



Moderne Finanzwirtschaft &  
Unternehmensbewertung

Hrsg.: Manfred Jürgen Matschke

Heinz Eckart Klingelhöfer

# Finanzwirtschaftliche Bewertung von Umweltschutzinvestitionen



GABLER EDITION WISSENSCHAFT

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](http://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**

<b>2.1 Zum Begriff der „Umweltschutzinvestition“ und den Rahmenbedingungen für ihre Durchführung.....</b>	<b>7</b>
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
<b>2.2 Zur Zielsetzung der finanzwirtschaftlichen Bewertung betrieblicher Umweltschutzinvestitionen.....</b>	<b>22</b>
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	<b>Schlußfolgerungen aus den wesentlichen Charakteristika betrieblicher Umweltschutzinvestitionen für ihre finanzwirtschaftliche Bewertung.....</b>	<b>29</b>
<b>3</b>	<b>Die finanzwirtschaftliche Bewertung von Investitionen .....</b>	<b>31</b>
3.1	<b>Die finanzwirtschaftliche Bewertung von Investitionen auf unvollkommenen Kapitalmärkten unter Sicherheit .....</b>	<b>31</b>
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	<b>Die arbitragefreie Bewertung unsicherer Investitionen .....</b>	<b>45</b>
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	<b>Die finanzwirtschaftliche Bewertung von Investitionen auf unvollkommenen Kapitalmärkten unter Unsicherheit.....</b>	<b>71</b>
3.4	<b>Zur grundsätzlichen Modellierung der finanzwirtschaftlichen Bewertung einer zusätzlichen Investition .....</b>	<b>83</b>
<b>4</b>	<b>Die Bestimmung der finanzwirtschaftlich zu bewertenden Zahlungen betrieblicher Umweltschutzinvestitionen aus den Zusammenhängen der Produktionstheorie und der Produktionsprogrammplanung.....</b>	<b>93</b>
4.1	<b>Grundlagen der Produktionstheorie und der Produktionsprogrammplanung .....</b>	<b>93</b>
4.2	<b>Grundsätzliche Bestimmung der Zahlungskonsequenzen betrieblicher Umweltschutzinvestitionen aus den in der Produktionstheorie und der Produktionsprogrammplanung gegebenen Zusammenhängen .....</b>	<b>102</b>
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
<b>5</b>	<b>Die finanzwirtschaftliche Bewertung von Umweltschutzinvestitionen.....</b>	<b>123</b>
<b>5.1</b>	<b>Abgrenzungen und ihre Konsequenzen für die finanzwirtschaftliche Bewertung von Umweltschutzinvestitionen.....</b>	<b>123</b>
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
<b>5.2</b>	<b>Die finanzwirtschaftliche Bewertung von Umweltschutzinvestitionen zur Anpassung an gegebene Umweltschutzrahmenbedingungen .....</b>	<b>130</b>
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
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>313</b>
	<b>Anhang.....</b>	<b>323</b>
	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 <sub>2</sub>	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