutzinvestitionen zunächst der Erläuterung der grundlegenden Begriffe und der kurzen Systematisierung der verschiedenen Arten von Umweltschutzinvestitionen. Etwas näher setzt es sich in diesem Kontext mit den umweltpolitischen und sonstigen Rahmenbedingungen für die Durchführung solcher Investitionen auseinander und kategorisiert sie im Hinblick auf die im weiteren Verlauf der Arbeit vorzunehmenden Untersuchungen. Gelingt es nämlich schon an früher Stelle, Ähnlichkeiten etwa zwischen verschiedenen umweltpolitischen Instrumenten, aber auch zu und zwischen den sonstigen Rahmenbedingungen herauszuarbeiten, so erlaubt dies später eine gemeinsame Analyse. Ergänzt werden diese Betrachtungen durch eine Diskussion der zugrunde gelegten Zielsetzung der finanzwirtschaftlichen Bewertung betrieblicher Umweltschutzinvestitionen, ihrer Operationalisierung und ihrer Abgrenzung zum Umweltschutzziel. Der Grundlagenteil schließt mit einer zusammenfassenden Herausstellung der wesentlichen Charakteristika betrieblicher Umweltschutzinvestitionen vor dem Hintergrund der späteren finanzwirtschaftlichen Bewertung.

Das für eine solche Bewertung erforderliche Instrumentarium führt das *dritte Kapitel* ein: Ausgehend von den in den ersten beiden Unterkapiteln vorgestellten Ansätzen zur Bewertung von Investitionen auf unvollkommenen Märkten unter Sicherheit und zur arbitragefreien Bewertung unsicherer Investitionen, die schließlich auf den Mehrperiodenfall ausgedehnt wird, nimmt das dritte Unterkapitel eine Integration zu einem allgemeinen Modell zur Beurteilung von Investitio-

⁶ Vgl. zum Dilemma der Lenkpreistheorie (auch als „Dilemma der wertmäßigen Kosten“ bezeichnet) schon HIRSHLEIFER: Optimal Investment Decision, S. 340, HAX: Finanzplanung, S. 441, LAUX/FRANKE: Finanzplanung, S. 55 f., BAUMOL/QUANDT: Investment, S. 324 f., HAX: Kostenbewertung, S. 204, 207 und das Ergebnis auf S. 210, ADAM: Kostenbewertung, S. 53, HEINEN: Kostenlehre, S. 76 f., HELLWIG: Investitionsprogramme, S. 166, HELLWIG: Kapitalwertmethode, S. 35, WEINGARTNER: Capital Rationing, S. 1425, HAX: Investitionstheorie, S. 100, MATSCHKE: Lenkungspreise, Sp. 2588 f.