

Schriften zum Supply Chain Management

Band 5

Herausgeber:

Thorsten Claus/ Wieland Appelfeller/ Wolfgang Buchholz/ Uwe Nehls/ Wilhelm Riesner

Stephan Meyer

Energieeffizienzsteigerung entlang der Supply Chain

**Entscheidungsmodell zur wertschöpfungsketten-
orientierten Emissionsminderung in Transformationsländern**



Cuvillier Verlag Göttingen
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag



Schriften zum Supply Chain Management

Band 5



**Energieeffizienzsteigerung entlang der Supply Chain –
Entscheidungsmodell zur wertschöpfungskettenorientierten
Emissionsminderung in Transformationsländern**

Vom Institutsrat des Internationalen Hochschulinstituts Zittau
genehmigte

DISSERTATION

zur Erlangung des akademischen Grades
doctor rerum politicarum

Dr. rer. pol.

Diplom-Wirtschaftsingenieur Stephan Meyer

geboren am 18. Juni 1981 in Zittau

Gutachter: Prof. Dr. rer. pol. habil. Thorsten Claus
Prof. Dr. rer. oec. habil. Wilhelm Riesner
Prof. Dr. rer. pol. habil. Wolfgang Gerstlberger

Tag der Verteidigung: 5. Dezember 2011

**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.

1. Aufl. - Göttingen : Cuvillier, 2012
Zugl.: (IHl) Zittau, Univ., Diss., 2011

978-3-95404-038-4

„Klimapolitik ist wissenschaftsgetriebene Politik.“

Sir Nicholas Stern

© CUVILLIER VERLAG, Göttingen 2012
Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen
Telefon: 0551-54724-0
Telefax: 0551-54724-21
www.cuvillier.de

Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es nicht gestattet, das Buch oder Teile daraus auf fotomechanischem Weg (Fotokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen.

1. Auflage, 2012
Gedruckt auf säurefreiem Papier

978-3-95404-038-4



Geleitwort

der Herausgeber Prof. Dr. habil. Thorsten Claus und Prof. Dr. habil. Wilhelm Riesner

Die Arbeit „Energieeffizienzsteigerung entlang der Supply Chain – Entscheidungsmodell zur wertschöpfungskettenorientierten Emissionsminderung in Transformationsländern“ von Dr. Stephan Meyer befasst sich mit der zunehmend in den Fokus von Unternehmen rückenden Thematik des Emissionshandels.

Der als Faktum akzeptierte globale Klimawandel erfordert einen möglichst Ressourcen schonenden Einsatz von Energie in allen Lebensbereichen und entlang der gesamten Wertschöpfungskette (Supply Chain). Die Industrie bietet hierbei große Potentiale, insbesondere im Bereich von Querschnittstechnologien.

Die umweltpolitische Herausforderung unserer Zeit besteht in der ständigen Beachtung aller Prozesse und Erscheinungen, welche die natürlichen Lebensgrundlagen beeinträchtigen oder gar zerstören. Andererseits benötigen wir wirksame Anpassungs- und Handlungsstrategien, die im Spannungsfeld von Natur – Wirtschaft – Gesellschaft die Erhaltung der Umwelt dienen.

Moderne Umwelt- und Energiepolitik ist nur erfolgreich, wenn die wirtschaftliche Entwicklung mit der ökologischen Tragfähigkeit verbunden und an ihr gemessen wird, um so künftigen Generationen eine lebenswerte und nutzbare Umwelt zu hinterlassen.

Umweltinnovationen werden aus diesen Gründen zukünftig verstärkt an Bedeutung gewinnen und bieten damit auch wirtschaftliche Chancen durch eine marktfähige Technologieentwicklung.

Hierbei stellt der Transfer von Technologien in Entwicklungs- und Schwellenländer einen wichtigen Ansatz dar. Die Unternehmen in diesen Ländern sind durch relativ hohe Energieeffizienzpotentiale in ihren Querschnittsbereichen auf der einen und eine geringe Eigenkapitalstruktur auf der anderen Seite charakterisiert.

Gleichzeitig sind die Grenzkosten zur Vermeidung zusätzlicher energiebedingter Emissionen Investitionen in Unternehmen in den Industrieländern teilweise erheblich höher.

Das in der vorliegenden Arbeit beschriebene Entscheidungsmodell greift diese Diskrepanz auf, indem es anhand der industriellen Wertschöpfungskette die wirtschaftlichen Vermeidungspotentiale identifizieren hilft und eine Entscheidungsunterstützung auf Basis des Kapitalwertmodells liefert.

Somit können emissionshandelspflichtige Unternehmen, durch den Erwerb von Minderungszertifikaten über getätigte Investitionen bei ihren Wertschöpfungspartnern, ihrer Reduktionspflicht nachkommen und stärken dabei gleichzeitig ihre eigene Supply Chain.

Die Arbeit greift damit ein aktuelles Thema der wissenschaftlichen Diskussion auf und liefert den Ansatz für die weitere Ausgestaltung des marktbasieren Emissionshandels. Gleichzeitig lassen sich wegen der steigenden Internationalität der Wertschöpfungsketten bei oftmaliger Anwendung des Entscheidungsmodells in einzelnen Ländern Querschnittsprozesse erkennen, die mit vergleichsweise geringem spezifischem Aufwand Energieeffizienzsteigerungen und damit verbundene Klimagas- Emissionsminderungen zulassen. Damit kann seitens der EU eine gezielte Förderung zu deren bevorzugter Erschließung erfolgen.

Prof. Dr. habil. Thorsten Claus und Prof. Dr. habil. Wilhelm Riesner



Danksagung

Mit der Fertigstellung der Dissertationsschrift ist es an der Zeit, denjenigen zu danken, die mich begleitet und unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt zunächst meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. habil. Thorsten Claus, der nicht nur die wissenschaftliche Begleitung meines Dissertationsprojektes übernommen und dessen Fortgang durch kritische wie inspirierende Fachdiskussionen bereichert, sondern mich auch im Hinblick auf meine fachliche und berufliche Weiterentwicklung stets gefördert hat. Die Tätigkeit an seinem Lehrstuhl war für mich eine gewinnbringende Zeit – nicht zuletzt aufgrund der ausgesprochen angenehmen und kollegialen Atmosphäre.

Nicht weniger zu danken gilt es meinem zweiten Doktorvater Prof. Dr. habil. Wilhelm Riesner, für die wohlwollende Begleitung meines Promotionsverfahrens. Durch ihn wurde bereits während meines Studiums am Internationalen Hochschulinstitut Zittau meine Leidenschaft für die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit energiewirtschaftlichen und umweltpolitischen Fragestellungen geweckt. Mein herzlicher Dank gilt Prof. Dr. rer. pol. habil. Wolfgang Gerstlberger für seine Bereitschaft zur Übernahme des Drittgutachtens.

Mein Dank gilt auch meinen Kollegen, die gleichzeitig Freunde wurden und mich stets konstruktiv und aufbauend unterstützt haben. Dabei möchte ich besonders Herrn Dr. Christoph Brodhun für die vielen wertvollen Gespräche, die konstruktive Durchsicht des Manuskripts und die Prise Humor danken, welche gewiss zum Gelingen der Arbeit beitrugen.

Herrn Johann Middents danke ich für die kritischen Anmerkungen und wichtigen Denkanstöße, nicht nur in Bezug auf die Promotion.

Ich möchte ganz besonders meinen Schwestern Sandra Kühnel und Kathrin Fahr sowie ihrem Ehemann Rico Fahr für die akribische Durchsicht des Manuskripts und die wertvollen Anregungen danken.

Dem Freistaat Sachsen gebührt mein Dank für die Gewährung des Landesstipendiums, welches eine große Entlastung und finanzielle Basis für meine wissenschaftliche Tätigkeit darstellte.

Nicht zuletzt bin ich meinen Eltern für die unentwegte, gleichermaßen moralische wie tatkräftige Unterstützung seit meiner Schulausbildung zu tiefstem Dank verpflichtet. Nur durch sie wurde ich auf diesen erfolgreichen Weg gebracht.

Obgleich die Anfertigung meiner Dissertationsschrift ein hohes Maß an persönlichem Verzicht, Fleiß und Beharrungsvermögen abverlangte, läge diese Arbeit ohne die Unterstützung und Entbehrung meiner lieben Frau Maria gewiss nicht vor.

Sie und unser Sohn Dominik haben einen ebenso großen Anteil am Erfolg der Arbeit.

Ihnen sei die vorliegende Doktorarbeit daher von meinem ganzen Herzen gewidmet.



Inhaltsverzeichnis

Geleitwort	III
Danksagung	IV
Inhaltsverzeichnis	V
Formelverzeichnis	XI
Abkürzungsverzeichnis.....	XII
Teil A Konzeption der Arbeit.....	16
1 Einführung – Integrierte Klima- und Energiepolitik und Entscheidungstheorie ..	16
2 Problemstellung.....	25
3 Zielsetzung der Arbeit.....	27
4 Wissenschaftstheoretische Fundierung und Methodischer Aufbau der Arbeit ..	30
4.1 Zur wissenschaftlichen Fundierung der Arbeit	30
4.2 Aufbau der Arbeit und Beitrag zum wissenschaftlichen Erkenntnisfortschritt	34
Teil B Theoretischer Bezugsrahmen.....	40
5 Basale Begriffe und Definitionen	40
5.1 Kohlenstoffdioxid und andere Treibhausgase	40
5.2 Der Effizienzbegriff	44
5.3 Energie-Effizienz-Indikatoren	47
5.4 Unternehmensrelevante Normen	52
5.5 Theoretischer Ansatz des Supply Chain Managements	55
5.6 Transformationsländer und Systemtransformation	62
5.6.1 Zum Begriff des Transformationslandes	62
5.6.2 Ökonomische Systemtransformation in Transformationsländern.....	66
5.6.3 Bedeutung der Energieeffizienz in der polnischen Industrie im Rahmen des Transformationsprozesses	71
5.6.4 Die Industrie Rumäniens unter energetischem Gesichtspunkt	74
5.7 Transaktionskostentheorie.....	78
5.7.1 Die Transaktionskostentheorie im Rahmen der Neuen Institutionentheorie	78
5.7.2 Transaktionskosten im Rahmen des Emissionshandels.....	83
5.8 System -und Entscheidungstheorie.....	85
5.8.1 Grundlagen der System– und Entscheidungstheorie	85
5.8.2 Betriebswirtschaftliche Entscheidungstheorie.....	90
5.8.2.1 Zum Problembegriff.....	90
5.8.2.2 Alternativenkonfiguration.....	92
5.8.2.3 Präferenzmodellierung	94
5.8.3 Unternehmenspolitische Entscheidungsansätze	96
5.8.3.1 Argumentenbilanz	96
5.8.3.2 Nutzwertanalyse.....	97
5.8.3.3 Portfolioanalyse.....	99



5.8.4	Die Entscheidungsorientierte Betriebswirtschaftslehre.....	102
5.8.5	Modellklassen	109
5.8.6	Entscheidungsregeln	112
5.8.6.1	Entscheidungsregeln bei Unsicherheit	116
5.8.6.1.1	Minimax-Entscheidungsregel.....	116
5.8.6.1.2	Maximax- Entscheidungsregel.....	116
5.8.6.1.3	Hurwicz-Entscheidungsregel (Pessimismus-Optimismus-Regel)	117
5.8.6.1.4	Savage-Niehans-Entscheidungsregel.....	118
5.8.6.1.5	Laplace-Entscheidungsregel	119
5.8.6.2	Entscheidungsregeln bei Risiko	121
5.8.6.2.1	Erwartungswert-Regel.....	121
5.8.6.2.2	μ - σ -Regel.....	121
5.8.6.2.3	Bernoulli-Regel.....	122
5.8.6.2.4	Entscheidungsbaum.....	123
5.8.7	Anforderungen an ein Entscheidungsmodell	125
Teil C Energieeffizienzstrategien: Europäische Union versus Transformationsländer		128
6	Integrierte Ansätze zur Energieeffizienzsteigerung in Transformationsländern	128
6.1	Emissionshandel als marktorientierter Mechanismus zur Effizienzerhöhung	128
6.2	Ordnungspolitik versus Marktmechanismen – Kohlenstoffdioxidsteuer und Handel mit Emissionsrechten.....	131
6.3	Die flexiblen Mechanismen des Kyoto -Protokolls	136
6.3.1	Clean development mechanism	141
6.3.2	Joint Implementation	143
6.4	Unternehmensstrategien unter cap – and trade Regulierung	152
Teil D Energieeffizienzinvestitionen entlang der Wertschöpfungskette.....		156
7	Herausarbeitung des Handlungsbedarfes für Investitionen in Energieeffizienztechnologien – das ENEFFTECH-Entscheidungsmodell	156
7.1	Anforderungen an das ENEFFTECH-Entscheidungsmodell.....	156
7.2	Das ENEFFTECH-Strukturmodell.....	157
7.3	Datenmodellierung im ENEFFTECH-Strukturmodell.....	158
7.3.1	Grundsätze der Datenmodellierung im ENEFFTECH-Strukturmodell.....	158
7.3.2	Informationsarchitektur und Prozessgestaltung für Strategisches Supply Chain Management	160
7.3.3	Datenmodell – Informationsebene	166
7.3.4	Datenmodell - Datenerfassungsebene.....	169
7.3.5	Datenmodell - Entscheidungsebene	171
7.3.5.1	Vorgaben zur Berechnung.....	171
7.3.5.2	Investitionsalternativen.....	172
7.3.5.3	Umweltzustände.....	173
7.4	Abgrenzung von Bilanzräumen.....	174
7.5	Formulierung des Entscheidungsproblems.....	178
7.6	Identifizierung von Handlungsalternativen auf Unternehmensebene	183
7.7	Ableitung von Aussagen auf Branchenebene	190



7.7.1	Mikro-Makro-Link (MML)	190
7.7.2	Erfassung relevanter Daten zur Ableitung von Branchenaussagen.....	194
7.7.3	Erweiterung des Ansatzes auf Emissionsreduzierende Energieeffizienzsteigerung	199
7.7.4	Bewertung des ENEFFTECH-Entscheidungsmodell und Vergleich mit anderen Entscheidungsmethoden.....	203
8	Modelltest: Fallstudie zum ENEFFTECH-Entscheidungsmodell	205
8.1	Energieeffizienzinvestitionen entlang der Supply Chain am Beispiel eines mittelständischen Energieversorgers.....	205
8.1.1	Allgemeine Informationen und Rahmenbedingungen	205
8.1.2	Auswahl des Kooperationspartners der Stadtwerke ENEFFTECH-Stadt GmbH...	206
8.1.3	Rahmenbedingungen hinsichtlich des Emissionshandels.....	208
8.1.4	Auswahl der Wertschöpfungspartner	211
8.2	Lösungsansätze unter Nutzung des Supply Chain Managements	212
8.2.1	Systematisierung der Investitionsalternativen.....	212
8.2.2	Ableitung der Investitionsentscheidung	217
Teil E Zusammenfassung und Schlussbetrachtungen		220
9	Zusammenfassung und Fazit der Arbeit	220
9.1	Zusammenfassende Einschätzung	220
9.2	Quo Vadis? - Ableitung des weiteren Forschungsbedarfes.....	225
Symbole, Einheiten und Umrechnungen		227
Glossar		229
Literatur- und Quellenverzeichnis.....		244
Anhang		276



ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1 Entwicklung der weltweiten CO ₂ -Emissionen bis 2030.....	19
Abbildung 2 Energieversorgung und CO ₂ -Emissionen weltweite Entwicklung	21
Abbildung 3 globale CO ₂ -Emissionspfade 2010-2050	22
Abbildung 4 Struktur der Arbeit.....	33
Abbildung 5 Staatliche Steuerungstriade.....	37
Abbildung 6 Konzeption der Arbeit	39
Abbildung 7 Arten von Energieeffizienzkennzahlen	47
Abbildung 8 Relevanz von Umweltnormen für Unternehmen.....	53
Abbildung 9 Typen von Geschäftsprozessen.....	57
Abbildung 10 Lieferantenpyramide	58
Abbildung 11 Klassisches Supply Chain Management.....	60
Abbildung 12 rumänischer Endenergieverbrauch nach Sektoren - 2004	76
Abbildung 13 Einflussgrößen einer Transaktion	79
Abbildung 14 Transaktionskosten im Kontext des Kostenbegriffes.....	81
Abbildung 15 Transaktionskosten der projektbasierten Mechanismen.....	84
Abbildung 16 Grundmodell der Entscheidungstheorie	86
Abbildung 17 Systemdarstellung	88
Abbildung 18 Instrumente des Umweltcontrollings	92
Abbildung 19 Energieeffizienzportfolio.....	100
Abbildung 20 Zukünftige Umweltzustände.....	107
Abbildung 21 Entscheidungsbaum – Beispiel	124
Abbildung 22 potentiell Wachstum des globalen Kohlenstoffdioxid-Marktes	135
Abbildung 23 weltweiter Emissionszertifikatehandel an Börsen.....	138
Abbildung 24 Funktionsweise des Emissionshandels.....	140
Abbildung 25 Prinzip des CDM.....	142
Abbildung 26 Prinzip des JI	144
Abbildung 27 Ablaufschema bei JI-Projekten	146
Abbildung 28 Grundprinzip des Joint Implementation.....	149
Abbildung 29 Klimaschutz in Unternehmen	153
Abbildung 30 ENEFFTECH-Strukturmodell	157
Abbildung 31 Informationsarchitektur der ENEFFTECH-Anwendung	162
Abbildung 32 ENEFFTECH-Datenbank Startseite	163
Abbildung 33 ENEFFTECH - ARIS Datenmodell	164
Abbildung 34 ENEFFTECH-Entscheidungsebene.....	165
Abbildung 35 ENEFFTECH-Modul "Transformationsatlas"	166



Abbildung 36 Energieeinheitenrechner.....	168
Abbildung 37 Eingabemaske zur Erfassung der Stammdaten des Mandanten.....	170
Abbildung 38 Stoff- und Energiebilanz.....	174
Abbildung 39 Funktionsbaum der SuE-Bilanz.....	175
Abbildung 40 differenzierte Bilanzräume einer Supply Chain.....	176
Abbildung 41 Industrielle Wertschöpfungskette	179
Abbildung 42 Handlungsoptionen und Entscheidungsfaktoren für Unternehmen.....	180
Abbildung 43 Industriesektor: Vermeidungskostenkurve 2020 aus der Entscheidungsträgerperspektive	181
Abbildung 44 Datenverwaltung für Mikro-Makro-Link	193
Abbildung 45 Erweitertes Supply Chain Management	200
Abbildung 46 ENEFFTECH - ARIS Vorgehensmodell	202
Abbildung 47 vierachsiger Schiebewardwagen – Typ Habbi(II)ns(s).....	207
Abbildung 48 ENEFFTECH Mandantenfähige Datenerfassung im Modul "Initialberatung"	210
Abbildung 49 ENEFFTECH-Entscheidungsmatrix	216



TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1 klimawirksame Effekte von Treibhausgasen	40
Tabelle 2 Treibhausgaspotenziale natürlicher und anthropogener Treibhausgase	42
Tabelle 3 Taxonomie von Effizienzbegriffen	46
Tabelle 4 Klassifizierung natürliche versus ökonomische Energieeffizienzkennzahlen (EE-Kennzahlen).....	51
Tabelle 5 Treibhausgasemissionen in den Transformationsländern der EU von 1990 bis 2008 sowie Zielsetzungen bis 2012	65
Tabelle 6 Elemente der ökonomischen Systemtransformation	67
Tabelle 7 Der Schock in Polen und Rumänien 1990-1991.....	69
Tabelle 8 Argumentenbilanz.....	96
Tabelle 9 Grundmodell der Entscheidungsmatrix	105
Tabelle 10 Methodologie von Entscheidungsmodellen	108
Tabelle 11 ENEFFTECH-Ergebnismatrix	111
Tabelle 12 Minimax-Entscheidungsregel	116
Tabelle 13 Maximax-Entscheidungsregel	116
Tabelle 14 Hurwicz-Regel Ausgangsbasis.....	117
Tabelle 15 Zusammenfassung Minimax und Maximax Entscheidungsregel	117
Tabelle 16 Hurwicz-Entscheidungsmatix	118
Tabelle 17 Savage-Niehans-Entscheidungsregel Maximum je Umweltzustand	119
Tabelle 18 Savage-Niehans-Kriterium Entscheidungsmatrix	119
Tabelle 19 Laplace-Kriterium.....	120
Tabelle 20 Unternehmensstrategien unter cap - and -trade Regulierung.....	154
Tabelle 21 morphologischer Kasten zur ENEFFTECH-Anwendung.....	161
Tabelle 22 CO ₂ -Emissionswerte bezogen auf Brennstoffe bei der Elektrizitätserzeugung ..	177
Tabelle 23 Handlungsoptionen für ENEFFTECH-Investitionen.....	185
Tabelle 24 Einfluss der Emissionskosten auf den erwarteten Gewinn im Jahr 2013.....	191
Tabelle 25 Bewertung des ENEFFTECH-Entscheidungsmodells	203
Tabelle 26 Annahmen zur Fallstudie - Emissionsreduktion.....	208
Tabelle 27 Annahmen zur Fallstudie – Kapitalstruktur	209
Tabelle 28 Datenerfassung der Investitionsalternativen.....	212
Tabelle 29 Umweltzustände und deren Eintrittswahrscheinlichkeiten	217
Tabelle 30 Savage-Niehans-Entscheidungsregel	218
Tabelle 31 SAVAGE-NIEHANS-Entscheidungsmatrix	219
Tabelle 32 Umrechnungen der Energieeinheiten.....	227
Tabelle 33 Dezimalzahlen	228



Formelverzeichnis

Formel 1 Nutzwertermittlung.....	98
Formel 2 Erwartungswert	121
Formel 3 Standardabweichung.....	121
Formel 4 Bernoulli-Regel.....	122
Formel 5 Alternativenbildung - Beispiel	185
Formel 6 Berechnung des Kapitalwertes	187
Formel 7 CAPM-Modell	187
Formel 8 Renditeberechnung	188
Formel 9 Berechnung des gewichteter Kapitalkostensatz.....	188
Formel 10 Berechnung des Endenergieverbrauchs.....	194
Formel 11 Emissionsspezifische Energiekostenbetrachtung (e).....	194
Formel 12 Energieeffizienzindikator.....	195
Formel 13 Endenergieeffizienz	195
Formel 14 Allgemeine Produktionsfunktion.....	196
Formel 15 Wachstumsgleichung der Wertschöpfung.....	196
Formel 16 neoklassisch konstante Skalenerträge.....	197
Formel 17 Randbedingungen für die Produktionsfaktoren	197
Formel 18 erste LINEX-Produktionsfunktion.....	197
Formel 19 CAPM-Berechnung der Eigenkapitalrendite.....	215
Formel 20 WACC Zinssatz der Stadtwerke ENEFFTECH-Stadt GmbH.....	215



Abkürzungsverzeichnis

AAU	Assigned Amount Units – Emissionserlaubnisse für Annex I- Staaten des Kyoto-Protokolls
Aa-U	Aalborg Universität, Dänemark
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BNL	Brookhaven National Laboratory
bspw.	Beispielsweise
BUIS	Betriebliche Umweltinformationssysteme
BV	Bestandsveränderungen
CAPM	Capital Asset Pricing Modell
CCS	Carbon Capture and Storage
CDM	Clean Development Mechanism
CEIT-Länder	Countries with Economies in Transition (Schwellenländer)
CER	Certified Emission Reductions
CRM	Customer Relationship Management
DEHSt	Deutsche Emissionshandelsstelle
DOE	Department of Energy International
E	Exporte
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EMAS	Eco Management and Audit Scheme, auch EU-Öko-Audit oder Öko-Audit
EnEV	Energieeinsparverordnung
ENEFFTECH	ENergie-EFFizienzTECHnologien
EPRI	Electric Power Research Institute Palo Alto, California, USA
EQU	Energie Qualität Umwelt Ingenieurbüro



ERU	Emission Reduction Unit Zertifikate, welche durch JI-Projekte (in Annex I-Staaten generiert werden)
ETSAP	Energy Technology System Analysis Project
EU	Europäische Union
EUA	EU-Allowance
EU ETS	EU Emission Trading System
FEWE	Fundacji na Rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii
GEMIS	Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme
GTZ	Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit mbH
GWh	Gigawattstunde
GWP	Global Warming Potential
I	Importe
IAEA	Internationale Atomenergie Agentur
IDU	Ingenieurgesellschaft für Datenverarbeitung und Umweltschutz mbH
IEA	International Energy Agency, Internationale Energieagentur
IEJE	Institut Economique et Juridique d’Energie, Frankreich
IER	Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Universität Stuttgart, Deutschland
IIASA	International Institute for Applied Systems Analysis
IKE	Institut für Kernenergetik und Energiesysteme, Universität Stuttgart, Deutschland
IKP	Energy System Institute of Technology, Linköping, Schweden
ISO	International Organization for Standardization
JI	Joint Implementation
JISDC	Joint Implementation Supervisory Committee
Kend	Endenergiekonsum
KMU	Kleine- und Mittelständische Unternehmen



Kne	nicht energetischen Verbrauch
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
LNG	liquefied natural gas, Flüssigerdgas
Mio	Million
NAP	Nationaler Allokationsplan
NOAA	National Oceanic & Atmospheric Administration
NWS	Nettowertschöpfung
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development, Paris, Frankreich
OPEC	Organization of the Petroleum Exporting Countries
o.J.	Ohne Jahresangabe
P	einheimische Energieproduktion
ppm	Parts per million (Millionstel – Anteile)
PPS	Produktionsplanung- und steuerung
PROFU	Projektinriktad Forskning och utveckling-PROFU, Göteborg, Sweden
ProMechG	Projektmechanismengesetz
RES	Referenzenergiesystem
RGW	Rat für gegenseitige Wirtschaftshilfe
RMU	Removal Units– Zertifikate, welche durch CO ₂ -Einsparung auf Grund von Landnutzungsaktivitäten in Annex I –Staaten generiert werden.
SEI	Stockholm Environment Institute-Boston, USA
tce	Tons of coal equivalent (Tonnen Kohle-Äquivalent)
tCO ₂ e	Tonne Kohlenstoffdioxid Emission
TEHG	Treibhausgasemissionshandelgesetz
TERI	Tata Energie Research Institute, Indien
THG	Treibhausgase
TJ	Terrajoule



toe	Tons of oil equivalent (Tonnen Öl-Äquivalent)
tSKE	Tonnen Steinkohleeinheiten
UNDTCD	United Nations, Department of Technical Cooperation for Development
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
V	Verluste und Verbrauch im Energiesektor
WACC	Weighted Average Cost of Capital
WBGU	Wissenschaftlicher Beirat Globale Umweltfragen
ZuG	Zuteilungsgesetz



Teil A Konzeption der Arbeit

1 Einführung – Integrierte Klima- und Energiepolitik und Entscheidungstheorie

Die Grenzen des Wachstums hatte Dennis L. Meadows bereits 1972 in der vom Club of Rome beauftragten Studie „The Limits of Growth“ beschrieben, wobei die wissenschaftliche Gemeinschaft bereits einige Dekaden vor der Studie die Handlungsnotwendigkeiten erkannt, analysiert und zunehmend Handlungsmöglichkeiten und -alternativen aufgezeigt hat.

Es lassen sich dabei drei wesentliche Entwicklungen identifizieren, welche noch für lange Zeit die ökologischen Herausforderungen auf der Erde verschärfen werden: die globale Industrialisierung, die wachsende Weltbevölkerung und die zunehmende Urbanisierung. Diese Megatrends rücken immer mehr in den Fokus der Realpolitik und der Entwicklungsschwerpunkte von Unternehmen. Das Ziel muss demnach darin bestehen, mehr Wert zu schaffen und dabei gleichzeitig die Umwelt weniger zu belasten und weniger Ressourcen zu verwenden.

Die Herausforderung in der politischen Debatte besteht in der Aktivierung von gesellschaftlichen Mehrheiten um die notwendigen gesetzlichen Grundlagen in Bezug auf die Klimafolgenanpassungen und den Klimaschutz zu schaffen. Die Diskussion um die notwendigen Maßnahmen nationaler und internationaler Klima- und Energiepolitik sollte daher in erster Linie über die Argumente des Zuwachses an Arbeitsplätzen in den Umwelttechnikbranchen und über die Möglichkeiten der Kostensenkung geführt werden, um diese Akzeptanz zu generieren.

Jeder Unternehmer, der den Ansätzen des Ökonomen und Moralphilosophen Adam Smith folgt, bringt sein Unternehmen durch Kostensenkungen, die Fähigkeit zu Innovationen, durch die Erhöhung der Arbeitsproduktivität, durch Minimierung des Risikos und durch die Gestaltung seiner Lieferkette auf einen Erfolgskurs.

Es liegt daher nahe, dass Staaten ebenso verfahren, wobei die Entscheidungsprozesse durch eine Reihe von interdependenten Aspekten geprägt sind und vielfach eine Abwägung zwischen kurz- und langfristigen Optionen geschehen muss. So stellen beispielsweise die Abscheidung und Speicherung von Kohlenstoffdioxid im Energiesektor (Carbon Capture and Storage – CCS) und die Kernenergie CO₂-arme Technologien zur Grundlastversorgung dar, die auf der einen Seite dem notwendigen Gesichtspunkt einer Reduktion der Kohlenstoffintensität näher kommen, auf der anderen Seite aber negative Implikationen auf die Umwelt haben und daher nur eine Brückentechnologie darstellen können, solange, bis alternative Umwelt- und Energietechnologien zur Verfügung stehen.



Die Politik kann dem Klimawandel jedoch nicht nur mit einem Instrument begegnen, es scheint vielmehr ein Instrumentenmix erforderlich, um internationalen und regionalen Divergenzen Rechnung zu tragen. In der politischen Argumentation ist daher die Technologiepolitik das geeignete Kommunikationsmittel, um ein breites Verständnis für die Notwendigkeiten zu erzeugen und gleichzeitig einhergehende positive Effekte, wie bspw. die Kostensenkungen, Standortsicherung oder arbeitsmarktpolitische Effekte aufzuzeigen.

Den kritischen Faktor bei der Bewältigung des Klimawandels stellt die Zeit dar, wodurch es erforderlich ist eine möglichst große Zahl von potentiellen Handlungsoptionen in Pilotprojekten auf deren Anwendbarkeit, Wirtschaftlichkeit und ganzheitliche Umweltverträglichkeit zu prüfen und zeitnah einer praktischen Realisierung zuzuführen.

So kann beispielsweise der funktionierende Emissionshandel dabei helfen, Technologieinnovationen voranzubringen und dabei finanzielle Ressourcen zu generieren, welche in die Förderung von alternativen Energieerzeugungen einfließen können.

Derartige Technologieinnovationen sind insbesondere für Staaten in Transformationsprozessen essentiell, deren Wirtschaftssektoren sich im Aufbau oder der Neustrukturierung befinden und daher flexiblere Rahmenbedingungen in Bezug auf die Implementierung effizienter Umwelttechnologien bieten.

Gleichzeitig hilft eine Orientierung an der Wertschöpfungskette dabei, die bisher ungenutzten Potentiale in Transformationsländern zu erschließen und die Partnerschaft und Stabilität der Lieferkette zu stärken.

Die neue Europäische Kommission setzt deutliche Signale in Hinblick auf Anstrengungen zum Umgang mit dem Klimawandel. Die Einrichtung zweier neuer Generaldirektionen für Klima und Energie ist nicht nur ein verwaltungstechnischer Schritt, sie ist auch eine politische Aussage. Sie ist ein sicheres Zeichen dafür, dass die Europäische Kommission diesen Themen immer mehr Bedeutung beimisst – und nicht zögern wird, neue Initiativen und Vorstöße zu starten.

Wie es Sir Nicholas Stern ausdrückte wird die Klimapolitik in erster Linie durch wissenschaftliche Erkenntnisse getrieben.

Die vorliegende Arbeit soll einen Beitrag dazu leisten, über fundierte wissenschaftliche Ansätze einen Handlungsrahmen für Investitionsentscheidungen insbesondere für kleine und mittelständische Unternehmen zu entwickeln, der auf marktwirtschaftlichen Grundsätzen basiert.



Damit werden diese Unternehmen auf ökonomisch wie ökologisch zielführende Weise in die Lage versetzt ihren Beitrag zur Reduktion der Treibhausgase, unter Einbezug der Potentiale ihrer Wertschöpfungspartner, zu leisten.

Seit dem Jahr 1900 ist der weltweite Energieverbrauch um den unvorstellbaren Faktor 18 angestiegen, die Weltbevölkerung erfuhr im selben Zeitraum einen Zuwachs um den Faktor fünf auf knapp sieben Milliarden Menschen.¹

Die Themenkomplexe Klimawandel, Umweltpolitik und Energieeffizienz nehmen in der Wirtschaft und Gesellschaft eine zunehmend stärkere Rolle ein,² nicht zuletzt, da deren Priorisierung auf Grund ordnungspolitischer Rahmenbedingungen auch zu einem ökonomischen Engpass führt.

Die Entwicklungen der vergangenen Jahre auf dem Weltenergiemarkt zeigen einen signifikanten Anstieg der Nachfrage und einen damit verbundenen Anstieg der Preise für Energie. Nach Berechnungen des World Energy Outlook 2006³ steigt die globale Energienachfrage im Referenzszenario⁴ bis 2030 um bis zu 53 %, daraus resultiert ein jährlicher Anstieg um 1,6 %.⁵

Über 70 % dieses Anstieges beanspruchen die Entwicklungsländer, welche durch den vornehmlichen Einsatz fossiler Energieträger zum weltweiten 55 %-igen Anstieg der CO₂-Emissionen einen wesentlichen Beitrag leisten werden.

Hier liegt ein Fall von Marktversagen vor, da durch die Emission von Treibhausgasen und deren nachhaltige negative atmosphärische Wirkung die Handlungsspielräume künftiger Generationen eingeschränkt werden. Das Marktversagen ist dadurch gekennzeichnet, dass der Koordinationsmechanismus in Form des Preises, für energieintensive Produkte wie Treibstoffe oder Metalle, nicht die tatsächlichen gesellschaftlichen Kosten widerspiegelt, welche eigentlich durch die Nutzung dieser Güter entstehen.⁶

¹ Europäische Kommission – Vertretung in Deutschland (2009) EU-Nachrichten Nr. 28 S. 6

² s. stellvertretend IWD (1/2008).

³ Jährlicher Weltenergiereport der Internationalen Energie Agentur (IEA).

⁴ Das Referenzszenario beschreibt eine Entwicklung der weltweiten Energienachfrage, wenn diese sich fortwährend nach heutigen Verbrauchskriterien und den derzeit eingesetzten Energieträgern und -technologien weiterentwickeln würde.

⁵ Vgl.: IEA (2006) S. 65.

⁶ Vgl. Stern, N. (2009) S. 11.

In der nachstehenden Abbildung 1 wird ein Überblick über die künftige Entwicklung des CO₂-Ausstoßes gegeben:

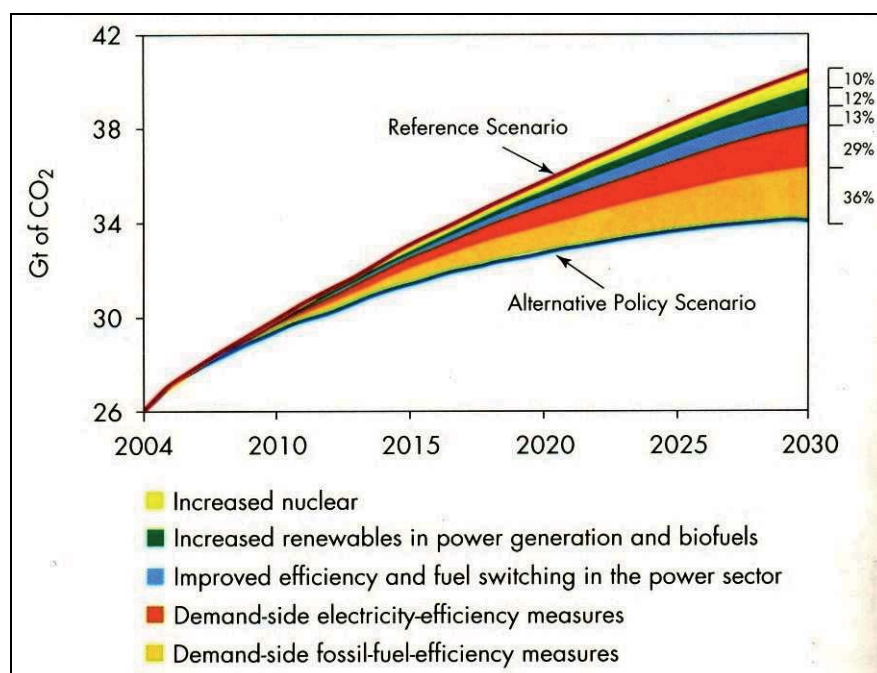


Abbildung 1 Entwicklung der weltweiten CO₂-Emissionen bis 2030

Quelle: IEA (2006); World Energy Report 2006, S. 192

Der gravierenden Entwicklung der CO₂-Emissionen in Abbildung 1 steht das Alternativpolitik-Szenario entgegen, wonach Reduktionen von 10 % des Energieverbrauchs sowie 16 % des Ausstoßes von Kohlendioxid durch verstärkte Einsparmaßnahmen und die Nutzung regenerativer Energien erzielt werden könnten. Aus Abbildung 1 wird auch deutlich, dass die Ausschöpfung des Energieeffizienzpotentials eine Reduzierung der CO₂-Emissionen um bis zu 30 % bewirken kann.

Als konkrete Reaktion auf diese Entwicklungen sieht die Europäische Kommission in ihrem Maßnahmenpaket unter anderem vor, bis zum Jahre 2020 mindestens 20 % des EU-Primärenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energiequellen zu generieren sowie die CO₂-Emissionen der EU um mindestens 20 % zu verringern.⁷

Neben den Anstrengungen im Bereich der Energieerzeugung und der Diversifizierung der Energieimporte zur Erhöhung der Versorgungssicherheit sieht die Strategie der Kommission insbesondere im Bereich der erneuerbaren Energien, der Energieeffizienz sowie bei CO₂-armen Technologien verstärkte Forschung vor.

Dabei stellt die rationelle Energieanwendung, im Sinne von Energieeffizienzsteigerungen, die schnellste, wirksamste und kostengünstigste Art dar, um die wachsende Abhängigkeit der EU von Öl- und Gasimporten zu bewältigen sowie die Treibhausgasemissionen zu verrin-

⁷ KOM (2007).



gern. In besonderer Weise soll kleinen und mittelständischen Unternehmen die Finanzierung von Energieeffizienz-Investitionen mit dem Aktionsplan für Energieeffizienz erleichtert werden.⁸

Das Grundproblem einer integrierten Klima- und Energiepolitik ist die Freisetzung von Treibhausgasen durch die Verbrennung fossiler Energieträger, wie Erdöl, Kohle und Erdgas⁹. Diese Energieträger versetzen unser Energiesystem in einen Zustand der Abhängigkeit, da die Nutzung von Wärme, Kühlung und Elektrizität sowohl in einer grundlastfähigen und versorgungssicheren Weise, als auch ökologisch, sichergestellt werden muss.

Die mit der Freisetzung von Treibhausgasen einhergehende globale Erwärmung findet nicht zum ersten Mal in der Erdgeschichte statt, aber sie findet erstmalig mit einer derartigen Dynamik und mit einer Weltbevölkerung von 6,7 Milliarden Menschen statt¹⁰ – im Jahr 2050 werden es voraussichtlich sogar 9 Milliarden Menschen sein. Aus dieser Bevölkerungsentwicklung wird die Größenordnung der steigenden Energienachfrage deutlich.

Die Weltklimakonferenz in Kopenhagen vom Dezember 2009 machte deutlich, dass Klimaschutz (Mitigation) und die Klimafolgenanpassung (Adaption) zwei Säulen sind, welche den Lösungsansatz tragen.

Die Reduzierung der CO₂-Emissionen um 3,8 Milliarden Tonnen bis zum Jahr 2020 und um 13,8 Milliarden Tonnen bis 2030 erscheint nach Berechnungen des IEA Referenz-Szenario vor allem durch höhere Energieeffizienz möglich. Die rationale Energieanwendung und die Energieeinsparung sind hierbei wesentliche Elemente zur Steigerung der Energieeffizienz. Diese soll bis 2020 zu 65 % und bis 2030 zu 57 % zu der beschriebenen CO₂-Minderung beitragen.¹¹

⁸ KOM (2006).

⁹ Hansjürgens, B. (2009) in UFZ-Spezial Dezember 2009 S. 26.

¹⁰ Teutsch, G. (2009) Vortrag Klimawandel: Forschung zu Folgen und Anpassung am 24. November 2009, Leipzig.

¹¹ ZfK (2009) S. 4.

Der Stern-Report des ehemaligen Weltbankchefs Sir Nicholas Stern stellt dar, dass ein ungebremster Klimawandel bis zu 20 Prozent des weltweiten Bruttosozialproduktes kosten könnte.¹² Diese Berechnung zeigt deutlich, dass eine gesamtgesellschaftliche Verantwortungsübernahme unabdingbar ist.

Bezogen auf die Zielsetzungen bis zum Jahre 2030 ist ein schnelles Handeln erforderlich, um die globalen Emissionen nachhaltig zu senken¹³. Bei der Festlegung einer globalen Obergrenze für CO₂-Emissionen von zusätzlichen 750 Gt im Zeitraum der Jahre 2010 bis 2050 besteht eine 67 %-ige Wahrscheinlichkeit den maximalen Anstieg der mittleren Temperatur um 2 Grad im Vergleich zum vorindustriellen Niveau zu begrenzen.

In Abbildung 2 werden die Entwicklung sowohl der Energieversorgung, als auch der CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2030 aufgezeigt.

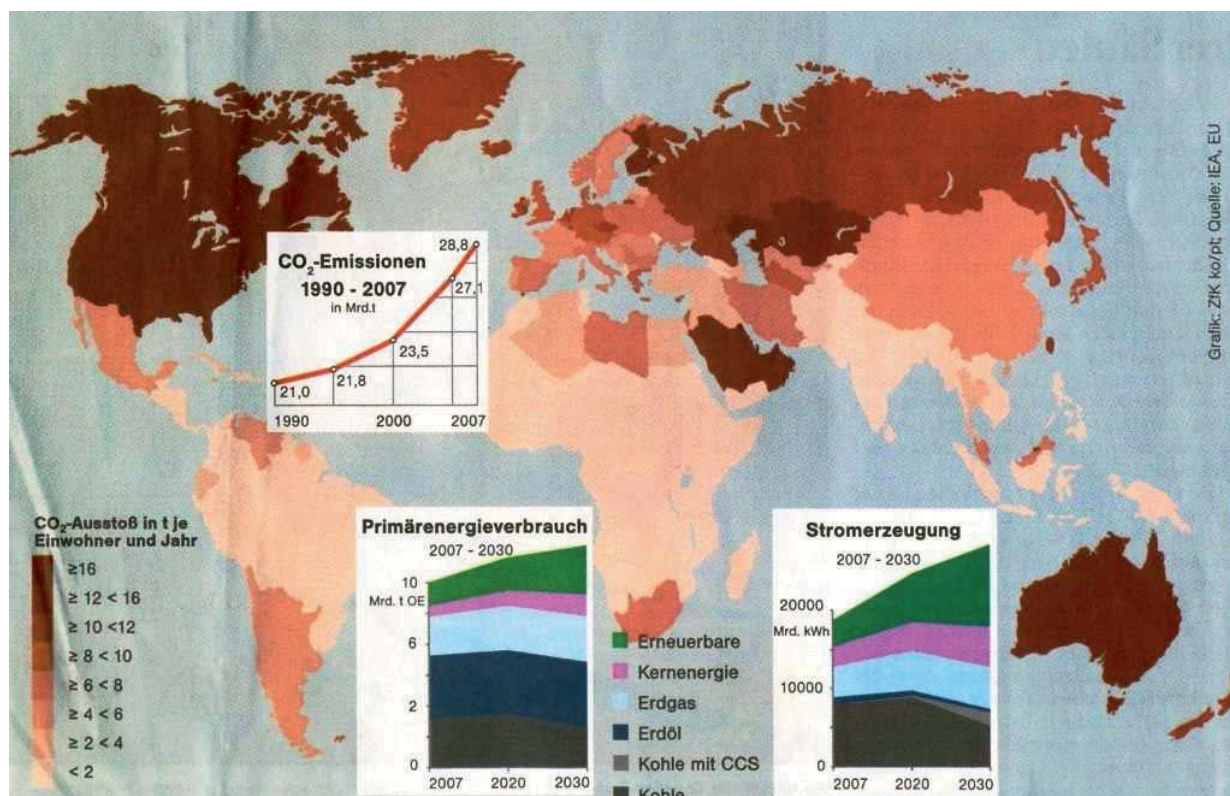


Abbildung 2 Energieversorgung und CO₂-Emissionen weltweite Entwicklung bis 2030

Quelle: ZfK (2009) S. 4

¹² Stern, N. (2006) Stern Review on the Economics of Climate Change Executive Summary S. 10.

¹³ Raupach, M. (2009) S. 24-27.

Die nachstehende Abbildung 3 zeigt drei Szenarien mit divergierenden Spitzenjahren der Emissionen: 2011 (grün), 2015 (blau), 2020 (rot).

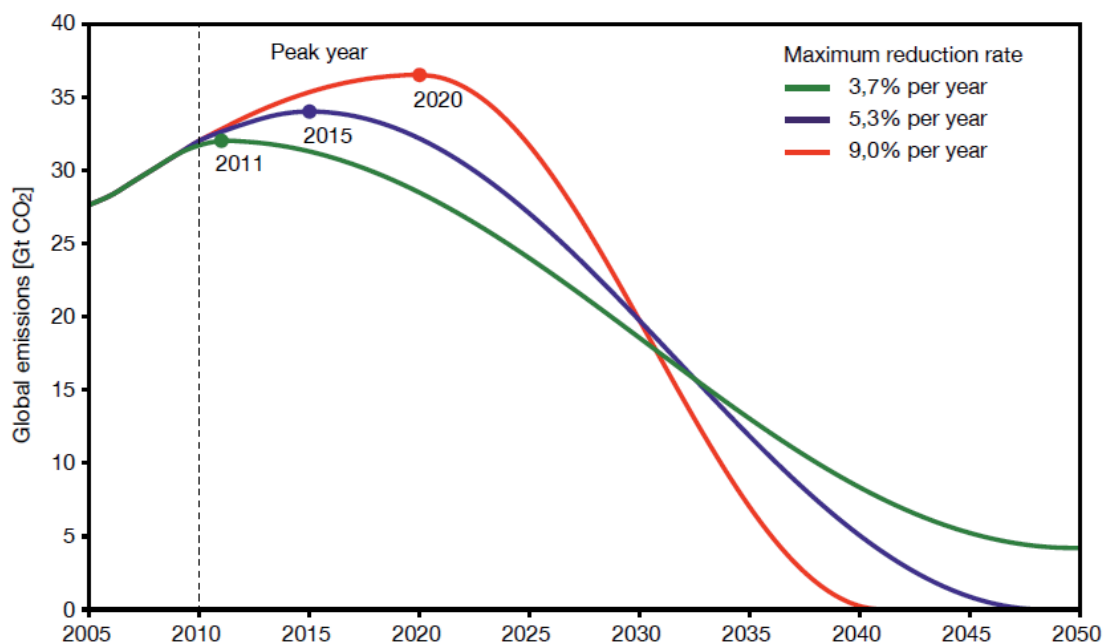


Abbildung 3 globale CO₂-Emissionspfade 2010-2050

Quelle: WBGU (2009) S. 16

Die Herausforderung wird in den jährlich erforderlichen Reduktionsraten von 3,7 % (grün), 5,3 % (blau) und 9 % (rot) deutlich, was folglich auch eine Steigerung der Reduktionskosten aufgrund kurzfristiger Anpassungen in den Unternehmen zur Folge haben dürfte.

Zugleich gilt es insbesondere in Zeiten der Finanz- und Wirtschaftskrise, die vorhandenen Energieeinsparpotenziale in Industrie und Gewerbe, aber auch im Dienstleistungsbereich konsequent zu nutzen. In weit verbreiteten Technologiebereichen, wie beispielsweise Druckluft und Pumpentechnik, ist die Erzielung von Energieeinsparungen bis zu 50 Prozent möglich. Im Bereich der Informationstechnik sind ebenfalls Einsparungen in diesem Umfang erreichbar.¹⁴ Damit dies gelingt, müssen die Entscheidungsträger in den Unternehmen ihre Handlungsoptionen nutzen, ein innovatives Energiemanagement einführen und die betrieblichen Energiesysteme ganzheitlich analysieren, verstehen und einer Optimierung zuführen. Es ist daher nahe liegend, Investitionen entscheidungstheoretisch fundiert zu planen und umzusetzen. Hierbei wird in dieser Arbeit die Entscheidungstheorie als Ansatz verwendet, um derartige Investitionsentscheidungen entlang der Wertschöpfungskette¹⁵ treffen zu können. Der Fokus auf die Wertschöpfungskette ergibt sich aus der konsistenten rationalen

¹⁴ Kohler, S. (2009) am 22.04.2009

¹⁵ Die Begriffe Wertschöpfungskette und Supply Chain werden in dieser Arbeit synonym verwendet, da der Autor eine Supply Chain mit zugehöriger Wertschöpfung als basale Annahme unterstellt.



Anwendung von Energie, welche auf allen Stufen des Produktionsprozesses verfolgt werden muss, um eine optimale Zielerreichung generieren zu können.

Mit der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC), welche durch die Europäische Gemeinschaft im Jahre 1993 angenommen wurde¹⁶, verfolgt die Staatengemeinschaft das Hauptziel, die Treibhausgasemissionen zumindest auf einem Niveau zu stabilisieren, welches eine anthropogene Interferenz mit dem globalen Klimasystem verhindert und als weiteres Ziel, dass der Anstieg der Erdtemperatur auf 2 Grad Celsius begrenzt wird.

Angesichts dieser hohen Ziele hat sich die Europäische Union unter anderem dazu verpflichtet die Energieeffizienz der Gemeinschaft bis zum Jahr 2020 um 20 % zu erhöhen.

Dabei stellen technologiegetriebene Innovationsprozesse essentielle Rahmenbedingungen für die Erhöhung der Energieeffizienz dar, um dem ökologieinduzierten Emissionsreduktionsbedarf des spezifischen Energieverbrauchs Rechnung zu tragen.¹⁷ Hierbei liegt der Fokus insbesondere auf den Technologien mit der höchsten Treibhausgas- und Energieeffizienz sowie effizienten Substituten, alternativen Herstellungsprozessen, dem Einsatz regenerativer Energieträger sowie moderner CCS-Technologien¹⁸.

In seinen Schlussfolgerungen vom 20. Februar 2007 betonte der Europäische Rat, dass die EU entschlossen ist, Europa in einen in hohem Maße energieeffizienten Wirtschaftsraum mit niedrigem Treibhausgasausstoß umzuwandeln.¹⁹

Der politische Umbruch des Jahres 1989 rief in den ehemaligen Staaten des kommunistischen Ostblocks einen enormen politischen und wirtschaftlichen Reformprozess hervor, welcher auch heute noch nicht abgeschlossen ist. Mit der Aufnahme der Republik Polen 2004 und Rumäniens 2007, um an dieser Stelle zwei Transformationsländer exemplarisch anzuführen, in die Europäische Union (EU) sind diese Staaten nun fast vollständig in den europäischen Binnenmarkt integriert. Die gemeinsame Währung stellt eines der letzten Hindernisse dar.

Gleichzeitig lässt sich immer noch ein enormer Nachholbedarf in wesentlichen staatspolitischen, ökonomischen und damit auch energie- und umweltrelevanten Handlungsfeldern feststellen.

Die Identifikation des Ausmaßes dieses Nachholbedarfes ist jedoch mit hohen Unsicherheiten der Prognose behaftet, da eine Datenverzerrung auf Grund der Übernahme von Aufga-

¹⁶ Beschluss 94/69/EG des Europäischen Rates vom 15.12.1993.

¹⁷ Die Ökologie lässt demnach keine Zeit für die notwendigen Reduktionen, ein zielführendes Handeln ist demnach so schnell als möglich gefordert.

¹⁸ CCS = carbon capture and storage; Verfahren der Abscheidung und Speicherung von Treibhausgasen.

¹⁹ EU (2008) S. 3.

ben aus den ehemaligen Planwirtschaften der Transformationsländer resultiert und somit die Abgrenzung der Handlungsfelder auch durch damit einhergehende sozioökonomische Einflussfaktoren beeinflusst wird.

Ein weiteres enorm wichtiges Handlungsfeld ist die Unterzeichnung eines Nachfolgeabkommens der internationalen Staatengemeinschaft, welches klare neue Emissionsreduktionsziele für die einzelnen Staaten quantifiziert und eine verstärkte Einbeziehung weiterer Staaten in die nach 2012 auslaufende Kyoto-Regelung impliziert.

Die 194 Vertragsstaaten der UN-Klimakonferenz im dänischen Kopenhagen vom Dezember 2009²⁰ waren leider nicht in der Lage, weder ein völkerrechtlich verbindliches Abkommen, noch im Rahmen der Selbstverpflichtung der Industrieländer eine Halbierung der CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2050 zu vereinbaren. Zu unterschiedlich waren die Interessen, Standpunkte und Verhandlungspositionen der anwesenden Länder, welche sich nicht ausreichend berücksichtigt fanden. Das zentrale Abschlussdokument, der „Copenhagen Accord“²¹, ist rechtlich nicht bindend, enthält aber als Minimalkonsens erstmals das konkrete Ziel, die Erderwärmung auf weniger als 2°C²² zu begrenzen.

Dies bedeutet, dass die Treibhausgasemissionen im Verhältnis zu 1990 um mindestens 80 bis 95 Prozent vermindert werden müssen, wobei konkrete Zahlen zur Emissionsminderung fehlen. Wie dieses Ziel erreicht werden soll und welcher zeitliche Fahrplan für das weitere Vorgehen zugrunde liegt, bleibt offen. Die Industriestaaten (Annex-I-Staaten) trugen Ende Januar 2010 ihre jeweiligen Reduktionsziele bis zum Jahr 2020 in den Anhang I des „Copenhagen Accord“ ein. Zur Einhaltung dieser Selbstverpflichtungen soll, ebenso wie die finanzielle Unterstützung von armen Ländern, den Richtlinien der Vertragsstaatenkonferenz entsprechend, international eine Überwachung stattfinden. In dem alle zwei Jahre anzupassenden Anhang II des „Copenhagen Accord“ sollen die Nicht-Industriestaaten ihre Aktivitäten zur Verringerung der Erderwärmung eintragen. Deren Einhaltung wird durch diese selbst überwacht und die Ergebnisse müssen den Vereinten Nationen mitgeteilt werden. Von den Industriestaaten finanzierte Maßnahmen werden aber, wie die eigenen Maßnahmen der Industriestaaten, international überwacht. Der Europäische Rat einigte sich darauf, dass ab 2010 bis zum Auslaufen des Kyoto-Protokolls im Jahre 2012 insgesamt 7,2 Milliarden Euro freiwillige Finanzhilfen zur langfristigen Finanzierung von Klimaschutz in den Entwicklungs-

²⁰ UN-Klimakonferenz (2010) 15. Conference of the parties (COP-15) der UN-Klimarahmenkonvention am 02.01.10 <http://en.cop15.dk/>; Müschen, K. (2010).

²¹ Der Copenhagen Accord ist das zentrale Abschlussdokument der UN-Klimakonferenz in Kopenhagen 2009., vgl.: UN-Klimakonferenz (2010a) am 02.01.10 auf <http://unfccc.int/2860.php>.

²² Zur Herleitung des 2-Grad Zieles s. Schellnhuber, J. (2009); so ist die Erreichung in erster Linie eine zeitkritische Herausforderung – die Reduktionspfade pro Jahr bedeuten bei einem Beginn im Jahr 2011. 3,7 %, in 2015 5,3 % und in 2020 9 %; wenn das 2-Grad Ziel erreicht werden soll. S. Abbildung 3.

ländern bereitgestellt werden. Davon werden unter anderem Großbritannien 1,33 Milliarden und Deutschland sowie Frankreich je 1,26 Milliarden Euro zur Verfügung stellen.²³

Auf der sich anschließenden 16. UN-Klimakonferenz (COP-16), welche Ende 2010 in Mexiko stattfinden wird, soll der in Kopenhagen gescheiterte Versuch fortgesetzt werden, ein rechtlich verbindliches Nachfolgeabkommen für das Kyoto-Protokoll zu beschließen.

2 Problemstellung

Das globale Energie-Szenario, gekoppelt mit einer signifikanten Zunahme der anthropogenen Umweltbelastungen, hat sich in den letzten Jahren deutlich zugespitzt:

Die zunehmende Nachfrage nach Energie in den Schwellenländern und die damit verbundenen Mehr-Emissionen von CO₂ können nach Berechnungen der International Energy Agency im Jahr 2030 zu einem Ansteigen des Weltenergieverbrauchs um 40%, im Vergleich zu 2007, und zu weltweiten CO₂-Emissionen von über 40 Milliarden Tonnen im Jahr 2030, im Vergleich zu 28,8 Milliarden Tonnen im Jahr 2007, führen.²⁴

Globale Märkte, der zusammenwachsende europäische Energiemarkt sowie die Reduktionsverpflichtungen hinsichtlich der Treibhausgasemissionen lassen nationale energie- und umweltpolitische Alleingänge nicht mehr zu, ohne Wettbewerbsverzerrungen zu Lasten der europäischen Wirtschaft zu riskieren. Auf Grund dessen, dass alle europäischen Staaten von einer steigenden Importabhängigkeit von Energie aus den außereuropäischen Energieangebotsstaaten geprägt sind, gewinnt die Beantwortung der Frage nach den Potentialen einer intensivierten energiewirtschaftlichen Zusammenarbeit der Bundesrepublik Deutschland und insbesondere den Staaten Ost- und Südosteuropas hinsichtlich Versorgungssicherheit, Energieeffizienz und rationeller Energieanwendung zunehmend an Bedeutung²⁵.

Die künftige Energieversorgung wird des Weiteren durch den erhöhten Import von Primärenergieträgern bestimmt sein, wobei sich die Preis- und Mengenrisiken auf Grund der politischen und wirtschaftlichen Instabilität der Importregionen verschärfen werden und daher eine Diversifizierung des Energiemix in Richtung LNG²⁶ oder die Erhöhung von Energieimporten aus den europäischen Nachbarländern mit Langfristverträgen zu erwarten ist. So wird beispielsweise Russland in der Mitte des 21. Jahrhunderts zum Nettoimporteur von Gas- und Ölprodukten werden, was in Bezug auf die derzeitige ökonomische Ausrichtung dieser

²³ Europäische Kommission – Vertretung in Deutschland (2009a) Nr. 43 S. 1-2.

²⁴ ZfK (2009) S. 4.

²⁵ Die Staaten Ost- und Südosteuropas sind in erster Linie aufgrund des Ausbaus gemeinsamer Energienetze, gemeinsamer Wirtschaftsmärkte und aufgrund der mit den Kooperationen einhergehenden politischen Stabilisierungsprozesse bedeutsam.

²⁶ LNG (engl.) liquefied natural gas, Flüssigerdgas.



Weltmacht auf eben diese Industrien einen grundlegenden Strukturwandel und basale Reformen impliziert. Derzeit machen diese Sektoren etwa 50 % des Gesamtanteils im Bereich der Wirtschaftssektoren aus, wodurch die nur geringe ökonomische Diversifizierung unterstrichen wird.²⁷

Als Folge von Markthemmnissen, welche eine flächendeckende Anwendung von energiesparenden Technologien und rationeller Energieverwendung verzögern, gibt es heute in den Staaten Osteuropas und Mittelasiens ein enormes wirtschaftliches und ökologisches Potential zur Verbesserung der Energieeffizienz. So beträgt beispielsweise die Endenergieintensität der Republik Kasachstan heute noch annähernd mehr als das Vierfache der Bundesrepublik Deutschland.²⁸

Unter den Industriestaaten nimmt Deutschland in Bezug auf die Energieeffizienz damit einen Platz in der Spitzengruppe ein und verzeichnete für den Zeitraum 1990 bis 2005 eine durchschnittliche Verringerung des spezifischen Energieverbrauchs um 1,8 % p.a.²⁹ Auf der anderen Seite bieten die flexiblen Mechanismen des Kyoto-Protokolls, Joint Implementation und Clean Development Mechanism,³⁰ adäquate Möglichkeiten, um durch Energieeinsparungen und folglich Emissionsminderungen in anderen Staaten eine Steigerung der Energieeffizienz zu generieren. So sieht auch die Europäische Kommission in ihrem „Aktionsplan zur Verbesserung der Energieeffizienz in der Europäischen Gemeinschaft“ den Einsatz von Maßnahmen zur Neuorientierung und Intensivierung vorhandener erfolgreicher Gemeinschaftsmaßnahmen mit dem Ziel der Verbesserung der Energieeffizienz vor.³¹

Vergleicht man die Energieeffizienz in Deutschland mit der weltweiten Energieeffizienz, so lässt sich zwar in der deutschen Industrie ein doppelt so hoher Wert³² feststellen, jedoch sind dies eher bescheidene Energieeffizienzanteile, wenn man berücksichtigt, dass die Industrialisierung bereits rund 250 Jahre fort dauert. Betrachtet man die neuen EU-Mitgliedsländer, welche im Jahr 2004 der EU beitraten, so sind hierbei Werte zu verzeichnen, welche zirka

²⁷ Zagorskij, A. (2009): nach seiner Auffassung bedingt die notwendige Strukturreform der Wirtschaft privatwirtschaftliche Eigentumsverhältnisse, Innovationsförderung und die Einbindung in den globalen Handel, d.h. in die WTO.

²⁸ Prof. Dr. B.Lochmann, Professor an der Deutsch-Kasachischen Universität Almaty am 24.05.2006 in Zittau.

²⁹ Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2006), S. 36f.

³⁰ Vgl. Art. 6 des Kyoto Protokolls 1997.

³¹ Vgl. EU (2007) „An Energy Policy for Europe“.

³² die Energieeffizienz in Deutschland liegt bei ca. 30 % (weltweit bei etwa 15 %), die Exergieeffizienz bei ca. 15 % (weltweit nur wenige %). Exergieeffizienz ist hier definiert als der Quotient aus der erzeugten Elektroenergie bezogen auf die Summe der eingesetzten Brennstoffmengen und deren Exergienteilen.

das 1,5 –fache des deutschen Intensitätswertes, als Maßgröße für die Energieeffizienz, annehmen.³³

Dabei kann die politische Rahmensetzung sehr wohl Einfluss auf die Erhöhung der Energieeffizienz nehmen, wie ein Benchmarking zu Japan zeigt.

Die japanische Wirtschaft benötigt 0,11 Tonnen Erdöläquivalente, während in Deutschland zur Erzielung von einem Dollar BIP noch 0,18 Tonnen Erdöläquivalente notwendig sind. Die Bundesregierung hat sich daher das Ziel gesetzt die Energie-Effizienz bis zum Jahr 2020 zu verdoppeln.³⁴

Das Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung schätzt allein das Einsparpotential für die Druckluft- und Vakuumerzeugung in der deutschen Industrie auf 30 Prozent, was in etwa einem Drittel des jährlichen Stromverbrauches der Deutschen Bahn AG entspricht.³⁵

Die oben stehenden Ausführungen machen deutlich, dass die Steigerung der Energieeffizienz als vordergründige Maßnahme zu betrachten ist und hierbei dem Industriebereich eine Schlüsselfunktion zukommt, um weitere Sektoren, wie den Verkehrssektor und die privaten Haushalte, ebenfalls für Effizienzsteigerungen zu sensibilisieren.

3 Zielsetzung der Arbeit

Dem entscheidungsorientierten Ansatz der Betriebswirtschaftslehre folgend soll in der vorliegenden Arbeit ein entscheidungsrelevantes Modell zu Investitionen in Energieeffizienz entlang der Wertschöpfungskette hergeleitet werden. Dabei sind zunächst die theoretischen Grundlagen zum Stand der Forschung in diesem Bereich zu erarbeiten sowie die in der gegenwärtigen Praxis zu beobachtenden Rahmenbedingungen des Handels mit Emissionszertifikaten zu diskutieren und deren unmittelbare Folgen für die Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes, als tragendes Element des Wirtschaftssektors in Deutschland, aufzuzeigen.

Einen wesentlichen Aspekt der Erhöhung der Energieeffizienz stellt der Residualfaktor in Form des technischen Wandels dar, wonach die verbesserten Kenntnisse über Energietechnologien und deren Integration in den Markt über entsprechende Innovationsgelegenheiten, wie Umweltprobleme, steigende Energiepreise oder auch das Wagnis von Unternehmern, zu einer Erhöhung der Effizienz führen.³⁶ Dies wiederum erfordert eine sinnstiftende und gezielte, an verbindliche Ziele geknüpfte, Förderung der Forschung und Entwicklung, welche sich

³³ Vgl. Die Energiewirtschaften Mittel- und Osteuropas“ Nr. 4/02 -1/03, S.48.

³⁴ Vgl. Die Welt (2006a).

³⁵ Vgl. Die Welt (2006).

³⁶ Vgl. Erdmann, G. (1992), S. 276f.



im politischen und wirtschaftlichen Europa an gleichen Grundsätzen orientieren sollte. Durch eine solche gemeinschaftliche Anstrengung im Bereich der Energieträger-, Erzeugungs-, Umwandlungs- und Sicherheitsforschung können die Synergieeffekte optimal genutzt werden.

Hierbei bieten die neuen Mitgliedsstaaten der Europäischen Union erhebliche Potentiale im Bereich der Energieeffizienzverbesserungen, insbesondere im Sektor der Industrie und der Energieversorgung, wo veraltete Anlagen mit geringen Wirkungsgraden gegen technologisch verbesserte ausgetauscht werden müssen.

Die Entscheidung für Energieeffizienzinvestitionen (ENEFFTECH-Investition) ist durch divergierende Grenzvermeidungskosten von CO₂ determiniert. Aufgrund dieser international divergierenden Grenzvermeidungskosten gilt es die Lieferkette mit ganzheitlichem Fokus durch die Bildung von Lieferantennetzwerken als strategischen Wertschöpfungspartnerschaften zu stärken. Dabei ist das Instrument des Joint Implementation (JI) im Rahmen des Supply Chain Managements vor allem für kleine und mittlere Unternehmen zu operationalisieren.

Die Arbeit verfolgt den Anspruch ein Entscheidungsmodell zu entwickeln, welches insbesondere KMU dabei unterstützt die gesetzten Klimaschutzziele zu erfüllen und ungenutzte Energieeffizienzpotentiale zu identifizieren und zu heben. Mit der Ausweitung des Europäischen Emissionshandels sowie der zukünftigen Knüpfung von steuerlichen Entlastungen der Unternehmen an die Implementierung von Energiemanagementsystemen ab dem Jahr 2013 werden wesentliche zusätzliche Einflussfaktoren erweitert.

Vor dem Hintergrund der genannten Erhöhung der umweltpolitischen Anforderungen an Unternehmen durch den Emissionshandel besteht Bedarf hinsichtlich der Entwicklung einer Methodik, um Bereiche und Unternehmen der Lieferkette für derartige Energieeffizienzinvestitionen zu identifizieren und Investitionsentscheidungen vorzunehmen.

Den vorangegangenen Ausführungen folgend steht im Kern dieser Arbeit die These, dass die Erhöhung der Energieeffizienz kurzfristig die kostengünstigste und schnellste Methode zur Reduzierung des Verbrauchs- und Emissionswachstums darstellt.³⁷

Die Erweiterung des Supply Chain Managements um den Aspekt der Energieeffizienz ermöglicht eine nachhaltige Stärkung der Wertschöpfungspartnerschaft. Der bisherige Stand der Forschung zum Supply Chain Management mit Konzentration auf Finanz- und Materialströme unter Zeit und Qualitätsgesichtspunkten wird in der vorliegenden Arbeit um den Bereich der Investitionsentscheidungen in Energieeffizienz entlang der wertschöpfenden Lieferkette erweitert.

³⁷ Vgl. dazu; Amtsblatt der Europäischen Union (2006) Richtlinie 2006/32/EG Abs. 3; IEA (2007) S. 3; Laumann (2005) S. 194, Walz (1997) merkt jedoch treffend an, dass auf Grund von Ersatzinvestitionszyklen der Anlagen und Maschinen die Potentiale der Energieeffizienz nicht binnen weniger Jahre zu realisieren sind. Allerdings stellt die Energieeffizienz gegenüber Substitutionsmaßnahmen der Energieerzeugung -und Nutzung die zeitlich am kurzfristigsten zu realisierende Option dar.



Der ursprüngliche Ansatz des Fokus auf die Wertschöpfungskette, wie ihn PORTER (1985) formulierte, verfolgt die inner- und überbetriebliche Planung und Steuerung von Material-, Finanz- und Informationsströmen entlang der gesamten Wertschöpfungskette.³⁸

Dabei wird mit Hilfe einer durchgängigen Planung und Optimierung der Beschaffungs-, Produktions- und Distributionsprozesse zwischen allen Beteiligten (Lieferanten, Herstellern, Logistikdienstleistern, Händlern und Kunden) das Ziel verfolgt, Effizienzsteigerungen und Wettbewerbsvorteile zu generieren.

Im Rahmen dieser Arbeit soll nunmehr gezeigt werden, wie sich der Ansatz erweitern und auf eine Energieeffizienz erhöhende sowie Emissionen reduzierende Orientierung der Wertschöpfungskette beziehen lässt.

Mit einer solchen Koordination geht auch die Ausweitung des Informationsflusses innerhalb der Wertschöpfungskette einher. Es müssen folglich Mechanismen entwickelt werden, welche eine geeignete Identifizierung, Erfassung, Verarbeitung, Bewertung und Weitergabe entscheidungsrelevanter Daten ermöglichen. Die Arbeit soll weiterhin einen Beitrag dazu leisten, die unternehmensübergreifende strategische Zusammenarbeit zu unterstützen. Durch ein praxisgerechtes Entscheidungsmodell, welches die oben genannten Entscheidungsfolgen berücksichtigt, soll dieses operationalisierbar gestaltet werden.

Bisher sind keine Entscheidungssysteme verfügbar, welche die erwähnten Themenstellungen ganzheitlich aufgreifen und operationalisierbar gestalten.

³⁸ Zum Ansatz der Wertschöpfungskette s. Porter, M. (1985), VDI, Corsten (2008), Melzer-Ridinger (2007).



4 Wissenschaftstheoretische Fundierung und Methodischer Aufbau der Arbeit

4.1 ZUR WISSENSCHAFTLICHEN FUNDIERUNG DER ARBEIT

In der wissenschaftstheoretischen Auseinandersetzung lassen sich bezüglich der Gestaltbarkeit ökonomischer Resultate durch politische oder private Akteure zum einen der konstruktive Rationalismus, zum anderen der kritische Rationalismus, als Grundhaltungen zur Erklärung von transformationsinduzierten Prozessen identifizieren.³⁹

Aus der Sicht des kritischen Rationalismus folgt jede Art wissenschaftlicher betriebswirtschaftlicher Praxisberatung dem gleichen Muster in Gestalt der problemorientierten Umkehrung von Kausalketten in Mittel-Zweck-Relationen beziehungsweise zweckbezogene Prognosen.⁴⁰

Der konstruktive Rationalismus geht auf der anderen Seite von der exakten Kenntnis der Ziel-Mittel-Relationen seitens der Entscheidungsträger aus, wodurch die ökonomischen Resultate durch die strukturelle Gestaltung beeinflusst werden können.

In Bezug auf die Problematik der vorliegenden Arbeit würde dies bedeuten, dass die exakte Steuerung des Transformationsprozesses in punkto der Erhöhung der Energieeffizienz möglich wäre, wenn alle geeigneten Energieeffizienztechnologien und deren Interdependenzen bekannt wären.

Dieser Ansatz stellt die Grundlage der so genannten „Schocktherapie“ dar, welche zu Beginn des Transformationsprozesses in einigen Ländern jedoch angewandt wurde, nicht immer mit den gewünschten Effekten.⁴¹

Nach Einschätzung des Autors ist diese genaue Kenntnis der Ziel-Mittel-Relationen aufgrund der Individualität, Komplexität und Neuartigkeit der Transformationsprozesse in den einzelnen Transformationsländern vielmehr Anspruch, als Wirklichkeit. Die individuellen Kenntnisse und Präferenzen der Entscheidungsträger hinsichtlich der Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz differieren und lassen keine allgemeingültigen Schlüsse in Bezug auf die Ausübung der Handlungsoptionen zu.

Demnach stellen Lerneffekte und die Erfahrungstransformation zentrale Ansatzpunkte für ein Konzept zur Entscheidungsunterstützung in Bezug auf die Anwendung von Energieeffizienztechnologien dar.

³⁹ Vgl. Reichhardt, M. (1995) S. 15 f.

⁴⁰ Bretzke, W. (1980) S. 25.

⁴¹ S. Juchler, J. (2002) in Gabanyi und Schroeder (2002), S. 295.



Der in der Forschung verbreitete Falsifikationismus von Karl Popper⁴² beschreibt die Aufgabe der Wissenschaft das Wissen zu widerlegen und durch gehaltvollere Theorien zu einem Erkenntnisgewinn beizutragen. Danach sollen sich Aussagen durch strenge (empirische), mehrfache Prüfungen der Theorie bewähren.⁴³

Ein Erkenntnisfortschritt tritt demnach durch Falsifikation, also die Fehlersuche innerhalb bestehender Theorien, ein. Die Korrektur dieser Fehler führt letztlich zu besseren Theorien, welche jedoch wiederum einer Falsifikation als stetigem Prozess unterliegen.

Im Rahmen dieses Prozesses wird ein immer höheres Wissensniveau erreicht. Damit verbunden ist auch die Steigerung der Wahrheitsnähe von Theorien, welche durch gehaltvollere Theorien, also bessere Erklärungen für Sachverhalte, gekennzeichnet ist.

Als gehaltvoller wird eine Theorie betrachtet, die einen höheren Informationsgehalt, in Form der Menge der Aussagen, welche durch die Theorie ausgeschlossen werden, aufweist, als dies bei der bestehenden Theorie der Fall ist.

Hierbei wird akzeptiert, dass die Ziel-Mittel-Zusammenhänge nur begrenzt bekannt sind und deren Kenntnis im Sinne des „Versuch-Irrtum-Ansatzes“⁴⁴ über die Lerneffekte erweitert werden kann. Dieser Erkenntnisgewinn ließe sich durch erfolgreiches Handeln als wahr nachweisen und beschreibt damit die Zielrichtung des Methodischen Konstruktivismus in dessen Ansatz.⁴⁵

Die bereits erwähnten Merkmale der Ziel-Mittel-Zusammenhänge lassen jedoch die Anwendung des kritischen Rationalismus, als deduktivem Ansatz, im Rahmen der Entscheidungsfindung in Bezug auf Energieeffizienztechnologien nahe liegender erscheinen, als dies beim Methodischen Konstruktivismus in seiner Absolutheit der Fall ist. Im nachfolgenden Kapitel wird jedoch verdeutlicht, dass die Anwendung der abduktiven Hypothesengenerierung zielführend ist.

⁴² Popper, K. (2002), S.211 f.

⁴³ Vgl. Brühl, R. (2006) S. 595 f.

⁴⁴ Vgl. Clapman / Grote (1991) S. 11 in Reichhardt, M. (1995) S. 16.

⁴⁵ „Wahrheit ist Erfolg im Handeln“ Janich / Hartmann (1996).

Die Herangehensweise zur Generierung des Erkenntnisgewinnes beschreibt die nachstehende These:

Der Klimawandel ist eine Herausforderung von globaler Bedeutung. Transformationsländer weisen ein großes Potential, insbesondere im Bereich der Energieeffizienzsteigerungen auf, welches genutzt werden muss, um dieser Herausforderung wirkungsvoll entgegenzutreten zu können. Der Emissionshandel und seine Umsetzung über die flexiblen Mechanismen, ist ein marktbasierter Ansatz, dessen Anwendung in kleinen und mittelständischen Unternehmen durch die vergleichsweise hohen Transaktionskosten, bisher nur unzureichend realisiert wird. Andererseits nimmt das Supply Chain Management insbesondere in operativen Prozessen einen hohen Stellenwert ein und kann auf strategische Optionen, wie Investitionen in Energieeffizienztechnologien, übertragen werden.

Hierzu bedarf es eines kombinatorischen Entscheidungsschemas, welches dazu beiträgt die auftretenden Transaktionskosten zu reduzieren und dem Entscheidungsträger eine fundierte Grundlage für Entscheidungsprozesse im Rahmen des Supply Chain Managements generiert.

In der nachstehenden Abbildung 4 werden die Forschungsgegenstände der Dissertation dargestellt und der jeweilige wissenschaftliche Theorieansatz zugeordnet.

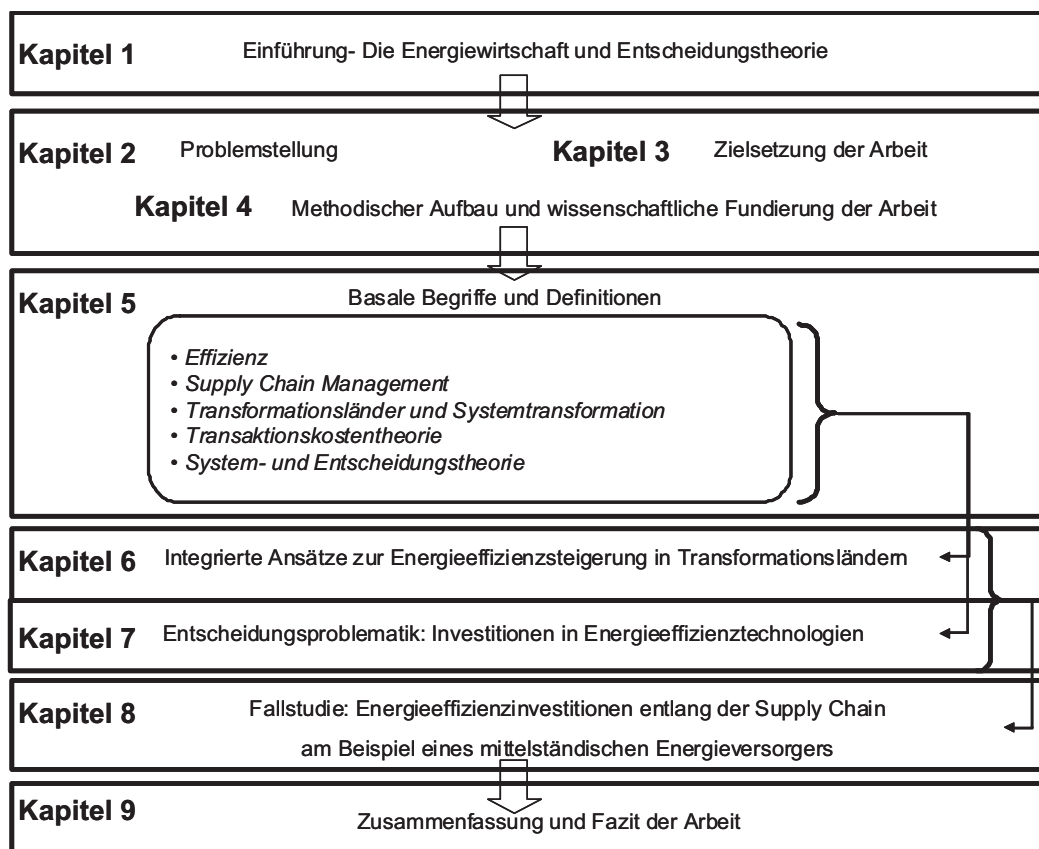


Abbildung 4 Struktur der Arbeit

Quelle: Eigene Darstellung

Die grau hinterlegten Bestandteile der Abbildung 4 stellen die expliziten Untersuchungsgegenstände im Rahmen der Arbeit dar, welche in den nachfolgenden Kapiteln erläutert werden. Der globale Klimawandel ist dabei primär der Ausgangspunkt für die Herausarbeitung der Forschungslücke und die daraus abgeleiteten Ansätze, um diese Lücke zu schließen. Hierbei erfolgt jedoch keine basale Darstellung der naturwissenschaftlichen Grundlagen des Klimawandels, da dies dem Umfang der Arbeit und der vordergründigen Themenstellung nicht gerecht würde. Vielmehr wird der Klimawandel als Tatsache angenommen und akzeptiert, sodass der Fokus auf eine Erweiterung des Supply Chain Managements um strategische Investitionsentscheidungen und der Ableitung eines Entscheidungsmodells für den Emissionshandel gelegt wird. Hierbei wird insbesondere dem Umstand Rechnung getragen, dass der Emissionshandel als zentrales Element internationalen Klimaschutzstrategien ausgeweitet werden soll und daher zunehmend kleine und mittlere Unternehmen mit diesem umweltpolitischen Instrument konfrontiert werden, woraus folglich eine praktische Nachfrage für eine derartige Entscheidungshilfe nahe liegend ist.

4.2 AUFBAU DER ARBEIT UND BEITRAG ZUM WISSENSCHAFTLICHEN ERKENNTNISFORTSCHRITT

Die vorliegende Arbeit besteht aus fünf Teilen und ist in acht Kapitel untergliedert. Teil A der Arbeit stellt die Konzeption der Arbeit über eine Einführung in die Problemstellung, die Zielsetzung sowie die methodische und wissenschaftstheoretische Fundierung der Arbeit vor.

Das Phänomen des globalen Klimawandels bildet die Basis für die Überlegungen im Rahmen dieser Arbeit. Der Klimawandel wird daher als tatsächlich existent angenommen, sodass mit Hilfe dieser Arbeit ein bescheidener Beitrag zur Bewältigung dieser Herausforderung geleistet werden soll. Zum einen ist die Steigerung der Energieeffizienz ein zentrales Element im Prozess jeglicher Klimaschutz – und Klimafolgenanpassungen,⁴⁶ zum anderen gilt es Entscheidungsträger bei diesem Prozess zu begleiten und Instrumente bereitzustellen, die eine adäquate Erfüllung der gestellten Klimaziele erreichbar werden lässt. Dies ist insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen essentiell, da sie vielfach nicht über die notwendigen Ressourcen und Kapazitäten zur Entwicklung eigener Instrumente verfügen.

Der theoretische Bezugsrahmen wird in Teil B über die Definition und Erläuterung von basalen Begriffen und einbezogenen Theorieansätzen vorgestellt. Neben grundlegenden Erläuterungen zu den Treibhausgasen und deren klimawirksamen Effekten wird hierbei insbesondere auf die Energieeffizienz und das Supply Chain Management eingegangen. Das Supply Chain Management liefert hierbei Ansätze zum Umgang mit einer wohlstrukturierten Entscheidungssituation bei Unsicherheit in Bezug auf die unternehmensübergreifende Datenbereitstellung und Informationsweitergabe.

In Kapitel 5.6 dieser Arbeit wird auf die Transformationstheorie eingegangen, welche eine wesentliche Grundlage für das zu entwickelnde Entscheidungsmodell darstellt. Mit Exkursen zu den Transformationsprozessen in Polen (Kapitel 5.6.3) und Rumänien (Kapitel 5.6.4) werden die in diesen Ländern stattfindenden Prozesse erläutert und die Energieeffizienzpotentiale in diesen Ländern, stellvertretend für eine Reihe weiterer Transformationsländer, aufgezeigt.⁴⁷

Die Transaktionstheorie (Kapitel 5.7) und die System- und Entscheidungstheorie (Kapitel 5.8) sind ebenfalls Bestandteil des Teils B der Arbeit.

⁴⁶ Vgl. Hennicke, P. et. al. S. 27, Schmid, C. (2004) S. 26; WBGU (2005) S. 126, WBGU (2007) S. 216; Schellnhuber, H.-J., Rahmstorf, S. (2007) S. 105, Oberthür, S. et. al. (2000) S. 43, S. 49, S. 85; Frenz, W. (2008) S. 639.

⁴⁷ Die Auswahl der Länder Polen und Rumänien greift beispielhaft die Anforderung an die Arbeit auf, dass sowohl ein bereits im Transformationsprozess fortgeschrittenes Land (Polen), als auch ein Land, welches noch größere Anstrengungen zu unternehmen hat (Rumänien), erläutert werden.



Den Ansätzen zur Energieeffizienzsteigerung und Emissionsreduktion ist auf Grund ihrer Bedeutung und zentralen Position in dieser Arbeit ein eigenständiger Teil C mit dem Kapitel 6 gewidmet.

In Teil D werden die vorgestellten Theorieansätze, für die Anwendung auf die konkrete Zielstellung der Entwicklung eines Entscheidungsmodells zur Steigerung der Energieeffizienz durch Investitionen entlang der Wertschöpfungskette, zusammengeführt. Dabei erfolgen in Kapitel 7 vorbereitende Ausführungen, um insbesondere Aussagen auf Branchenebene ableiten zu können und die Beschreibung eines empirisch basierten Anwendungsfalles durch die Fallstudie zum entwickelten ENEFFTECH-Entscheidungsmodell in Kapitel 8. Im Rahmen einer empirischen Analyse werden vielschichtige Investitionsoptionen betrachtet, welche vergleichsweise geringe Investitionskosten und damit einhergehende CO₂-Vermeidungskosten aufweisen und eine kritische Alternativenmenge für die modellbasierte Entscheidungsfindung generieren. Die dem Modell zugrunde liegenden Emissionsfaktoren basieren auf empirischen Erhebungen des Umweltbundesamtes und bilden die Grundlage für die Bewertung der Wirksamkeit der Investitionen hinsichtlich ihres Treibhausgasreduktionspotentials. Bei der Auswahl der Alternativen wurde besonders auf die Erfassung möglichst aller Querschnittsbereiche geachtet, um die Verallgemeinerungsfähigkeit des Entscheidungsmodells der Fallstudie sicher zu stellen.

Die Schlussbetrachtungen und der Verweis auf den weiteren Forschungsbedarf erfolgen in Kapitel 9 des Teils E der Arbeit.

Den Ausgangspunkt zur Herausarbeitung des Erkenntnisfortschrittes bildet die Generierung einer erklärenden Hypothese mit Hilfe des abduktiven Vorgehens nach vier Feststellungen. Demnach ist erstens die *Energieintensität* entlang der Supply Chain (Wertschöpfungskette) *in den Ländern Mittel- und Osteuropas (MOE)* im Branchenvergleich *um ein Vielfaches höher*, als bei deutschen Endproduzenten. Divergierende Grenzvermeidungskosten können zur Realisierung von Energieeffizienzpotentialen beitragen. Zweitens stellt *Anwendung von Marktmechanismen*, in Gestalt der projektbasierten Kyoto- Mechanismen, eine Möglichkeit dar, um dem globalen Fokus der Ressourcenschonung durch die *Realisierung von Effizienzsteigerungen* gerecht zu werden. Drittens *limitieren* die mit den Marktmechanismen verbundenen *Transaktionskosten (TAK) rationale Entscheidungen* in Bezug auf Energieeffizienzinvestitionen. Als viertes kann festgestellt werden, dass *TAK*, welche bei der Umsetzung der projektbasierten Mechanismen generiert werden, sich *reduzieren* lassen, indem die Realisierung der *Energieeffizienzpotentiale entlang der Supply Chain* erfolgt.

Abduktiv ergibt sich aus diesen Feststellungen die Hypothese, dass Transaktionskosten über die Erweiterung des Supply Chain Managements um den Aspekt der Energieeffizienz eine nachhaltige Stärkung der Wertschöpfungspartnerschaft ermöglicht gesenkt werden können.



Der bisherige Stand der Forschung zum Supply Chain Management mit Konzentration auf Finanz- und Materialströme unter Zeit und Qualitäts Gesichtspunkten wird um den Bereich der Investitionsentscheidungen in Energieeffizienz entlang der wertschöpfenden Lieferkette erweitert. Es erfolgt demnach eine Weiterentwicklung der Transaktionskostentheorie über die strategische Untersuchung der Supply Chain. Im Rahmen der Arbeit erfolgt die Falsifikation dieser Hypothese.

Der Erkenntnisfortschritt dieser Arbeit soll in der Erweiterung der Transaktionskostentheorie im Hinblick auf das Supply Chain Management, unter Berücksichtigung strategischer Investitionsentscheidungen in Energieeffizienztechnologien, liegen. Hierbei wird der bewährte bisherige Ansatz des operativen Supply Chain Managements um den strategischen Fokus von energetischen Investitionen entlang der Wertschöpfungskette erweitert und eine Fundierung über die Transaktionskostentheorie dargelegt. Darüber hinaus erfolgt die kritische Auseinandersetzung mit den verfügbaren Theorieansätzen im Bereich der Entscheidungstheorie und der Erhebung von relevanten Daten. Das Ziel besteht demnach in der Entwicklung einer gehaltvolleren Theorie, wie dies der kritische Rationalismus als wissenschaftstheoretische Methodik anstrebt. Gleichzeitig werden praktische Aspekte in Bezug auf statistische Erfassungen und lieferkettenübergreifende Kooperationsansätze betrachtet und weiterentwickelt.

Der forschungstheoretische Ansatz der vorliegenden Arbeit ist in den Bereich der Marktmechanismen einzuordnen und tangiert interdisziplinär die Transformations- und Transaktionskostentheorie sowie die Ingenieurwissenschaften im Bereich der Energieeffizienztechnologien.

Die Interdisziplinarität der Arbeit wird durch die Abbildung 5 unterstrichen, wobei auf die staatlichen Einflussmöglichkeiten zur Senkung der CO₂-Emissionen eingegangen wird und der Bezug zur vorliegenden Dissertation hergestellt wird.

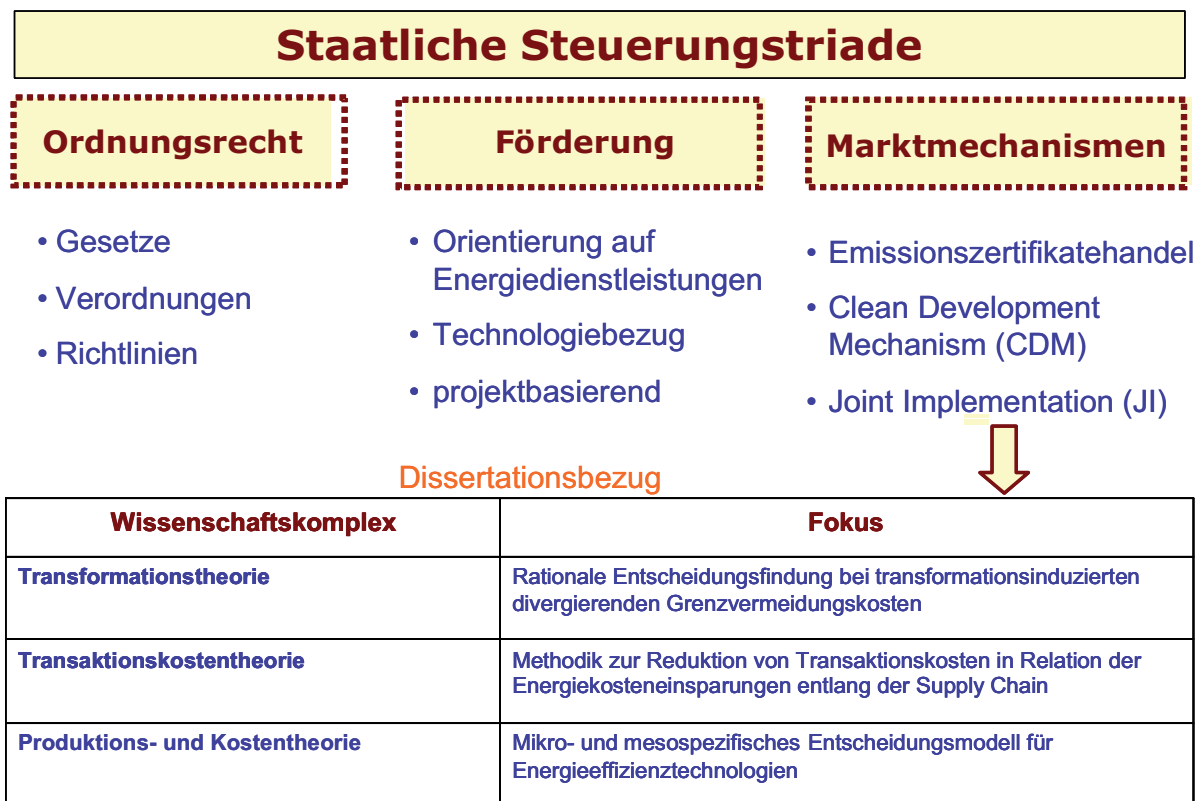


Abbildung 5 Staatliche Steuerungstriade

Quelle: Eigene Darstellung

Die vorliegende Arbeit untersucht, wie rationale Entscheidungsfindungen in Transformationsländern katalysiert werden können, indem durch den Fokus auf die internationale Wertschöpfungskette Synergieeffekte zwischen den Unternehmen genutzt und in deren Folge die Transaktionskosten für Investitionsentscheidungen in energieeffiziente Technologien und Prozesse zur Erfüllung der Emissionsreduktionen gesenkt werden können.

Der Autor konzentriert sich dabei hauptsächlich auf das Wirken der Marktmechanismen und legt den Fokus der Dissertation auf die Transformationstheorie sowie die Ingenieurwissenschaften. Die Transaktionskostentheorie, als Erklärung für Entscheidungen der handelnden Subjekte in Bezug auf die zu erbringenden Emissionsreduktionen, stellt eine theoretische Basis der Arbeit dar und wird im Kapitel 5.7 erläutert.



Die Managementlehre⁴⁸ untersucht die relevanten Vorgänge, welche mit der Führung von Organisationen zusammenhängen. Als anwendungsorientierte Realwissenschaft mit expliziter Ausrichtung auf Wertschöpfungsprozesse untersucht das Supply Chain Management die unternehmensbezogene Lieferkette. In der vorliegenden Arbeit liegt hierbei der Schwerpunkt auf den Wertschöpfungsprozessen entlang dieser Lieferkette, welche mit dem Verbrauch von Ressourcen und Energie korrelieren. Es scheint demnach möglich, dass ein derartiger Lieferkettenfokus, neben operativen Prozessen, wie der Produktion, der Logistik oder dem gemeinsamen Vertrieb und Marketing auch auf strategische Aspekte, wie beispielsweise Investitionsentscheidungen übertragen werden kann. Dabei basiert diese Arbeit auf der klassischen Theorie des Supply Chain Managements und entwickelt diese, in Bezug auf strategische Investitionsentscheidungen im Allgemeinen und Investitionen in Energieeffizienzmaßnahmen im Speziellen, weiter.

Der Schließung, der in diesem Bereich offensichtlich existierenden Forschungslücke versucht die vorliegende Arbeit durch den Erkenntniszuwachs beizutragen.

Mit Hilfe einer empirisch basierten Fallstudie in Kapitel 8 werden die abgeleiteten Erkenntnisse einer kritischen Prüfung unterzogen und es wird beispielhaft dargestellt, wie das zu entwickelnde Entscheidungsmodell in seiner praktischen Anwendung wirken kann. Dabei erweist sich das „Werkzeug Fallstudie“ gegenüber Fragebögen oder Umfragen in der Hinsicht als wirkungsvoller, als das spezifische Annahmen⁴⁹ getroffen werden können, um das Lösungsschema transparent darzustellen.

⁴⁸ Staehle, W.; Conrad, P.; Sydow, J.(1999) S. 71f; Staehle, W. (1992). S. 66 f.

⁴⁹ Wie z. B. hinsichtlich der angewandten Investitionsalternativen und Konfigurationen der Wertschöpfungskette, etc.

Einen Gesamtüberblick zur Konzeption der Arbeit liefert die folgende Abbildung 6.

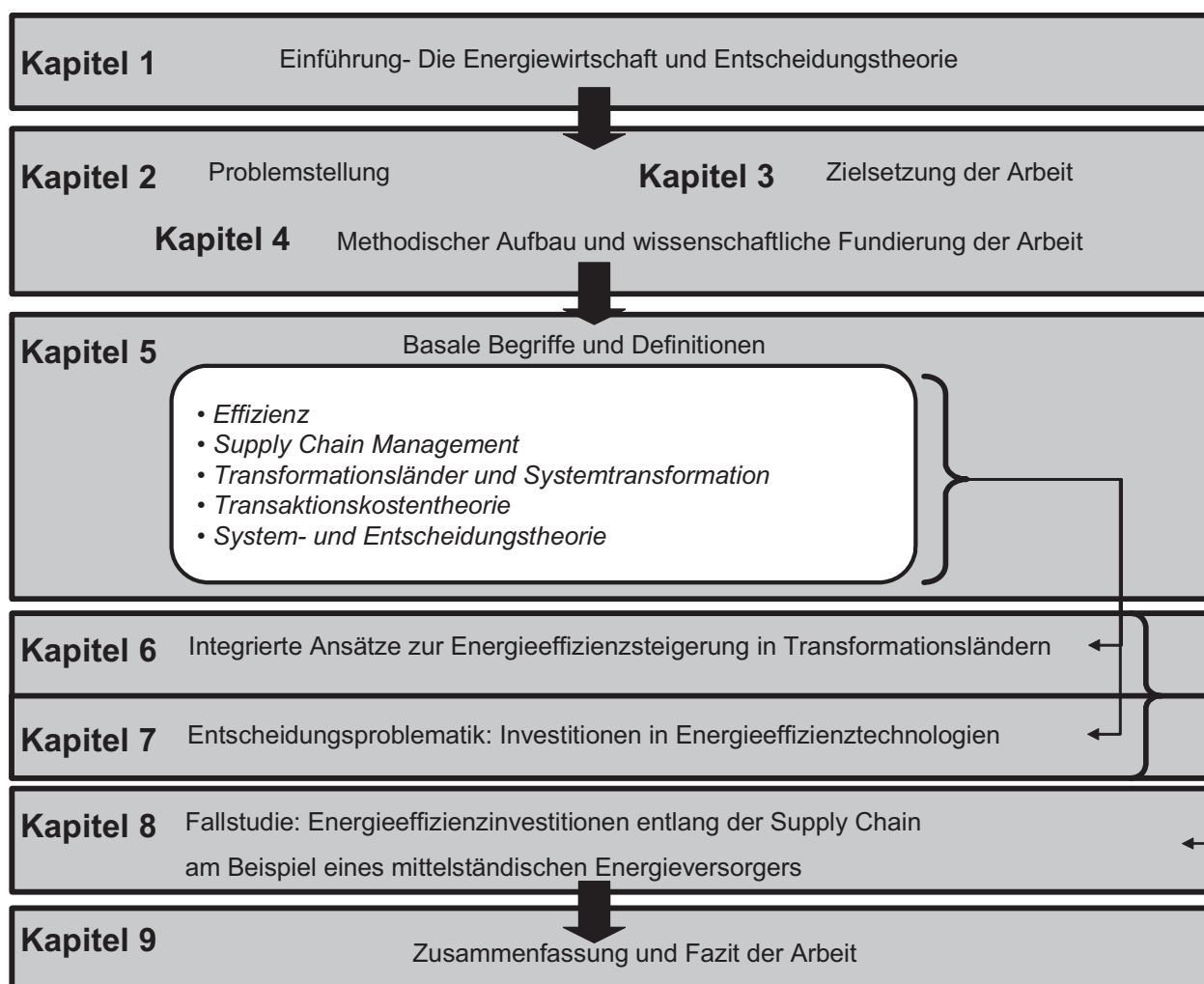


Abbildung 6 Konzeption der Arbeit

Quelle: Eigene Darstellung

Allen genannten und an dieser Stelle nicht explizit erwähnten Autoren ist nach Recherche des Autors, welche keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt, gemein, dass bisher keine wissenschaftlich fundierte Konzeption des technologischen Energieeffizienz-Transfers entlang der Supply Chain in dieser Form vorliegt.



Teil B Theoretischer Bezugsrahmen

5 Basale Begriffe und Definitionen

5.1 KOHLENSTOFFDIOXID UND ANDERE TREIBHAUSGASE⁵⁰

Die Klimawirksamkeit von Gasen beruht auf dem Wechselspiel von atmosphärischen Ausprägungen wie Strahlungshaushalt und Zusammensetzung der Atmosphäre einerseits und molekularen Eigenschaften von Atomen und Molekülen hinsichtlich der Absorption von Strahlung andererseits. (Natürliche) Treibhausgase sind damit solche Gase, welche vorwiegend die langwellige Strahlung der Erde absorbieren. Hierzu gehören Wasserdampf (H₂O), Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Stickoxid (N₂O) und Ozon (O₃).

Als wichtigstes Treibhausgas ist Kohlendioxid (CO₂) als ein farbloses, unbrennbares, geruchsloses Gas bekannt. Es entsteht bei der natürlichen und anthropogen verursachten Verbrennung von Kohlenstoff und Kohlenstoff enthaltenden Verbindungen und ist in erster Linie ein Stoffwechselprodukt von Menschen, Tieren und Pflanzen. In Verbindung mit Wasser ist es löslich und gilt aufgrund seiner Temperaturbeständigkeit als energetisch stabilstes Gas im natürlichen Kohlenstoffkreislauf.

Die atmosphärische Absorption der langwelligen Ausstrahlung der Erde ist deutlich stärker als die der kurzwelligen Einstrahlung durch die Sonne. Ohne diese Reaktion wäre ein Treibhauseffekt nicht möglich.

Tabelle 1 klimawirksame Effekte von Treibhausgasen

Gas	Beitrag zum natürlichen Treibhauseffekt	
	in °C	in %
H ₂ O	20,6	62
CO ₂	7,2	22
O ₃	2,4	7
N ₂ O	1,4	4
CH ₄	0,8	2,5
Weitere	~0,6	2,5
	33	100

Quelle: Schönwiese, C. (1995) S. 135

Alle energetischen Vorgänge sind räumlich und zeitlich variabel sowie stark abhängig von der Wellenlänge der Strahlung und von Veränderungen in der Zusammensetzung der Atmosphäre.

⁵⁰ die nachstehenden Ausführungen basieren im Wesentlichen auf Vorträgen und Diskussionen im Rahmen der Potsdamer Klimakonferenz 2010 in Berlin.



Natürliche Treibhausgase absorbieren vorwiegend die langwellige Strahlung. Die Bedeutung einer Zunahme natürlicher und anthropogener Treibhausgase liegt darin, dass deren Absorptionsspektren sich mit so genannten atmosphärischen Fenstern überlagern, in denen bislang nicht oder nur im geringen Maße langwellige Strahlung absorbiert wird.

Nachfolgend zeigt Tabelle 2 die Treibhausgaspotenziale (Global Warming Potential - GWP) von natürlichen und anthropogenen Treibhausgasen in Relation zu CO₂. Während CO₂ demnach ein GWP von 1 besitzt, liegt es bei Schwefelhexafluorid (SF₆) bei 22.800, bezogen auf einen Zeitraum von 100 Jahren.

Die Ermittlung der spezifischen Emissionen in Unternehmen erfolgt über den Einsatz der Brennstoffe im Rahmen betrieblicher Prozesse.

Die Primärdaten für diese Berechnungen entstammen amtlichen und halbamtlichen Statistiken, Forschungsberichten sowie Modellrechnungen. Es erfolgt eine Normierung der diversen Treibhausgase auf deren CO₂-Äquivalent, wodurch die Grundlage für die Aktivitäten im Rahmen des Emissionshandels gebildet wird.

Tabelle 2 Treibhausgaspotenziale natürlicher und anthropogener Treibhausgase

Industrial Designation or Common Name (years)	Chemical Formula	Lifetime (years)	Radiative Efficiency (W m ⁻² ppb ⁻¹)	Global Warming Potential for Given Time Horizon			
				SAR [†] (100-yr)	20-yr	100-yr	500-yr
Carbon dioxide	CO ₂	See below ^a	^b 1.4x10 ⁻⁵	1	1	1	1
Methane ^c	CH ₄	12 ^c	3.7x10 ⁻⁴	21	72	25	7.6
Nitrous oxide	N ₂ O	114	3.03x10 ⁻³	310	289	298	153
Substances controlled by the Montreal Protocol							
CFC-11	CCl ₃ F	45	0.25	3,800	6,730	4,750	1,620
CFC-12	CCl ₂ F ₂	100	0.32	8,100	11,000	10,900	5,200
CFC-13	CClF ₃	640	0.25		10,800	14,400	16,400
CFC-113	CCl ₂ FCClF ₂	85	0.3	4,800	6,540	6,130	2,700
CFC-114	CClF ₂ CClF ₂	300	0.31		8,040	10,000	8,730
CFC-115	CClF ₂ CF ₃	1,700	0.18		5,310	7,370	9,990
Halon-1301	CBrF ₃	65	0.32	5,400	8,480	7,140	2,760
Halon-1211	CBrClF ₂	16	0.3		4,750	1,890	575
Halon-2402	CBrF ₂ CBrF ₂	20	0.33		3,680	1,640	503
Carbon tetrachloride	CCl ₄	26	0.13	1,400	2,700	1,400	435
Methyl bromide	CH ₃ Br	0.7	0.01		17	5	1
Methyl chloroform	CH ₃ CCl ₃	5	0.06		506	146	45
HCFC-22	CHClF ₂	12	0.2	1,500	5,160	1,810	549
HCFC-123	CHCl ₂ CF ₃	1.3	0.14	90	273	77	24
HCFC-124	CHClF ₂ CF ₃	5.8	0.22	470	2,070	609	185
HCFC-141b	CH ₃ CCl ₂ F	9.3	0.14		2,250	725	220
HCFC-142b	CH ₃ CClF ₂	17.9	0.2	1,800	5,490	2,310	705
HCFC-225ca	CHCl ₂ CF ₂ CF ₃	1.9	0.2		429	122	37
HCFC-225cb	CHClF ₂ CClF ₂	5.8	0.32		2,030	595	181
Hydrofluorocarbons							
HFC-23	CHF ₃	270	0.19	11,700	12,000	14,800	12,200
HFC-32	CH ₂ F ₂	4.9	0.11	650	2,330	675	205
HFC-125	CHF ₂ CF ₃	29	0.23	2,800	6,350	3,500	1,100
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	14	0.16	1,300	3,830	1,430	435
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	52	0.13	3,800	5,890	4,470	1,590
HFC-152a	CH ₃ CHF ₂	1.4	0.09	140	437	124	38
HFC-227ea	CF ₃ CHFCF ₃	34.2	0.26	2,900	5,310	3,220	1,040
HFC-236fa	CF ₃ CH ₂ CF ₃	240	0.28	6,300	8,100	9,810	7,660
HFC-245fa	CHF ₂ CH ₂ CF ₃	7.6	0.28		3,380	1030	314
HFC-365mfc	CH ₃ CF ₂ CH ₂ CF ₃	8.6	0.21		2,520	794	241
HFC-43-10mee	CF ₃ CHFCF ₂ CF ₃	15.9	0.4	1,300	4,140	1,640	500
Perfluorinated compounds							
Sulphur hexafluoride	SF ₆	3,200	0.52	23,900	16,300	22,800	32,600
Nitrogen trifluoride	NF ₃	740	0.21		12,300	17,200	20,700
PFC-14	CF ₄	50,000	0.10	6,500	5,210	7,390	11,200
PFC-116	C ₂ F ₆	10,000	0.26	9,200	8,630	12,200	18,200

Quelle: Forster et al (2007) S. 212

Als Haupteinflussfaktor für das Treibhausgaspotenzial von Gasen gilt, neben der atmosphärischen Lebensdauer, die Aufnahmemöglichkeit von Strahlung, welche durch vorhandene Spektralbereiche definiert wird. Durch seinen hohen Anteil in der Atmosphäre deckt Kohlenstoffdioxid bereits einen Großteil seiner molekular bedingten Spektralbereiche vollständig ab. In den Bereichen, in denen bislang atmosphärische Fenster bestehen, können hingegen neu

eingebraachte Treibhausgase wesentlich effektiver Strahlung absorbieren. So würde eine Verdopplung der CO₂-Konzentration von 250 auf 500 ppm in der Atmosphäre die Treibhausgaserwärmung in geringerem Maße erhöhen, als ein Anstieg von 1 auf 4 ppm bei Methan generieren würde. Damit wird aber auch deutlich, dass es bei einer Zunahme von Treibhausgasen zu Sättigungen in der Atmosphäre kommen kann.

Der CO₂-Gehalt der Atmosphäre ist räumlichen und zeitlichen Schwankungen unterworfen. Einflussfaktoren ergeben sich aus den Stoffströmen des Kohlenstoffkreislaufes und sind z. B. die Photosyntheseaktivitäten, die Land- und Flächennutzung oder anthropogene Verbrennungsvorgänge.

Im Unterschied zu anderen Luftschadstoffen, wie Stickstoff oder Schwefeldioxid, verursacht CO₂ keine unmittelbar sichtbaren Schäden. Maßnahmen zur Schadensbegrenzung haben daher höhere gesellschaftliche Akzeptanzgrenzen zu überwinden, als dies bei konventionellen Maßnahmen, wie der Bekämpfung des sauren Regens, der Fall ist.⁵¹

Allerdings ist Kohlendioxid (CO₂) das bei weitem bedeutendste Klimagas. Bezogen auf die gesamten Treibhausgas-Emissionen betrug der CO₂-Anteil 2008 rund 88 %.⁵²

Zu 60 % werden diese anthropogenen Emissionen durch Ozeane und Biosphäre wieder gebunden. Das theoretische Aufnahmepotential der Ozeane liegt wesentlich höher, aber durch die Trägheit des Transports von der Atmosphäre in die Ozeane (Tiefsee, Sedimente) sind natürliche Grenzen gesetzt. Die Abgabe von atmosphärischem CO₂ an die Ozeane dauert im Durchschnitt sieben bis acht Jahre.

Die Ermittlung des CO₂-Gehaltes der Atmosphäre erfolgt heute durch die Untersuchung von Einschlussverbindungen im ewigen Eis (Arktis: bis -150.000 Jahre; Antarktis: bis ca. -500.000 Jahre). Aus der Analyse von Eisbohrkernen ist ersichtlich, dass während der letzten 400.000 Jahre die Konzentration an CO₂ in der Luft immer zwischen ca. 180 ppm in Eiszeiten und 280 ppm in Warmzeiten schwankte. Dieser Trend änderte sich mit Beginn der Industrialisierung und der zunehmenden Nutzung fossiler Brennstoffe (Kohle, Öl, Gas) zur Energiegewinnung. Das vorindustrielle Niveau wird für 1750 mit 280 ppm angegeben, aktuell liegt der Anteil bei etwa 389 ppm Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre.⁵³

Wenngleich die Klimaentwicklung bei einer langfristigen Analyse relativ homogen erscheint, so zeigt die nähere Untersuchung des Klimas im Quartär (-1,5 Mio. Jahre bis heute) kurzfristige Variationen (z. B. Kalt- und Warmzeiten), deren anthropogene Ursache von der Mehrheit der Klimawissenschaftler bestätigt wurde.

Die vorangegangenen grundlegenden Ausführungen zu den Treibhausgasen und deren Auswirkungen auf das globale Klima machen deutlich, dass der effizientere Umgang mit den natürlichen Ressourcen und möglichst geringe Emissionen dieser Treibhausgase evident

⁵¹ Heins, B. Hillebrand, B. (2002) S. 13-15.

⁵² Umweltbundesamt (UBA) (2010) am 17.03.2010.

⁵³ NOAA (2010) am 17.03.2010.

sind. Eine Reduzierung von CO₂ ist bislang nur durch Effizienzsteigerungen, also über die Substitution durch Kapital erreichbar, welche sich in Energieeinsparungen, beispielsweise mit besserer Wärmedämmung oder aufwändigerer Motorentechnik, erzielen lässt. Darüber hinaus kann diese Reduktion nur über die Substitution von kohlenstoffreichen durch kohlenstoffarme- bzw. freie Energieträger erreicht werden.⁵⁴ Diese Feststellungen unterstreichen die Notwendigkeit der Entwicklung von Instrumenten zur Erfüllung der eben genannten Ziele. Durch deren Realisierung in der unternehmerischen Praxis wird den Nachhaltigkeitskriterien, hinsichtlich der ökonomischen, ökologischen sowie sozialen Aspekte Rechnung getragen.

5.2 DER EFFIZIENZBEGRIFF

Die Diskussion über Definitionen und Begriffe⁵⁵ lässt keine weitreichenden Erkenntnisgewinne über diese zu. Daher ist eine Konzentration über die inhaltliche Aussagekraft und die Erschließung des theoretischen Kontexts, in welchem die Definitionen Anwendung finden, evident.

Als Endenergie wird in der Literatur die in den einzelnen Sektoren nutzbare Sekundärenergie, aber auch Primärenergie, wie z. B. Erdgas, bezeichnet, welche zur Deckung ihres jeweiligen Bedarfes notwendig wird.⁵⁶ Beispielhaft sei an dieser Stelle die elektrische Energie angeführt, wobei die Transformations- und Übertragungsverluste die für den Endverbraucher zur Verfügung stehende Menge an Endenergie reduzieren und damit die Effizienz beeinflussen.⁵⁷

Im Allgemeinen wird der Effizienzbegriff im Sinne von Wirksamkeit, Wirtschaftlichkeit, Wirkungsgraddefinitionen sowie Leistungsfähigkeitsbetrachtungen verwendet.⁵⁸ Dabei wird von einer präferenzorientierten Relation des Nutzens im Verhältnis zum Aufwand, mit welchem dieser Nutzeneffekt generiert wird, ausgegangen.

Der Effizienzbegriff hat sowohl eine technische, als auch eine ökonomische (allokative) Komponente. So unterscheidet vor allem die englischsprachige Literatur zusätzlich in technische Effizienz. Darunter wird der geringere Einsatz von Inputs zur gleichen beziehungsweise höheren Outputmenge in einem Unternehmen im Vergleich zu einem anderen Unternehmen

⁵⁴ Heins, B. Hillebrand, B. (2002) S. 13.

⁵⁵ Siehe Popper (1973, S. 338): „Man sollte stets die Diskussionen von Begriffen meiden. Was uns wirklich interessiert, sind Tatsachenprobleme oder, mit anderen Worten, Probleme bezüglich Theorien und ihrer Wahrheit“.

⁵⁶ Vlg. Kraus, M. (2004); Lexikon der Energiewirtschaft, S. 68.

⁵⁷ Vlg. Bockhorst, M. (2002); ABC Energie, S. 267.

⁵⁸ Diekmann et. al. (1999) S. 16 f.



verstanden.⁵⁹ Die divergierenden Prozesse lassen jedoch keinen rein technisch orientierten Effizienzvergleich zu, folglich ist eine ökonomisch-induzierte Analyse im Sinne der Produktion eines gegebenen Outputs zu den geringsten Kosten essentiell.

Danach spricht man von Effizienzsteigerungen, wenn eine gegebene oder höhere Outputmenge zu geringeren Kosten produziert wird. Dies ist in der Regel auf Skaleneffekte (economies of scale and scope) sowie technischen Fortschritt und Innovationen über einen längeren Zeitraum zurückzuführen.

MAIER-RIGAUD mahnt jedoch zu Recht an, dass aufgrund der Verschiebung der Nachfragestruktur durch die Erhöhung des verfügbaren Einkommens die Nachfrage nach energieintensiven Gütern und der Einsatz energieverbrauchender Geräte steigen.⁶⁰

Demnach ist die Bewertung der Energieeffizienzsteigerung in erster Linie auf Basis spezifischer monetärer bzw. physikalischer Relationen des Energieverbrauches substantiell.

Eine Übersicht zu den Effizienzbegriffen entsprechend der divergierenden Anwendungsbereiche und Typen wird in Tabelle 3 ersichtlich.

Für die vorliegende Arbeit werden in erster Linie die Definitionen 1, 7 und 8 der Tabelle 3 zu Grunde gelegt, wonach die physikalische Effizienz (1) unter Berücksichtigung der für das Unternehmen relevanten Transaktionskosten (7) und unter Einbeziehung der Internalisierung externer Kosten (8)⁶¹ in den Fokus der Untersuchungen gestellt wird.

Diese Definitionen umfassen die Anwendungsbereiche der vorliegenden Arbeit und erscheinen daher geeignet die Erhöhung der Energieeffizienz durch Investitionen entlang der Wertschöpfungskette differenziert zu beschreiben.

⁵⁹ Khemani, R.S. (2002) S. 41.

⁶⁰ Maier-Rigaud (1997) S. 131 f.

⁶¹ Die verursachergerechte Zurückführung und monetäre Bewertung externalisierter Umweltkosten ist ein Bestandteil der Umweltkostenrechnung, vgl. Krcmar, H. et. al. (2000) S. 175.

Tabelle 3 Taxonomie von Effizienzbegriffen

Typ		Konzept oder Definition	Gruppe oder Disziplin	Anwendungsbereiche	Mängel
(1)	1. Gesetz Effizienz	Der Energietransfer einer gewünschten Art durch ein System geteilt durch die für den Betrieb des Gerätes oder Systems eingesetzte Energie.	Physiker, Ingenieure, Techniker	Vergleich der Leistung von Geräten und Systemen	Technisch: Bezug auf Geräteleistung statt Aufgabenerfüllung. Allgemein: keine Einbeziehung ökonomischer oder anderer sozialer Faktoren
(2)	2. Gesetz Effizienz	Das theoretische Minimum verfügbarer Arbeit, das für eine gegebene Aufgabe benötigt wird, geteilt durch die tatsächlich verfügbare Arbeit, die zur Erfüllung der Aufgabe eingesetzt wird.	Physiker, Ingenieure, Techniker	Technologieanalyse	Als technischer Indikator ideal, als allgemeiner Indikator keine Einbeziehung ökonomischer oder anderer sozialer Faktoren
(3)	Mikroökonomik I: Paretoeffizienz	Es gibt keine möglichen Nutzenverteilungen, in denen jeder zumindestens nicht schlechter gestellt ist und mindestens eine Person besser gestellt ist als bei der bestehenden Verteilung.	Neoklassische Ökonomen	Analyse von öffentlichen Politikprogrammen	Insoweit Preise vorgegeben und Märkte als vollkommen angesehen werden. Vernachlässigung von Externalitäten, Transaktionskosten und institutionellen Strukturen.
(4)	Mikroökonomik II: Kosteneffizienz	Die interne Verzinsung einer Investition ist höher als der Kalkulationszins des Investors.	Unternehmer	Analyse von Investitionsoptionen	Insoweit Preise als vorgegeben angesehen werden. Vernachlässigung von Externalitäten und institutionellen Strukturen.
(5)	Makroökonomik Energieeffizienz I	Der gesamte Energieverbrauch einer relevanten Wirtschaftseinheit geteilt durch den ökonomischen Output dieser Einheit.	Energiepolitik - analytiker, Energieökonom	Maximierung marktmäßiger ökonomischer Aktivitäten je Einheit des Energieverbrauchs	Vernachlässigung inter- und intrasektoralen Wandels sowie von Externalitäten. Beachtung des BSP anstatt Energiedienstleistungen und sozialer Wohlfahrt
(6)	Makroökonomik Energieeffizienz II	Der gesamte Energieverbrauch einer relevanten sozialen Einheit geteilt durch die Höhe der sozialen Wohlfahrt oder des nachhaltigen Einkommens.	Bisher nicht verwendet, obwohl von einigen Ökologen vorgeschlagen	Maximierung der sozialen oder ökonomischen Wohlfahrt je Einheit des Energieverbrauchs	Schwierigkeiten der Operationalisierung sozialer Wohlfahrt und nachhaltigen Einkommens
(7)	Institutionelle Effizienz	Institutionen sind so strukturiert, dass die Transaktionskosten minimiert werden.	Institutionenökonomie	Transaktionen, die begrenzt oder ausgeschlossen sind, durch hohe Transaktionskosten	Insoweit Preise als gegeben betrachtet werden. Vernachlässigung von Externalitäten
(8)	Paretoeffizienz einschl. externer Effekte	Mikroökonomische Effizienz I ergänzt um Monetarisierung externer Effekte	Aufsichtsbehörden von EVU, einige Energieökonom, Emissionshandelsstellen	Auswahl von Angebotsoptionen für Versorgungsunternehmen und dem Emissionshandel unterliegenden Unternehmen	Insoweit Preise als vorgegeben angesehen werden. Vernachlässigung von Externalitäten und institutionellen Strukturen. Partielle Gleichgewichtsanalyse
(9)	Distributionelle Effizienz	„Moralisch und sozial begründete Verteilungsziele; Preisfestsetzung, um Ziele kosteneffizienz zu erreichen.“	Bisher nicht verwendet, obwohl von einigen Ökonomen und Ökologen vorgeschlagen	Erreichung soziopolitischer Ziele und Förderung des moralischen Diskurs	Erfordert radikale Revision der Rolle der Ökonomik und der Ökonomen.

Quelle: in Anlehnung an Diekmann, J. et. al. (1999), S. 18 f.

5.3 ENERGIE-EFFIZIENZ-INDIKATOREN

Ein Energie-Effizienz-Indikator, auch als Kennzahl bezeichnet, definiert eine Maßgröße, welche den Zusammenhang zwischen einer Aufgabe und der dafür aufgewendeten Energie beschreibt.⁶²

Durch die Angabe von Zahlenwerten in Zähler und Nenner dieser Größe wird die Veränderung der Energieeffizienz konkretisiert.

Derartige Indikatoren helfen als Führungsinstrumente dabei die Komplexität von Zusammenhängen zu reduzieren, das Wichtige vom Unwichtigen zu trennen und aggregierte Informationen objektiv überprüfbar den Entscheidungsträgern bereitzustellen.⁶³

Diese Energie-Effizienz-Indikatoren werden weiter nach ihrem Aggregationsgrad unterschieden, wobei in der Betrachtung sowohl Gerätekomponenten, als auch volkswirtschaftliche Gesamtbetrachtungen vorstellbar sind und dem Energieverbrauch Mengen- oder Wertgrößen als Bezugsgrößen gegenübergestellt werden können.⁶⁴

Unter den Indikatoren wird zwischen absoluten, als Kennzahlen welche einen Zustand oder einen Sachverhalt unmittelbar schildern, und relativen, welche als Verhältniszahlen energie-relevante Größen des Unternehmens in Beziehung setzen, unterschieden. Abbildung 7 zeigt die Arten von Kennzahlen auf.

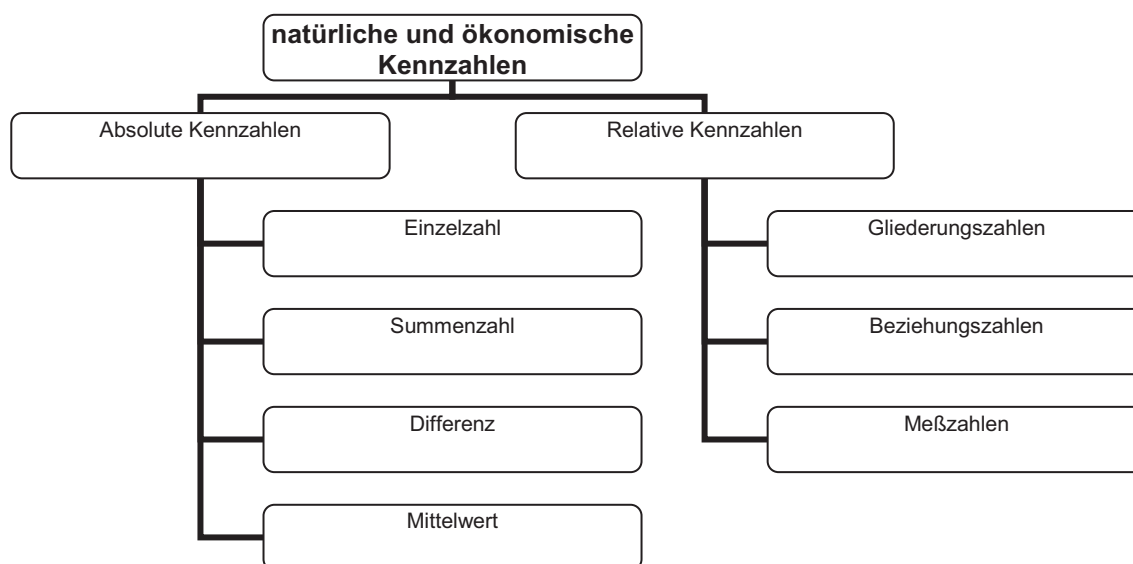


Abbildung 7 Arten von Energieeffizienzkennzahlen

Quelle: in Anlehnung an Krcmar, H. (2000) S. 150

⁶² Vgl. Meyer, S. (2006) S. 26.

⁶³ Vgl. Aichele, C. (2006) S. 172, Glazinski, B. (2004) S. 87.

⁶⁴ Vgl.: Diekmann, J. (1999) S.24.



Dabei stellen natürliche Kennzahlen Indikatoren dar, welche die für Mobilität, Beleuchtung oder Wärme eingesetzte Energie in Relation zu natürlichen Einheiten, wie Personen, Entfernungen oder Mengen setzen. Ökonomische Kennzahlen hingegen setzen die eingesetzte Energie ins Verhältnis zu wirtschaftlichen Berechnungsgrößen oder aggregierten Einheiten, wie beispielsweise das Bruttoinlandsprodukt, Wertschöpfungsgrößen oder Haushalten.

Die absoluten Kennzahlen können als Einzelzahlen (z. B. Stromverbrauch in KWh je Zeitraum), als Summen (z. B. Energieeinsatz aller Energieträger in MWh je Zeitraum), als Differenzen (z. B. Energieeinsparung = Differenz der Verbräuche verschiedener Zeiträume) sowie als Mittelwerte (z.B durchschnittlicher Energieeinsatz pro Tag innerhalb eines Zeitraumes) in monetärer und nicht-monetärer Form, als sogenannte quantitative Informationen ausgedrückt werden und haben eine hohe Aussagekraft auf die tatsächliche Umweltwirkung des Unternehmens.⁶⁵

Relative Kennzahlen setzen dagegen die absoluten Größen des Unternehmens miteinander in Beziehung, ermöglichen damit beispielsweise die rechnerische Bereinigung von Produktionsschwankungen und weisen die Effizienz der eingesetzten Ressourcen aus. Dabei ergeben die Gliederungszahlen, als Teilgrößen ausgedrückt durch Prozentwerte, in ihrer Summe den so genannten „Modal Split“. Beispielhaft seien an dieser Stelle der Anteil des Gasverbrauches am Gesamtenergieverbrauch oder der Anteil von Wertstoffen am Gesamtanteil der Abfälle angegeben.

Die Beziehungszahlen beschreiben insbesondere die Effizienz des Energieeinsatzes und zielen somit auf Emissionsreduktionen und eine Verringerung des Energieverbrauches ab. Diese Effizienz wird dabei mit dem Verhältnis von Inputwerten zu Outputwerten (z. B. CO₂-Emissionen oder Energieverbrauch je Produkt respektive je Tonne hergestelltes Produkt) ausgedrückt.

Als letzte Kategorie setzen sich die Bezugswerte aus dem Verhältnis von Kennzahlen zu bestimmten Bezugsgrößen zusammen. In dieser Arbeit wird dabei in natürliche und ökonomische Kennzahlen unterschieden, wie Tabelle 4 auf der übernächsten Seite darstellt. Im Gegensatz zu den Beziehungszahlen basieren die Bezugswerte nicht auf stoff- beziehungsweise Energieflüssen und müssen daher zusätzlich in das entsprechende Datenmodell eingebracht werden.

Generell geben Energiekennzahlen eine ergänzende Aussage über die Umweltleistung eines Unternehmens respektive der Wertschöpfungskette. Während absolute Kennzahlen die Höhe der CO₂-Emissionen charakterisieren, machen die relativen Kennzahlen bestehende Op-

⁶⁵ Vgl. Günther, E. (2008) S. 333, Fischbach, S. & A. (2006) S. 111, Krcmar, H. (2000) S. 150 f., Burkert, M. (2008) S. 9.

timierungspotentiale deutlich beziehungsweise zeigen sie, ob bereits durchgeführte Energieeffizienzsteigerungen eine positive Wirkung entfalten.

Beispielsweise steigt bei der Erhöhung der absoluten Produktionsmenge auch der absolut eingesetzte Energieeinsatz im Vergleich zum vorherigen Betrachtungszeitraum. Ist aber der Anstieg der Beziehungszahl von eingesetzter Energie und Produktionsmenge geringer, als der Anstieg der absoluten Produktionsmenge, so lässt dies eine Energieeffizienzsteigerung schlussfolgern.

Für die Ermittlung von Wirkungs- und Nutzungsgraden oder Leistungsbeiwerten, welche insbesondere im Bereich der Energieumwandlungsanlagen Bedeutung haben, werden Verbrauchsanteile gemäß der Energieträger, Sektoren, Regionen oder nach Zwecken in einen direkten Bezug gestellt. Derartige Energieverbrauchindikatoren stellen eine wichtige Informationsbasis dar, reichen aber im Allgemeinen für die energiewirtschaftlichen Analysen nicht aus. Im engeren Sinne betreffen die Energie-Effizienz-Indikatoren den Energieeinsatz, der auf eine physische Aktivität, das heißt den Output eines technischen Systems beziehungsweise Gerätes, bezogen wird. Hierbei ist es essentiell, die grundlegenden Systembedingungen zu spezifizieren, sowie eine exakte Angabe der Indikator-Dimension vorzunehmen.

Im Allgemeinen lässt sich feststellen, dass mit steigender Aggregationsebene die Inhomogenität der physischen Aktivitäten zunimmt und somit die Energieeffizienzeffekte nur unzureichend von den Struktureffekten isolierbar werden. Dies lässt sich am Beispiel der Messung von Verkehrsleistungen in der Dimension Tonnenkilometer deutlich machen, da hier nur eine unvollständige Beschreibung der zu transportierenden Güter hinsichtlich der Wege durch Entfernungsangaben erfolgen kann.⁶⁶

Als ökonomische Energie-Effizienz-Indikatoren werden Relationen bezeichnet, welche den Energieverbrauch zu Wertgrößen in Beziehung setzen, wobei dadurch teilweise eine Verwechslung mit den Indikatoren der wirtschaftlichen Effizienz nahe liegt. Je nach der entsprechenden Aggregationsebene stellen z. B. der Umsatz, die Bruttowertschöpfung oder das Brutto sozialprodukt die monetären Bezugsgrößen dar, welche entweder in Wechselkursen oder Kaufparitäten umgerechnet werden, um eine internationale Vergleichbarkeit bei Längs- und Querschnittanalysen sicherstellen zu können.

Die erklärenden Energie-Effizienz-Indikatoren unterstützen die deskriptive Analyse von Umweltzuständen durch Ermittlung der Technologieeffekte auf der Basis von Komponentener-

⁶⁶ ebenda, S. 25.



legungen nach Aktivitäts-, Struktur- und Intensitätseffekten sowie getrennt nach Strom und Brennstoffen.⁶⁷

Mit den oben beschriebenen Energie-Effizienz-Indikatoren lassen sich somit diverse und vielseitig verwendbare Analysen in Bezug auf den Energieverbrauch vornehmen und auf der entsprechenden Aggregationsebene sowie in Bezug auf technische Prozesse oder wirtschaftliche Zusammenhänge beschreiben und bewerten.

Bei der Bildung von Energiekennzahlen kann in natürliche, also Kennzahlen, welche beispielsweise auf physikalische Größen Bezug nehmen, und ökonomische, das heißt Kennzahlen welche wirtschaftliche Aspekte berücksichtigen, unterschieden werden.

⁶⁷ Vgl. Diekmann (1999), S. 309.

Diese Unterscheidung wird durch Klassifizierung anhand der Beispiele in Tabelle 4 verdeutlicht, wobei die Darstellung nicht allumfassend ist und spezifische Kennzahlen stets entsprechend der beabsichtigten Aussagen zu ermitteln sind.

Tabelle 4 Klassifizierung natürliche versus ökonomische Energieeffizienzkennzahlen (EE-Kennzahlen)

natürliche EE-Kennzahlen	ökonomische EE-Kennzahlen
$\frac{\text{GigaJoule (GJ)}}{\text{Kopf Bevölkerung}}$	$\frac{\text{Tonnen – Kohleäquivalente (tce)}}{\text{Value added}}$
$\frac{\text{Tonnen – Kohleäquivalente (tce)}}{\text{Personen – Km}}$	$\frac{\text{TerrawattWh}}{\text{Einheit – BIP}}$
$\frac{\text{TerraJoule (TJ)}}{\text{Tonne – Produkt}}$	$\frac{\text{Gigawattstunden (GWh)}}{\text{Haushalt}}$
$\frac{\text{Tonnen – Öl äquivalente (toe)}}{\text{Tonnen – Km}}$	$\frac{\text{Tonnen – Steinkohleneinheiten (tSKE)}}{\text{Nettowertschöpfung (NWS)}}$

Quelle: Eigene Darstellung

Die Zusammenstellung unterschiedlicher Indikatoren kann bei der Interpretation der Gesamtsituation in Sektoren oder Regionen hilfreich sein, da hierdurch weitergehende Gegenüberstellungen möglich werden, welche in der Folge als Entscheidungsgrundlagen für die Politik beziehungsweise Unternehmen oder auch private Konsumenten dienen. Dabei ist allerdings stets die Grundlage der Indikatoren, im Hinblick auf deren Zusammensetzung und Inhomogenitäten beziehungsweise Inkonsistenzen, zu prüfen, um eine Einschätzung über den Informationsgehalt entsprechend vornehmen zu können.

Eine besondere Eigenschaft von Kennzahlen ist deren zahlenmäßige Beschreibung über mehrere Perioden hinweg. Dies ermöglicht, bei regelmäßiger Ermittlung und Auswertung der Kennzahlen, das frühzeitige Erkennen von gegenläufigen Tendenzen und das Funktionieren als eine Art Frühwarnsystem. Mit Hilfe der Durchführung von Benchmarkings, wie in Kapitel 7.6 beschrieben, können diese Trends und Einschätzungen für die Wertschöpfungspartner der gesamten Supply Chain übernommen werden.

Als weitere Nutzungsformen von Kennzahlensystemen seien an dieser Stelle stellvertretend die Drill-Down-Analyse⁶⁸, der Soll-Ist-Vergleich sowie die Zeitreihenanalyse genannt.⁶⁹

⁶⁸ Dabei werden bei auffälligen und abweichenden Kennzahlen durch eine stetige Konkretisierung mögliche Abweichungen ausfindig gemacht, vgl. Krömer, H. (2000) S. 152.

5.4 UNTERNEHMENSRELEVANTE NORMEN

Der Begriff Norm wird in dieser Arbeit als übergeordneter Ausdruck für Gesetze, Verordnungen, Satzungen und ähnliches verwendet. Wie aus der staatlichen Steuerungstriade (vgl. Abbildung 5 aus Kapitel 3) hervorgeht, bestimmen diese Normen die unternehmerische Praxis und sind Teil der staatlichen Einflußnahme auf Märkte.

Aus der Vielzahl der (internationalen) Normen gilt es für die Unternehmen, die relevanten Vorschriften herauszufiltern, damit einhergehende Pflichten abzuleiten und diese zu erfüllen. Die Relevanz von Gesetzen kann in drei Fälle unterschieden werden:⁷⁰

1. **unmittelbare Relevanz:** Die Norm gilt unmittelbar für alle Unternehmen und alle darin enthaltenen Pflichten sind direkt einzuhalten;
2. **mittelbare Relevanz über Auflage:** Die Genehmigung einer Anlage, eines Objektes oder einer Tätigkeit ist an bestimmte, von der Genehmigungsbehörde festgelegte, Auflagen geknüpft. Diese fußen wiederum auf einer rechtlichen Grundlage (z. B. die Auflage zur Genehmigung einer Anlage, dass diese gemäß §29 BImSchG fortlaufende Emissionsmessungen sicherstellen muss.) Die Norm gilt demnach für ein Unternehmen in einem bestimmten Fall;
3. **bedingte Relevanz:** Erst wenn bestimmte Bedingungen vorliegen (z. B. Überschreitung von Grenzwerten für die CO₂-Emissionen, Zuordnung eines Unternehmens zu einer Branche, welche dem Emissionshandel unterliegt) sind die Pflichten einer bestimmten Norm zu erfüllen (z. B. Einhaltung festgelegter Emissionswerte).

Die Frage nach den Pflichten aus umweltrechtlichen Normen ergibt sich, nachdem die Relevanz eines bestimmten Gesetzes überprüft wurde. Diese Pflichten lassen sich in Gebote, umweltdienliche Nebenpflichten und sonstige Verfügungen differenzieren. Demnach sind Verbote auf ein generelles Unterlassen gerichtet und deren Nicht-Einhaltung am kostenintensivsten⁷¹, während Umweltgebote dem Unternehmen die Pflicht zu einem bestimmten umweltpflichtigen Tun oder Dulden auferlegen und umweltdienliche Nebenpflichten eine Vielzahl von Auskunft-, Anzeige-, Melde- und Sicherungspflichten beinhalten. Die sonstigen Verfügungen umfassen den Widerruf von Genehmigungen, Einschränkungen beim Betrieb von Anlagen oder nachträglich ausgesprochene Verbote.

⁶⁹ Ferner dazu u.a. Fresner, J. et. al. (2009) S. 90, Burschel, C. et. al.(2004) S. 374, Steven, M. et. al.(1997) S. 234, Krcmar, H. (2000) S. 152.

⁷⁰ In Anlehnung an Krcmar, H. (2000) S. 216-217.

⁷¹ Baum, H.-G., et.al. (2007) S. 40.

Daraus resultieren für das Unternehmen konkrete Handlungsvorgaben:

- Bestimmte Handlungen dürfen nicht unternommen werden.
- Grenzwerte dürfen nicht überschritten werden.
- Es müssen Berichte erstellt und Nachweise über bestimmte Abläufe erbracht werden.

Die Relevanz von Umweltnormen für Unternehmen stellt Abbildung 8 zusammenfassend dar.

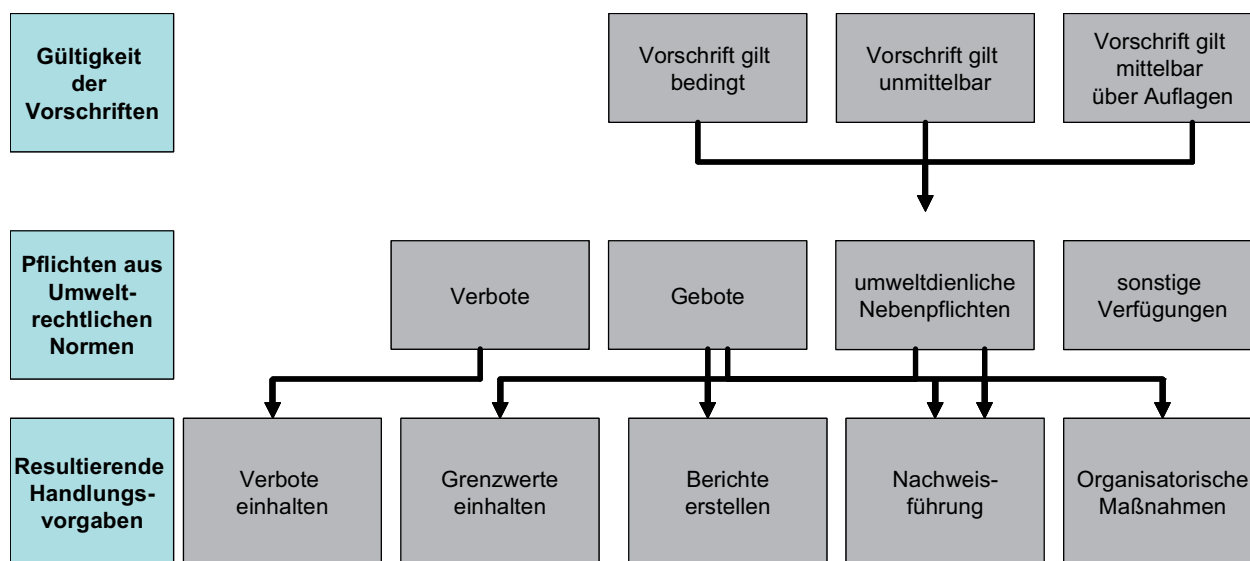


Abbildung 8 Relevanz von Umweltnormen für Unternehmen

Quelle: in Anlehnung an Krcmar, H. et. al. (2000) S. 217

Es ist jedoch nicht unbedingt immer angebracht, über ordnungspolitische Maßnahmen ein bestimmtes unternehmerisches Verhalten zu erzeugen. So kann beispielsweise die Festlegung einer Vorschrift über die Anwendung der „besten verfügbaren Technologie“ zur Vermeidung von schädlichen Umwelteffekten dazu führen, dass die Anreize von Unternehmen zur Entwicklung dieser Technologien sinken. Sobald die neue Technologie verfügbar ist, könnten die Emissionsstandards an diese Technologie angepasst und damit gesenkt werden, was mit zusätzlichen Kosten für die beteiligten Unternehmen verbunden wäre.⁷²

In der unternehmerischen Praxis kommen Energie⁷³- und Umweltmanagementsysteme,⁷⁴ als ökonomische Instrumente der Umweltpolitik,⁷⁵ immer häufiger zum Einsatz, um den gestie-

⁷² Vgl. Jaffe et. al. (1995) S. 14

⁷³ Zum Beispiel nach DIN EN 16001, welche im Aufbau der DIN EN 14001 identisch ist und sich somit leicht in das Umweltmanagementsystem integrieren lässt. Parallel wird auf internationaler Ebene an der ISO-Norm 50001 gearbeitet, welche eine Basis für die Energieeffizienzsteigerungen entlang der Supply Chain sein kann.

⁷⁴ Eine detaillierte Beschreibung der Umweltmanagementsysteme nach der EMAS-Verordnung und ISO 14001 würde den Umfang der Arbeit sprengen, stellvertretend sei an dieser Stelle u.a. auf Kramer, M.



genen Anforderungen hinsichtlich der Belange der Umweltnormen⁷⁶, als auch der Kundenanforderungen gerecht zu werden.⁷⁷

Beispiele aus Finnland zeigen, dass kleine und mittlere Unternehmen innerhalb von zwei Jahren nach Einführung des Energiemanagements zwei Drittel ihrer Einsparpotenziale in Bezug auf den Brennstoffeinsatz erschlossen hatten.⁷⁸ Mit einem Energiemanagementsystem werden die vorhandenen Potentiale zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Senkung von Kosten ermittelt und dokumentiert. Im Ergebnis werden Empfehlungen abgegeben, mit welchen Maßnahmen und zu welchen Kosten Energie eingespart werden kann. Letztendlich dient es der Bewertung des Energieverbrauchs im Unternehmen und der fortlaufenden Verbesserung der Energieeffizienz. Effizienzpotentiale in der Industrie liegen in erster Linie in Produktionsprozessen und Querschnittstechnologien, der Verminderung des Energieeinsatzes durch die Optimierung von Materialströmen, durch energieeffiziente Produktinnovationen und Dienstleistungen sowie durch die Nutzung verhaltensbedingter Einsparpotentiale.

Diese Systeme generieren auf der einen Seite eine Datengrundlage für die Entscheidungen zu Energieeffizienzinvestitionen im Unternehmen und entlang der Supply Chain; andererseits bilden sie auch informationstechnisch über entsprechende Softwarelösungen beziehungsweise Schnittstellen⁷⁹ zur Unternehmenssoftware⁸⁰ eine Basis, die den Aufwand der Entscheidungsvorbereitung deutlich reduziert.

Mit Hilfe der Fallstudie zum ENEFFTECH-Entscheidungsmodell in Kapitel 8 wird auf die praktische Umsetzung der genannten Aspekte eingegangen.

(2003), Lange, C. et.al. (2001); Krinn, H. et.al. (1997); Klüppel, H.J. (2006); Rautenstrauch, C. (1999), Günther, E. (2008), Schwerdtle, H. (1999) verwiesen.

⁷⁵ Große, H. (2003) in Kramer (2003) S. 135.

⁷⁶ Durch den Einsatz von Umweltmanagementsystemen wird auch die Rechtssicherheit beim Betreiben von Anlagen erhöht, Vgl. Nebl, T. (2007) S. 861.

⁷⁷ Krcmar, H. et. al. (2000) S. 25.

⁷⁸ s. Energieagentur NRW (2010)

⁷⁹ bspw. das Referenzmodell ECO-Integral, s. Krcmar, H. (2000).

⁸⁰ Betriebliche Umweltinformationssysteme UMSys, GaBi, s. IDU (2008), Kramer, M. (2003) S. 83f., Rautenstrauch, C. (1999); Beucker, S. (2000).



5.5 THEORETISCHER ANSATZ DES SUPPLY CHAIN MANagements

Das Supply Chain⁸¹ Management stellt die prozessorientierte und integrierte Gestaltung, Planung, Abwicklung und Überwachung von Material-, Informations- und Finanzströmen bezogen auf das gesamte Wertschöpfungsnetzwerk im Zusammenwirken aller beteiligten Partner⁸² mit dem Ziel der Gesamtoptimierung dar.⁸³

Mit der Implementierung des Supply Chain Managements verbinden die am Wertschöpfungsprozess beteiligten Unternehmen in erster Linie folgende Optimierungspotentiale⁸⁴:

- Erhöhung der Prognosegenauigkeit
- Reduktion der Materialbestände
- Senkung der Prozesskosten
- Erhöhung der Liefertreue
- Verbesserung der Kapazitätsauslastung
- Steigerung der Produktivität

Aus den Ausführungen wird ersichtlich, dass sich das Supply Chain Management vor allem auf operative Aspekte bezieht und in erster Linie die Effizienzsteigerung der Lieferkette im Fokus hat.

Die konsistente Anwendung von Supply Chain Management erreicht, dass der Wettbewerb nicht zwischen den einzelnen Unternehmen stattfindet, sondern vielmehr ein Wettbewerb zwischen den einzelnen Wertschöpfungsketten existiert und die unternehmensübergreifende Perspektive vom ersten Vorlieferanten bis zum finalen Endkunden idealtypisch eingenommen werden sollte.⁸⁵

Voraussetzung für den Erfolg dieses Ansatzes ist die Transparenz als kritischer Erfolgsfaktor. Demnach ist eine offenere und stärkere Zusammenarbeit zwischen den Unternehmen und teilweise die Preisgabe geschäftskritischer Informationen essentiell, welche aber für eine ganzheitliche Optimierung der Wertschöpfungskette über die einzelnen Unternehmensgrenzen hinaus anhand von Schnittstellen erforderlich ist.

Diese erforderliche Transparenz ist vielfach der Grund, weshalb das Supply Chain Management noch nicht die starke Verbreitung, vor allem im Mittelstand, gefunden hat. Die mit der globalisierten Wirtschaft verbundenen Anforderungen und international verbindliche umwelt-

⁸¹ In dieser Arbeit wird der Begriff Supply Chain als Synonym für die Lieferkette mit Wertschöpfung verwendet.

⁸² Darunter zählen Lieferanten, Hersteller, Logistikdienstleister, Händler sowie Kunden.

⁸³ Vgl. Corsten, H. (2008) S. 96 f.; Melzer-Ridiger, R. (2007), S. 12f; Werner, H. (2008) S. 5-7; Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP) (2009).

⁸⁴ Montanus, S. (2004) S. 52.

⁸⁵ Melzer-Ridiger (2007) S. 9-10.



politische Maßgaben erfordern jedoch immer stärker die integrative Prozessbetrachtung, um rationelle Entscheidungen treffen zu können. Für den Einsatz des Supply Chain Managements in KMU sind gleichwohl andere Netzwerkstrukturen und Reorganisationskonzepte erforderlich.⁸⁶

Ergänzend zu der operativen Betrachtung der Schnittstellen zwischen den beteiligten Unternehmen, wobei es um die Identifizierung von Verschwendung durch doppelte Prüfungen, Bestände, Kapazitätspuffer sowie Durchlaufzeiten geht, wird mit dieser Arbeit ein Ansatz vorgestellt, der auf strategischer Ebene wirkt.

Dabei erfolgt die Anwendung der ganzheitlichen Sichtweise auf Prozesse, Geschäftsbereiche und Standorte innerhalb von Unternehmen und der gesamten Wertschöpfungskette.

Aus dieser Sichtweise wird die Querschnittsfunktion und prozesskettenorientierte Bewertung dieses Managementansatzes deutlich. Die Betrachtung basiert auf dem Ansatz der Wertschöpfungskette von Michael Eugene PORTER, welche den Gedanken der Integration von Unternehmensaktivitäten und auf das Unternehmensnetzwerk gerichtete Verbesserungspotentiale aufgreift.⁸⁷

⁸⁶ Sommer, P. (2007) S. 268.

⁸⁷ Vgl. Porter, M. (1985), S. 11-15.

Einen Überblick über die diversen Typen von Geschäftsprozessen und den unternehmensübergreifenden Zusammenhängen gibt Abbildung 9.

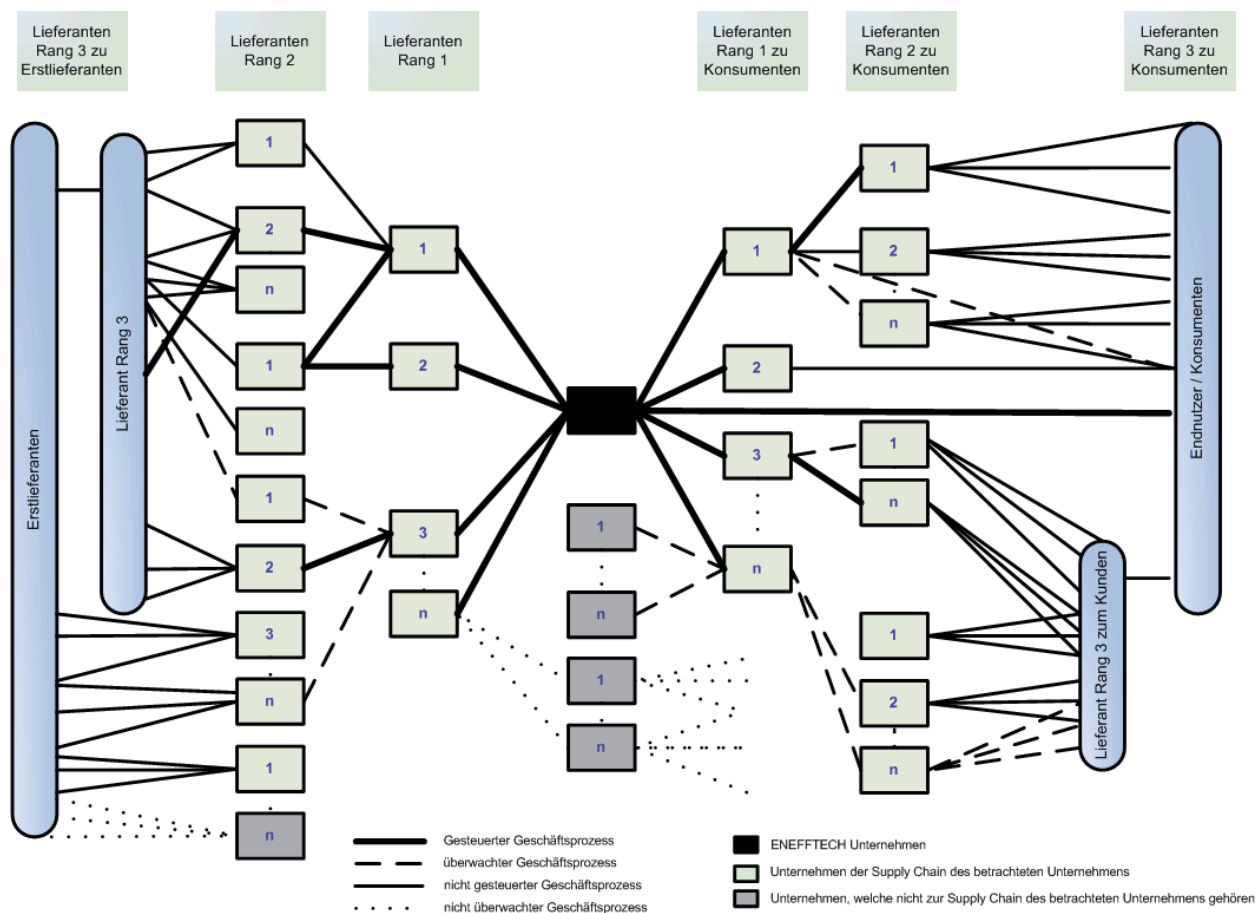


Abbildung 9 Typen von Geschäftsprozessen

Quelle: In Anlehnung an Lambert (2006) S. 16.

Folglich besteht das Ziel des Supply Chain Managements darin, die Prozesse entlang der gesamten Wertschöpfungskette eines Produktes beziehungsweise einer Produktgruppe zu optimieren. Aus der Abbildung 9 ist die Komplexität der Geschäftsprozesse entlang der Wertschöpfungskette ersichtlich. Es wird folglich zwischen gesteuerten, nicht gesteuerten, überwachten sowie nicht überwachten Geschäftsprozessen unterschieden. Diese Priorisierung geht mit der Bedeutung der Prozesse für die effektive und effiziente Gestaltung der Supply Chain einher.

Über die Generierung von Effizienzsteigerungen und Wettbewerbsvorteilen durch die Geschäftsprozesse gelangt man schließlich zur Gesamtoptimierung der Wertschöpfungskette.

Dabei wird nicht nur das eigene Unternehmen betrachtet, sondern unternehmensübergreifend die gesamte Lieferkette analysiert⁸⁸. An die Stelle der Optimierung einzelner Glieder der Lieferkette (lokale Optimierung) tritt die Optimierung über die gesamte Kette (globale Optimierung).

Die in Abbildung 9 aufgezeigten Rangfolgen der Wertschöpfungskette stellen eine Priorisierung der Wertschöpfungspartner dar.

Demnach wird in so genannte 1-3-tier-Lieferanten unterschieden, je nachdem in welcher Beziehung diese zum Endproduzenten (Original Equipment Manufacturer – OEM) stehen.⁸⁹ Lieferanten des ersten Ranges werden folglich als Systemlieferanten bezeichnet und liefern komplex strukturierte Systeme beziehungsweise Funktionskonfigurationen höchster Ordnung. Die Lieferanten des zweiten Ranges liefern dagegen Module, also aus Standardteilen zusammengesetzte mehrteilige Funktionsgruppen, während Lieferanten des dritten Ranges einfache Teile, als Einzelkomponenten, liefern, die bei dem darauf folgenden Wertschöpfungspartner zusammengefügt werden.

Aus der Lieferantenpyramide in Abbildung 10 wird die Steigerung des Wertschöpfungsumfanges und demnach der zunehmenden Wertschöpfungspartnerschaft von Lieferanten des dritten Ranges bis hin zum Endproduzenten deutlich.

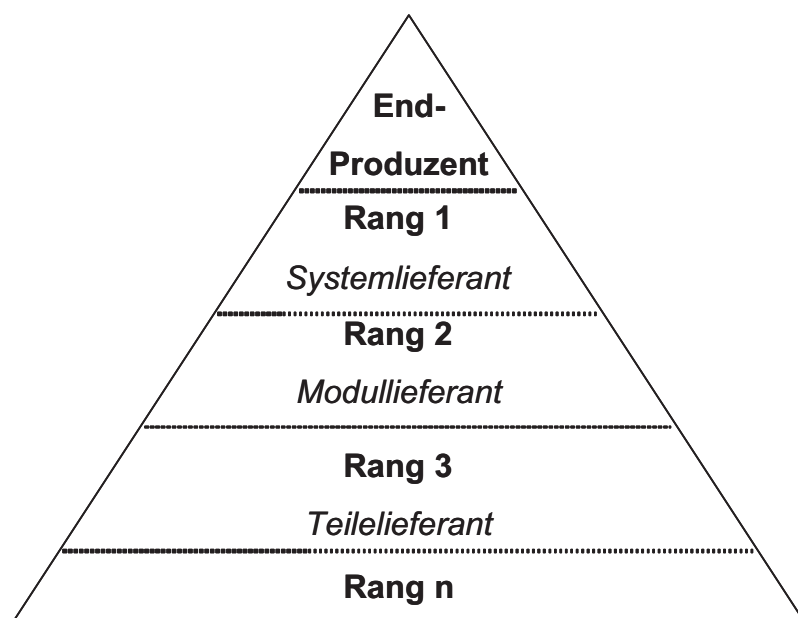


Abbildung 10 Lieferantenpyramide

Quelle: in Anlehnung an Buchholz, W.; Appelfeller, W. (2005) S. 74

⁸⁸ Vom Lieferanten des eigenen Lieferanten bis zum Kunden des eigenen Kunden.

⁸⁹ Vgl. Buchholz, W., Appelfeller, W. (2005) S. 74-77.



Die zunehmende Bedeutung der Etablierung einer Wertschöpfungspartnerschaft ergibt sich also aus der ansteigenden Komplexität und letztlich auch aus der Bedeutung des Lieferanten für den Unternehmenserfolg des jeweiligen Lieferanten aus der übergeordneten Stufe der Supply Chain. Diese Einschätzung wird ein wesentlicher Aspekt bei der Auswahl der Wertschöpfungspartner sein, welche in der Fallstudie in Kapitel 8.1.4 erläutert wird.

Als Wettbewerbsfaktoren, welche im Supply Chain Management existieren, werden in erster Linie Kosten, Zeit, Qualität und Flexibilität betrachtet. Sie beschreiben die Aufgaben der Versorgung, Entsorgung und des Recyclings als integrierte Unternehmensaktivitäten.⁹⁰

Die bisherige Optimierung der Wertschöpfungskette bezieht sich damit auf Kriterien, wie minimale Logistikkosten, minimale Bestände, minimale Produktentwicklungs- und Durchlaufzeiten sowie hohe Liefertreue und hohe Flexibilität.

Aus der Beschreibung der Kriterien wird erkennbar, dass die bisherige Ausrichtung des Supply Chain Managements eine hohe Logistik-Orientierung⁹¹ aufweist, wenngleich in der einschlägigen Literatur auf die Bedeutung der integrierten Betrachtung anderer Faktoren, wie Image, Design, Kooperationen oder auch die gemeinsame Technologieentwicklung hingewiesen wird.⁹²

Das Supply Chain Management stellt letztlich eine Form des Netzwerkmanagements dar, wonach ein so genanntes fokales Unternehmen (in der vorliegenden Arbeit der Endproduzent) die strategische Führung der Supply Chain übernimmt und eine Bündlungsfunktion in Bezug auf Informationen für Energieeffizienzsteigerungen innehat.

Es ist in der Praxis nicht ungewöhnlich, dass konkurrierende Akteure der einen Supply Chain in einer anderen Wertschöpfungskette zusammenarbeiten⁹³ und eine, für beide Seiten vorteilhafte, Situation beispielsweise durch die Steigerung der Energieeffizienz und die Generierung von Emissionszertifikaten erzeugt wird.

⁹⁰ Vgl. Werner, H. (2008), S. 25-26.

⁹¹ So unterscheidet bspw. Simchi-Levi nicht zwischen dem Logistik -und Supply Chain Management-Begriff: „...we do not distinguish between logistics and supply chain management.“ Simchi-Levi (2000) S. 3.

⁹² Stellvertretend dazu Pfohl, H.-C. (2000) S. 31; Werner, H. (2008) S. 17; Alicke, K. (2005) S. 224, Corsten, D., Gabriel, C (2004) S. 250.

⁹³ Vgl. empirische Studie von Mejza/Wisner (2001) in Heusler, K.(2004) S. 127-129.

In Abbildung 11 werden die funktionalen Einbindungen der verschiedenen Unternehmensbereiche und Abteilungen im Sinne des klassischen Verständnisses von Supply Chain Management dargestellt.

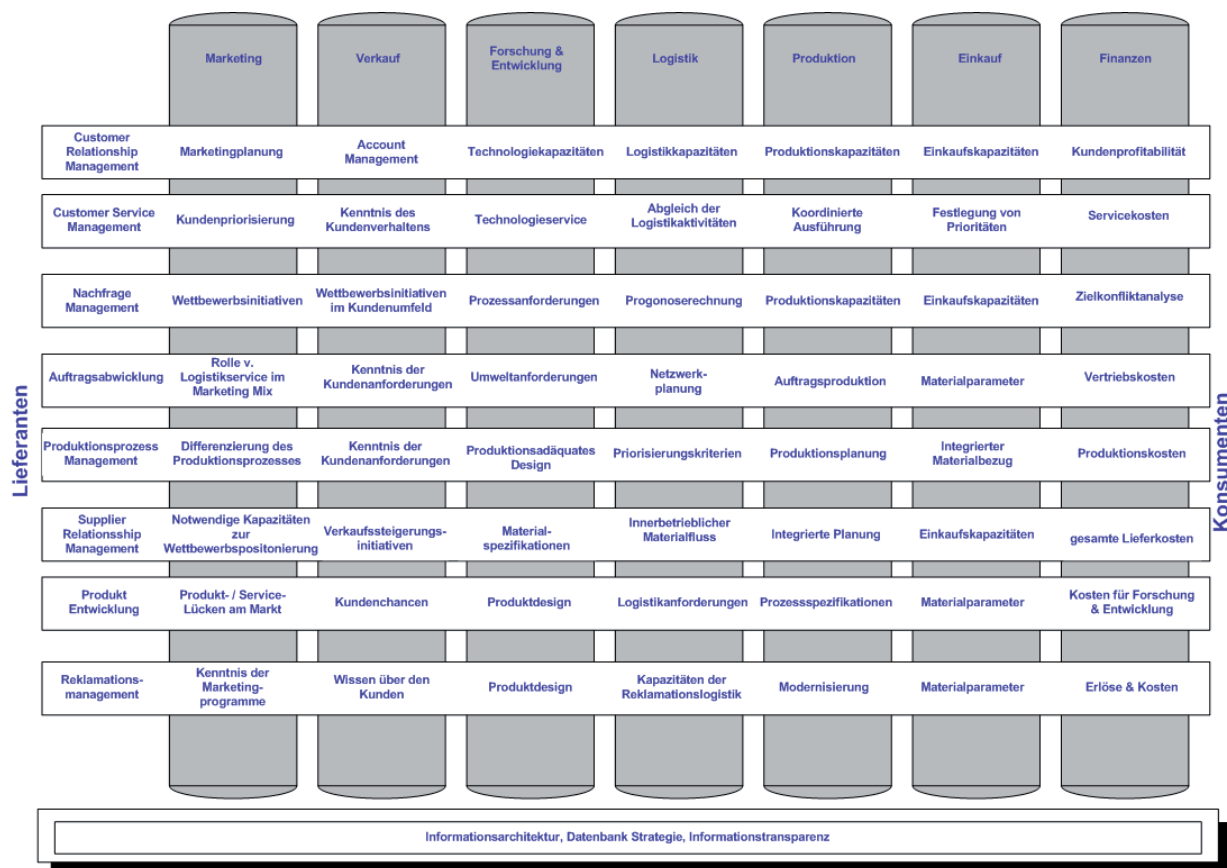


Abbildung 11 Klassisches Supply Chain Management

Quelle: Lambert, D. (2006) S. 23.

Aufgrund gestiegener gesetzlicher und kundenspezifischer Anforderungen im Hinblick auf den Faktor Umwelt rückten in den letzten Jahren zunehmend umweltorientierte Ansätze in den Blickpunkt des Supply Chain Managements. Nicht zuletzt die gestiegenen Energiepreise und die Verpflichtung energieintensiver Unternehmen Emissionen zu reduzieren, steigern die Relevanz lebenszyklusbasierter Ansätze⁹⁴ und Zertifizierungen nach ISO 14000⁹⁵ im Kontext der Wertschöpfungskette.

Die genannten Maßnahmen sind jedoch eher in den Bereich des operativen Supply Chain Managements einzuordnen, während strategische Überlegungen, wie Investitionsplanungen

⁹⁴ Stonebraker und Liao, 2006, S. 34-43.

⁹⁵ Die Serie 14000 der International Organization for Standardization (ISO) legt Messgrößen und Richtlinien für das Umweltmanagement fest. In dem weltweit gültigen strategischen Rahmenwerk werden produktions- und dienstleistungsorientierte Aspekte der Umweltverträglichkeit in einem Umweltmanagementsystem integriert behandelt.

für Energieeffizienzinvestitionen entlang der Wertschöpfungskette bisher kein Gegenstand des Supply Chain Managements in der wissenschaftlichen Diskussion sind.

Das in der Literatur ebenfalls diskutierte strategische Supply Chain Management⁹⁶ hat die Erschließung neuer Distributionskanäle, die Entwicklung neuer Produkte, Outsourcing-Aspekte, die Einführung Internet-basierter Steuerungen (eSCM)⁹⁷ oder die Etablierung von standortübergreifenden Produktionsnetzwerken zur Aufgabe.

Hierbei wird wiederum die ausgeprägte Logistikorientierung deutlich, wonach auch das Strategische Supply Chain Management vor allem die Entwicklung und Ausnutzung logistischer Erfolgspotentiale beinhalten soll.⁹⁸ Anfängliche Überlegungen, das Supply Chain Management gegenüber dem Logistikmanagement durch die Integration aller Güter-, Informations-, Finanz- und Rechtsflüsse zu konzentrieren, haben sich in der Wissenschaft und Praxis als nicht erfolgreich erwiesen.⁹⁹

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird das Supply Chain Management als theoretische Basis verwendet, welche Ansätze zur Lösung von Herausforderungen wie beispielsweise der Datenbereitstellung und Informationsweitergabe entlang der Lieferkette aufzeigt. Dabei konzentriert sich die Vorgehensweise stärker auf die Lieferkette, als auf die vollständige Erfüllung der Kriterien gemäß der Supply Chain Management Definition nach PORTER.

Vielmehr sollte der Fokus auf den Aktivitäten des Supply Chain Managements liegen in der Hinsicht, als dass ein integriertes Verständnis der Wertschöpfungspartner, der gegenseitige Informationsaustausch, eine enge Kooperation, die Teilung von Risiken und Nutzen sowie die Prozessintegration zu langfristigen und stabilen Wertschöpfungspartnerschaften führen.

An dieser Stelle erweist sich die Notwendigkeit der Emissionsreduktion und deren Ansatz in Gestalt der Energieeffizienzsteigerung durch Investitionen entlang der Wertschöpfungskette als mögliche konkrete Ausgestaltung der benannten Aktivitäten.

Dabei fehlt es jedoch an Instrumenten, um Energieeffizienzpotentiale entlang der Supply Chain konsistent erfassen und bewerten zu können und derartige Entscheidungen präferenzregelbasiert begleiten zu können.

In den folgenden Ausführungen werden Handlungsvorschläge erarbeitet, die zur Schließung dieser Forschungslücke beitragen können.

⁹⁶ Hierzu Alicke, K. (2005) S.77ff., Cohen, S., Roussel, J. (2005) S. 12, Günther, H. et. al. (2005) S. 157ff., Werner, H. (2008) S. 378, Kodweis, J., Nadjmabadi, K. in Lawrenz, O.(2001) S. 72ff., Beckmann, H. (2003) S. 104.

⁹⁷ hierzu siehe insbesondere Wannewetsch, H. (2004).

⁹⁸ Busch, A. (2004) S. 42.

⁹⁹ Large, R (2009) S. 166; Winkler, H. in Blecker, T. (2006) S. 238f., Müssigmann, N. (2007) S. 24.

5.6 TRANSFORMATIONSLÄNDER UND SYSTEMTRANSFORMATION

5.6.1 ZUM BEGRIFF DES TRANSFORMATIONSLANDES

Der Begriff der Transformationsländer¹⁰⁰ beziehungsweise Transformationswirtschaften bezeichnet in dieser Arbeit den Status von Ländern, welche sich nach dem Fall des Eisernen Vorhangs im Umbruch von ehemaligen kommunistischen oder sozialistischen Systemen hin zu einer marktbasierter Wirtschaft entwickeln.¹⁰¹

Kennzeichnend für diesen multidimensionalen Systemwandel sind vor allem ein Wandel und Neuaufbau von Institutionen, die Ausweitung privatwirtschaftlicher Aktivitäten, Privatrechte sowie unabhängige Gerichte und Finanzinstitutionen. Auch die Steigerung des Umweltbewusstseins durch Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und Reduktion der Emissionen von Treibhausgasen sind signifikant für diese Länder.

Entsprechend der Definition des Transformationsbegriffes nach KLOTEN ist die Transformation von ökonomischen Systemen

*"jener durch politischen Gestaltungswillen und politisches Handeln ausgelöster Prozess [...], der durch eine Substitution gegebener ordnungskonstituierender Merkmale durch andere einen 'qualitativen' Sprung derart bewirkt, dass es zu einer Ablösung des alten Systems durch ein neues kommt."*¹⁰²

Nach dieser Definition sind also politische Entscheidungen, im Sinne von systemimmanenten und eigendynamischen Prozessen im Gegensatz zu evolutorischen Entwicklungen, der auslösende Faktor für Transformationsprozesse.

Gerade vor diesem Hintergrund sahen sich die in politisch-historischen sowie sozioökonomischen Entwicklungsprozessen über Jahrhunderte, zumindest aber Jahrzehnte, herausgebildeten ökonomischen Strukturen in den Transformationsländern Ostmitteleuropas in den letzten Jahren quasi-revolutionären ökonomischen Neuorientierungen ausgesetzt. Das komplexe Zusammenwirken sozialphilosophischer, politischer, ökonomischer sowie rechtlicher Aspekte bei der Entstehung von Marktwirtschaften im Sinne eines Evolutionsprozesses auf der einen und der inhärente Wunsch des sofortigen Vorhandenseins dieser Wirtschaftsordnung

¹⁰⁰ Die Internationale Energieagentur (IEA) fasst darunter folgende Staaten: Albanien, Armenien, Aserbaidschan, Weißrussland, Bosnien-Herzegowina, Bulgarien, Kroatien, Estland, Serbien und Montenegro, die frühere jugoslawische Republik Mazedonien, Georgien, Kasachstan, Kirgistan, Lettland, Litauen, Moldau, Rumänien, Russland, Slowenien, Tadjikistan, Turkmenistan, Ukraine sowie Usbekistan; IEA (2006), S. 580.; ergänzt durch den Autor um die Republik Polen, als ein bereits sehr fortgeschrittenes Land.

¹⁰¹ Vgl. dazu u.a. Falke, M. (2002), Markandya et.al. (2006) S. 121f.

¹⁰² Vgl. Klotten, N.(1991a) S. 8 f.

auf der anderen Seite stellen ein zentrales Problem im Hinblick auf die Stabilisierung der Transformationsländer dar.¹⁰³

Die Systemtransformation der Transformationsländer lässt sich hinsichtlich ihrer Merkmale nach der Art des Koordinationsmechanismus, der zugrunde liegenden Eigentumsordnung sowie den makroökonomischen Rahmenbedingungen ordnen.¹⁰⁴

Demnach ist für diese Länder die zentrale Festlegung von binnen- und außenwirtschaftlichen Rahmenbedingungen, wie Preisen, Löhnen, Abgaben und Subventionen charakteristisch.¹⁰⁵

Damit einher geht auch die Eigentumsordnung, die sich in Betriebsmonopolen widerspiegelt. Ein häufiges Problem, welches den Transformationsprozess verlangsamt, stellt die nicht ausreichende Verfügbarkeit von Privateigentum beziehungsweise Privatkapital dar, wodurch die marktwirtschaftlichen Rahmenbedingungen nur langsam und partiell einseitig genutzt werden.

So stellt beispielsweise IWANEK zu Beginn des Transformationsprozesses in Bezug auf die Investitionen im Verarbeitenden Gewerbe in Polen fest:

„It is symptomatic that private entrepreneurs are cautious about investing in areas requiring larger capital sums in the form of more specific assets (for instance manufacturing), while private capital investment in trade and service is booming“¹⁰⁶.

Die in dieser Arbeit untersuchten Transformationsländer Polen und Rumänien haben sowohl während des kommunistischen Regimes, als auch in den post-1989 Jahren unterschiedliche Entwicklungspfade beschritten und signifikant andere Erfahrungen gemacht.¹⁰⁷ Häufig verlief der Transformationsprozess ohne klare strategische Zielsetzungen und vielmehr sprunghaft, als gerad- und zielgerichtet. Einmal beschlossene Reformstrategien wurden nicht kontinuierlich verfolgt beziehungsweise fehlte partiell deren kompetente Umsetzung und institutionelle Verankerung.

Gleichzeitig ist festzustellen, dass die schnelle und simultane ordnungspolitische Rahmensezung nicht gleichbedeutender Garant für eine ebenso schnelle und erfolgreiche Umsetzung dieser Maßnahmen ist. Im Gegensatz zur Einführung marktbasierender Preise, Löhne und Zinsen, der Währungskonvertibilität sowie von Budgetfestsetzungen stellt sich die Über-

¹⁰³ Vgl. Enke, H. (1995) in Jahn, E. (1995) S. 144.

¹⁰⁴ Vgl. Reichardt (1995) S. 79.

¹⁰⁵ Dies trifft heutzutage auf die Republik Polen nicht mehr zu; in den neunziger Jahren waren diese Bedingungen jedoch bestimmendes Element.

¹⁰⁶ Iwanek (1992) S. 64.; Es ist symptomatisch, dass private Unternehmer zurückhaltend bei der Investition in Bereichen, welche größere Kapitalbeträge erfordern sind – in der Form spezifischer Anlagegegenstände (wie im Verarbeitenden Gewerbe), wohingegen private Kapitalinvestitionen im Bereich Handel und Dienstleistungen einen Aufschwung verzeichnen.

¹⁰⁷ Vgl. dazu stellvertretend Sznajder, A. (2006); Eyal et. al. (1998); Kitschelt et. al. (1999); Linz und Stepan (1996); Stark und Bruszt (1998) sowie Tismaneau (2003).

führung der monopolistischen und zentral gesteuerten Eigentümer in private Eigentumsstrukturen als langwieriger und mitunter schwieriger Prozess dar.¹⁰⁸

Die verschiedenen politischen Verhältnisse in den Ländern und deren außenpolitische Integration in Bündnisse oder Beihilfensysteme¹⁰⁹ divergieren zwischen den einzelnen Transformationsländern.

So trugen private Unternehmen am Vorabend des Umbruchs in Rumänien gerade einmal 12,8 % zur Bildung des Bruttoinlandsproduktes bei, während es zur gleichen Zeit in Polen bereits 30 % waren.¹¹⁰

Als besonders relevanter Indikator bei der Betrachtung der Energieeffizienz einer Nationalökonomie hebt sich bei der Energieintensität¹¹¹ eine Ost-West-Diskrepanz des Pro-Kopf-Energieverbrauches hervor. Dabei weisen die Staaten Ostmittel- und insbesondere Osteuropas ein, verglichen mit westeuropäischen Ländern, hohes Maß an ökologisch-ökonomischer Ineffizienz auf.¹¹²

Der Einbruch der Industrieproduktion zu Beginn des Transformationsprozesses ist im Wesentlichen auf die völlige Überalterung der Produktionsanlagen, die einsetzende Konkurrenz auf dem Weltmarkt sowie die verloren gegangenen Absatzmärkte der Staaten des Rates für Gegenseitige Wirtschaftshilfe (RGW) zurückzuführen.¹¹³

So wurden beispielsweise nach dem Zusammenbruch des politischen Systems der DDR bis 1993 etwa 50 % der Anlagenkapazitäten, gemessen am Energieverbrauch, stillgelegt, nachdem ab 1984 der Niveauunterschied wegen fehlender Investitionen stetig größer geworden war.

Der spezifische Endenergieverbrauch von Einzeltechniken zur Herstellung von energieintensiven Erzeugnissen betrug 1989 beispielsweise für die Glasproduktion das 2,1-fache, während für die Ziegelproduktion 2,4 und für die Herstellung von Aluminium 2,8-mal soviel Energie im Vergleich zum westdeutschen Verhältnis eingesetzt werden musste¹¹⁴.

Während die Pro-Kopf-Emissionen an CO₂ in Westdeutschland Mitte der 1980er Jahre bei 3,2 Tonnen lagen, betrugen sie in Ostdeutschland 5,8 Tonnen¹¹⁵. Aufgrund sehr niedriger Effizienzwerte in Ostdeutschland stellte dies, global betrachtet, den damals größten Wert

¹⁰⁸ Vgl. Reichardt, M. (1995) S. 171.

¹⁰⁹ So ist Rumänien bereits seit 1972 Mitglied im Internationalen Währungsfonds und zudem im Genuss der Meistbegünstigtenklausel der USA. Anders als die anderen ostmitteleuropäischen Staaten verfolgte das Land im Rahmen des RGW divergierende Absichten.

¹¹⁰ Gabanyi, U. (2002) S. 326 f; im Jahr 1999 hingegen betrug der Anteil 61,5 %, dabei stieg der Anteil der privatisierten Industrieunternehmen von 5,7 % in 1990 auf 48,7 % im Jahr 2000. Derzeit sind etwa 72 % der rumänischen Wirtschaft privatisiert, bis Ende 2010 soll dieser Anteil auf über 80 % steigen. (<http://www.bfai.de> am 06.07.07).

¹¹¹ Energieintensität definiert als Energieverbrauch pro Einheit Bruttonationaleinkommen.

¹¹² Kühne, O. (2007) S. 3.

¹¹³ Vgl. Kühne, O. (2007) S. 2.

¹¹⁴ Obst, G. Tautenhahn, F. (1993) S. 455.

¹¹⁵ Welsch, H. in Carraro, C. (1993) S. 104.

dar. Dabei wird deutlich, dass sowohl länder- als auch sektorenspezifisch unterschiedliche Rahmenbedingungen vorherrschen können und eine einheitliche globale Lösung kaum erreichbar erscheint, wie in Kapitel 6.2 noch ausführlicher erläutert wird.

Die Transformationsländer in Mittel- und Osteuropa weisen insgesamt einen Rückgang der CO₂-Emissionen um über 24% im Jahr 2007 gegenüber 1990 auf. Dieser Rückgang ist jedoch in erster Linie auf den bereits erwähnten Transformationsschock zurückzuführen und beruht weniger auf besonderen Effizienzanstrengungen. Annähernd die Hälfte aller Emissionen in den Transformationsländern entfiel vor der politischen Wende noch auf die CO₂-intensive Energiewirtschaft; mit weitem Abstand dahinter rangierten das Verarbeitende Gewerbe, der Verkehr sowie die „anderen Sektoren“. In den letzten zwanzig Jahren erhöhten sich die Emissionen in dieser Ländergruppe (Transformationsländer beziehungsweise „Economies in Transition“) im Zuge der wirtschaftlichen Erholung aber wieder deutlich, und zwar um knapp 9 % von 2000 bis 2008. Insgesamt waren hier die Emissionen im Jahr 2008 aber immer noch um gut 36 % oder um 2,1 Mrd. t CO₂-Äquivalente niedriger als im Basisjahr, wie die nachfolgende Tabelle 5 zeigt.

Tabelle 5 Treibhausgasemissionen in den Transformationsländern der EU von 1990 bis 2008 sowie Zielsetzungen bis 2012

	Basisjahr 1990 (1995) ²	1990	1995	2000	2005	2007	2008 ³	Veränderungen Basisjahr 1990(1995) ² bis 2008	2007 bis 2008	Emissionsziel bis 2008/2012	Notwendige Emissionsänderung bis 2008/2012 gegenüber 2008			
	Mio. t CO ₂ -Äquivalente						%		Mio. t CO ₂ -Äquivalente		%			
Estland	41,9	41,9	20,9	18,4	19,6	22,0	22,7	-19,3	-46,0	2,9	-8,0	38,6	15,9	70,3
Lettland	26,7	26,7	12,6	10,1	11,2	12,1	12,4	-14,3	-53,4	2,9	-8,0	24,5	12,1	97,5
Litauen	49,1	49,1	21,8	19,2	22,6	24,7	25,1	-24,0	-49,0	1,3	-8,0	45,1	20,1	80,2
Malta	2,0	2,0	2,5	2,6	2,9	3,0	3,0	1,0	48,6	-0,3	keine Ziele			
Polen	569,5	459,5	446,4	389,0	386,6	398,9	407,5	-162,0	-28,4	2,2	-6,0	535,3	127,8	31,4
Slowak. Republik	73,3	73,3	52,6	48,4	49,4	47,0	48,0	-25,3	-34,5	2,2	-8,0	67,4	19,4	40,5
Slowenien	20,3	18,6	18,7	18,9	20,4	20,7	21,3	0,9	4,6	2,7	-8,0	18,7	-2,6	-12,1
Tschech. Republik	194,7	194,7	153,2	147,2	146,2	150,8	148,2	-46,5	-23,9	-1,8	-8,0	179,1	31,0	20,9
Ungarn	116,5	99,2	79,8	78,0	80,4	75,9	75,4	-41,0	-35,2	-0,7	-6,0	109,5	34,0	45,1
Zypern	5,5	5,5	6,9	9,3	9,9	10,1	10,3	4,8	87,7	1,3	keine Ziele			
Bulgarien	133,7	117,7	88,6	69,2	71,0	75,8	74,6	-59,2	-44,2	-1,6	-8,0	123,0	48,5	65,0
Rumänien	276,0	243,0	180,8	135,5	149,4	152,3	151,2	-124,8	-45,2	-0,7	-8,0	254,0	102,7	67,9
Summe Neue Mitgliedstaaten	1 509,3	1 331,1	1 084,7	945,9	969,6	993,4	999,6	-509,6	-33,8	0,6	-7,1	1 395,3	395,7	39,6
Summe EU-27⁴	5 748,1	5 569,9	5 219,4	5 060,9	5 118,9	5 053,6	4 998,1	-749,9	-13,0	-1,1	-7,8	5 292,4	294,2	5,9

¹ Treibhausgasemissionen „excluding CO₂ emissions/removals from land-use change and forestry“. Angaben für die Jahre bis 2007 entsprechend den jeweiligen Nationalen Emissionsinventaren mit Stand von 2009. Zu den Schätzungen für 2008 vgl. Fußnote 3. Zu den Inventaren vgl. auch: http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/4771.php

² Basisjahr für CO₂, CH₄, N₂O ist 1990. Für HFC, PFC und SF₆ kann als Basisjahr 1995 gewählt werden. Transformationsländer können auch frühere Jahre oder Zeiträume zu Grunde legen (z. B. Polen: 1988; Ungarn: 1985-1987). Sofern Angaben über von 1990 abweichende Basisjahre vorliegen, werden die entsprechenden Werte aus den Nationalen Inventaren übernommen; ansonsten werden grundsätzlich die Werte für 1990 verwendet.

³ Vorläufige Schätzung auf der Basis der für 2008 geschätzten CO₂-Emissionen und Annahmen über die Nicht-CO₂-Emissionen auf Basis einer Fortschreibung der Entwicklung von 2000 bis 2007.

⁴ Bei der Ermittlung der notwendigen Emissionsveränderung im Zeitraum von 2008 bis 2008/2012 werden die Angaben für Malta und Zypern (beide haben keine spezifizierten Emissionsminderungsziele) nicht berücksichtigt.

Quellen: UNFCCC (Nationale Emissionsinventare, Ausgabe 2009); Internationale Energieagentur (IEA); BP; Berechnungen des Autors.

Quelle: in Anlehnung an Ziesing, H.-J. (2009) S. 57.



5.6.2 ÖKONOMISCHE SYSTEMTRANSFORMATION IN TRANSFORMATIONSLÄNDERN

Den vor dem Transformationsprozess durch den geringen Differenzierungsgrad zwischen Politik und Wirtschaft augenscheinlich guten Voraussetzungen zur Durchsetzung von Energieeffizienz steigernden Maßnahmen in den Industrieunternehmen stehen auf Grund der organisatorisch-technischen Rahmenbedingungen schlechte Produktivitätskennzahlen gegenüber. Auch die Innovationsfähigkeit ist systembedingt gering, sodass beispielsweise Erweiterungs- anstelle essentieller Ersatzinvestitionen erfolgen und auch die Bewusstseins- erhöhung durch die systeminhärenten Autoritätsstrukturen keinen signifikanten Beitrag erfah- ren kann.

Als abgeschlossen ist der Transformationsprozess dann zu betrachten, wenn die Märkte entwickelt sind, Ressourcen entsprechend ihrer größten Wertschöpfungspotentiale einge- setzt werden und die Produktivitätsdifferenzen der Teilsysteme dieser Ökonomien sich auf der Basis von Innovation und Wettbewerb, nicht durch die landesinhärenten Rahmenbedin- gungen, ergeben.¹¹⁶

Die nachstehende Übersicht in Tabelle 6 geht auf die vielfältigen Elemente der ökonomi- schen Systemtransformation ein, deren Umsetzung einen Wandel der ökonomischen Allokati- onsmethoden impliziert.

¹¹⁶ Vgl. hierzu World Bank (2002) S. 17 f.

Tabelle 6 Elemente der ökonomischen Systemtransformation

REFORM DES MONETÄREN SEKTORS	REFORM DES REALEN SEKTORS	REFORM DES RECHTS- UND VERWALTUNGSSYSTEMS
<p>1. <u>REFORM DER PREISBILDUNG</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Abbau von Preissubventionen • Fast vollständige Preisliberalisierung; Erhöhungen bei staatlich kontrollierten Preisen <p>2. <u>REFORM DES GELD- UND KREDITSYSTEMS</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Schaffung eines zweistufigen Bankensystems mit unabhängiger Notenbank und privaten Geschäftsbanken • Verbot der Finanzierung staatlicher Budgetdefizite durch die Notenbank • Prohibitive Lohnwachstumssteuer <p>3. <u>AUßENWIRTSCHAFT</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Interne Konvertibilität der Währung • Freier Devisentransfer • abgewerteter fixer Wechselkurs 	<p>1. <u>REFORM DES UNTERNEHMENS- SEKTORS</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sicherung von Gewerbefreiheit • Überführung bestehender Betriebe in privatrechtliche Organisationsformen • Deutlicher Subventionsabbau • Privatisierung durch Verkauf oder unentgeltliche Abgabe von Anteilen <p>2. <u>ENTFLECHTUNG ALTER WIRTSCHAFTS- STRUKTUREN</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Entflechtung von Bürokratien und Unternehmen • Entflechtung von Kombinat und Konglomeraten • „Einfuhr“ von Wettbewerb durch Güter- und Kapitalimport 	<p>1. <u>AUFBAU EINES GEEIGNETEN WIRTSCHAFTSRECHTS; U.A.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Handelsrecht • Eigentumsrecht • Insolvenzrecht • Wettbewerbsrecht <p>2. <u>AUFBAU EINES FUNKTIONSFÄHIGEN STEUERSYSTEMS</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Unternehmenssteuern • Einkommenssteuern • Verbrauchssteuern <p>3. <u>VERWALTUNGSREFORM</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Zerschlagung bürokratischer Machtstrukturen • Aufbau einer öffentlichen Verwaltung

Quelle: Eigene Zusammenstellung nach Apolte / Cassel (1991), S. 48 und Juchler, J. (2002) S. 295

Dabei wird das staatliche System in den monetären, realen sowie in den Verwaltungs- und Rechtssektor unterschieden. Durch das effiziente Zusammenwirken dieser Sektoren und die konsequente Umsetzung der Maßnahmen in den differenzierten Handlungsfeldern kann die Systemtransformation hin zur marktwirtschaftlichen Wirtschaftsordnung gelingen.

Insbesondere die Veränderung der Eigentumsstruktur in den Transformationsländern stellt ein typisches Transformationselement¹¹⁷ dar, welches komplexe Interdependenzen beinhaltet. Diese bedingen sowohl Veränderungen der Aufbau- und Ablauforganisationen, als auch der Über- und Unterordnungsverhältnisse sowie von Anreiz- und Entlohnungssystemen.¹¹⁸

¹¹⁷ Vgl. Reichardt, M. (1995) S. 75.

¹¹⁸ Ebenda.



Nach der politischen Wende 1989 in den ehemaligen planwirtschaftlich ausgerichteten Staaten des Einflussgebietes der Sowjetunion ging man zunächst von einer wirtschaftlichen Angleichung der Staaten Osteuropas innerhalb von zehn Jahren aus.¹¹⁹

Man konnte bereits drei Jahre später anhand der Entwicklung der Inflationsraten und der rasant beschleunigten Zunahme der Arbeitslosigkeit aufgrund der Stagnationseffekte und strukturellen Veränderungen, insbesondere im Industriesektor, feststellen, dass diese positive Einschätzung nicht zutraf

Die schnelle Integration dieser ehemaligen Planwirtschaften in den Weltmarkt hatte gravierende Folgen für die Angebotsseite, die einer Schocktherapie gleichkamen¹²⁰. Dieser Schockzustand wirkte sich allerdings auch auf andere (westliche) Staaten aus, welche enge Wirtschaftsbeziehungen zu diesen Ökonomien pflegten. So sank beispielsweise die finnische Wachstumsrate von 5,4 % in 1989 auf -5,2 % in 1991, wobei die industrielle Produktion sogar um 7 % einbrach – als Ursache hierfür ist die starke Verbindung zur ehemaligen Sowjetunion anzuführen, deren Güternachfrage mit der politisch-ökonomischen Systemänderung zunächst enorm einbrach.¹²¹

Wesentliche Industriebranchen profitierten von dem System der zentralen Planung, insbesondere durch zinsfreie Kredite oder hohe Subventionen, wie beispielsweise auch die Zuckerindustrie in Polen, welche durch enorme Überkapazitäten und ernsthafte strukturelle Verzerrungen gekennzeichnet war.¹²²

¹¹⁹ Vgl. Begg et. al. (1990) und Colins & Rodrik (1991) in Wyplosz (1992) S. 1.

¹²⁰ Die Schocktherapie wurde u.a. durch den Internationalen Währungsfonds empfohlen; s. Juchler, J. (2002) in Gabanyi und Schroeder (2002), S. 295.

¹²¹ Vgl. Wyplosz (1992) S. 3.

¹²² Vgl. Cezary, I. (2006), S. 233.

Tabelle 7 zeigt für die in dieser Arbeit untersuchten Länder Polen und Rumänien die wirtschaftliche Entwicklung in der Zeit kurz nach der politischen Wende.

Tabelle 7 Der Schock in Polen und Rumänien 1990-1991

	Wachstumsrate des BIP [%]				
	1988	1989	1990	1991	1992
Polen	4,70	0,00	-11,60	-9,00	k.A.
Rumänien	-2,00	-4,00	-7,40	-14,00	k.A.
	Inflationsrate [%]				
Polen	60,20	251,10	585,50	70,00	40,00
Rumänien	2,60	0,90	7,40	128,00	200,00

Quelle: OECD, Economic Outlook 50, June 1992 und Fröhlich/Link S. 22

Die Tabelle 7 zeigt deutlich, wie stark die Implikationen durch diese schockhafte Umstellung waren, da insbesondere notwendige Modernisierungen sowie die Erhöhung der Kapitalausstattung vor allem bei kleineren Unternehmungen entweder nicht erkannt oder auf Grund der rasanten Entwicklungen nur sehr verzögert implementiert werden konnten, weil die notwendigen Finanzmittel im Inland nicht verfügbar waren.

Die Gleichzeitigkeit der Demokratisierungsprozesse und marktwirtschaftlichen Strukturreformen wirft die Frage nach der Korrelation demokratischer und marktwirtschaftlicher Transformation auf. Hierbei ist eine Unterscheidung zwischen Liberalisierung und Demokratisierung essentiell, da die wesentliche Voraussetzung für eine funktionierende Marktwirtschaft im Vorhandensein einer liberalisierten Rechtsstaatlichkeit und gesellschaftlicher Pluralität begründet liegt.¹²³

Im Bereich der ostmitteleuropäischen Transformationsländer kam dem Einfluss der Marktmechanismen auf der einen, aber auch besonders den wirkungsvoll pointierten Druckmechanismen der Europäischen Union, im Zuge der Beitrittsverhandlungen und danach, auf der anderen Seite eine entscheidende Rolle zu. Die enge Verstrickung von politischen Entscheidungsträgern und den ehemaligen planwirtschaftlichen Unternehmen behinderte den Privatisierungsprozess und gefährdete entsprechend die ökonomische Überlebensfähigkeit der Unternehmen, deren Leistungsfähigkeit im globalen Wettbewerb geschwächt wurde.

Anhand des polnischen Exportanteils von hochtechnologischen Gütern, welcher im Jahr 1995 nur bei 4 %¹²⁴ lag, lässt sich die Exportschwäche im Bereich der wertschöpfungspotenten Güter, welche insbesondere die Handelsbarrieren sowie eine mangelnde Exportförderung nach sich ziehen, deutlich ablesen.

¹²³ Vgl. Jahn, E. (1995) S. 14.

¹²⁴ Gegenüber ca. 14 % in der damaligen EU.



Es hat sich gezeigt, dass die Kombination aus Marktdruck und institutionellem Druck am wirksamsten den Liberalisierungsprozess voranbringen kann.¹²⁵

Problematisch ist in diesem Zusammenhang die zeitliche Verzögerung im Anpassungsprozess zu sehen, da die politischen Rahmenbedingungen häufig spät, meist nach innerem oder äußerem Druck, sowie unzureichend gesetzt wurden, die essentielle Privatisierung nur schleppend voran schreitet oder in einigen Branchen¹²⁶ stagniert und damit ökonomische Konvergenz in Europa behindert wird.¹²⁷

Dies zeigt sich auffallend in den noch bestehenden teilweise immensen Unterschieden des Lohnniveaus sowie des Personalanteils innerhalb der Produktionsprozesse.

Der gesamtwirtschaftliche Nutzen der Transformation besteht insbesondere in den Effizienzsteigerungen, welche durch eine Leistungsorientierung der Wirtschaftssubjekte, den Abbau von Marktungleichgewichten und Freiheitsgewinnen in Form von Mobilitätsgewinnen und erweiterten Handlungsspielräumen realisiert werden.

Dadurch entstehen so genannte Win-Win-Situationen, das heißt die beteiligten Staaten profitieren gegenseitig durch die Umsetzung von Energieeffizienzsteigerungen in Osteuropa. Dies zeigt sich darin, dass auf der einen Seite Technologietransfer, einhergehend mit Absatzsteigerungen, aus den westlichen Industriestaaten erfolgt und auf der anderen Seite in den osteuropäischen Staaten teilweise erhebliche Energieeinsparungen und Umweltverbesserungen generiert werden können.¹²⁸

¹²⁵ Vgl. Sznajder, A. (2006); S. 229.

¹²⁶ So kommt bspw. die Privatisierung des polnischen Stahlmarktes nur schleppend voran und wird insbesondere durch die marktbeherrschenden zwei größten staatlichen Stahlunternehmen (Huta Katowice, Huta Sendzimir) erschwert. In Rumänien steht der Energie- und Bankensektor noch vor notwendigen Privatisierungen (<http://www.bfai.de> am 06.07.07 13:42).

¹²⁷ Diese Herausforderungen sind insbesondere vor den Zielen der Lissabon-Agenda vom März 2000 zu betrachten.

¹²⁸ Lucas, H-D. (2009).



5.6.3 BEDEUTUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ IN DER POLNISCHEN INDUSTRIE IM RAHMEN DES TRANSFORMATIONSPROZESSES

Auch zwanzig Jahre nach dem Beginn des Transformationsprozesses in Polen ist dieser keineswegs abgeschlossen, insbesondere was die Angleichung der energie- und umweltpolitischen Rahmenbedingungen an die westlichen Industriestaaten anbelangt. Die Ursachen liegen vor allem in den im Sozialismus entwickelten Raum- und Versorgungsstrukturen, den ökonomischen Verflechtungen der Wirtschaft, einer mangelnden Eigenkapitaldecke der Unternehmen sowie den immer noch unzureichenden Modernisierungen im Industriesektor.¹²⁹

Des Weiteren ist eine mangelnde Informationspolitik und Sensibilisierung der Gesellschaft durch die polnische Regierung zu Fragen der Energieeffizienz und damit auch ein fehlendes Verständnis zum rationellen Umgang mit Energie innerhalb der Gruppe der Beschäftigten zu konstatieren.¹³⁰

Zweifelsohne kann die Republik Polen, neben der Tschechischen Republik, als erfolgreicher „transition-Leader“ bezeichnet werden, was beispielsweise an der relativ schnellen Transformation wichtiger Industriebereiche und einer stärkeren Beachtung von Effizienzaspekten deutlich wird.¹³¹

Hierbei drängte vor allem die Europäische Union auf eine schnelle Liberalisierung unter Beachtung von Umweltgesichtspunkten, was angesichts der politischen Verhältnisse in Polen kein leichtes Unterfangen war.¹³²

Nach wie vor ist die polnische Energiewirtschaft durch einen großen Einfluss des Staates gekennzeichnet.¹³³ Diese Eigenschaft charakterisiert die meisten Transformationsländer, zumal der Energiebereich maßgeblich die Staatseinnahmen durch Verbrauchs- und Mehrwertsteuern beeinflusst und daher der Staat ein großes Interesse an einem starken Energiesektor und infolge der Energienachfrage entsprechend hohen Einnahmen hat.

Im Rahmen des Transformationsprozesses der 1990er Jahre ließen sich nur wenige Fortschritte bei der Energie- und Umweltgesetzgebung und deren Umsetzung erzielen, aus diesem Grund sind die Potentiale in Bezug auf die Energieeffizienz in Polen noch entsprechend

¹²⁹ Vgl. Kühne (2007) S. 1-15, IEA (1995) S. 58 f.

¹³⁰ Vgl.: KAPE (2003) S. 12.

¹³¹ Sznajder, A. (2006); S. 217; IEA (1995) S. 24, Cosijns, L, D'haesseler, W. (2006) S. 209; Zu Beginn der 1990er Jahre gab es in Polen wie in den meisten Staaten Osteuropas einen enormen Strukturwandel in dessen Folge eine Vielzahl ineffizienter Produktionsunternehmen vom Markt verschwanden und mit einer geringeren Anzahl von Unternehmen eine spezifisch höhere Wertschöpfung energieeffizienter generiert werden konnte, vgl. IEA (1995) S. 58.

¹³² Vgl. Ebenda S. 225 und Kühne, O (2007), S.5.

¹³³ Bfai (2008); Dobroczyńska (2003) S. 1.

hoch.¹³⁴ Als ein Meilenstein ist jedoch die Annahme des Umweltgesetzes durch den polnischen Ministerrat im Jahr 1997 zu betrachten, worin unter anderem die Zuständigkeiten der Exekutive geregelt, das Ziel der Erhöhung der Energieeffizienz in Polen beschlossen sowie eine unabhängige Regulierungsbehörde eingerichtet wurden.¹³⁵

Gleichzeitig ist zu konstatieren, dass aufgrund der Diskontinuität der Politik Polens, verursacht durch häufige Regierungswechsel, eine klare strategische Ausrichtung der Energie- und Umweltpolitik bisher nur sehr zögerlich etabliert wurde.¹³⁶

Darüber hinaus zeichnet sich die Republik Polen durch eine geringe Importabhängigkeit hinsichtlich der Energieressourcen aus, wobei mit über 90 % Anteil Kohle den wichtigsten heimischen Energieträger darstellt.¹³⁷

Damit einhergehend ergeben sich arbeitsmarktpolitische Interdependenzen, welche durch einen hohen innenpolitischen Einfluß der Bergarbeitergewerkschaften geprägt sind.¹³⁸

Es ist folglich nahe liegend, dass diese recht einseitige Ausrichtung der polnischen Energiewirtschaft auf den fossilen und CO₂-intensiven Energieträger Kohle negative Implikationen auf die Erfüllung der internationalen Klimaschutzziele hat und die Erforschung und Implementierung sauberer Kohleverstromungstechnologien für die Republik Polen in ganz besonderem Maß eine Notwendigkeit darstellt.¹³⁹

Bei allen Bewertungen ist des Weiteren zu berücksichtigen, dass die wirtschaftliche Stärke Polens, mit 62 % Pro-Kopf-Einkommen in Kaufkraftparitäten der EU 27-Staaten im Jahr 2010, noch deutlich unter dem europäischen Durchschnitt liegt.¹⁴⁰

Es ist folglich nicht verwunderlich, dass das Thema Energieeffizienz in Polen bisher nur eine untergeordnete Rolle einnimmt. Die gesetzlichen Regelungen sind lückenhaft, dem Management in den Unternehmen fehlt es an Erfahrungen beim Umgang mit Energieeffizienz und es mangelt an international kompatiblen statistischen Daten, welche die Informationspolitik unterstützen. Während sich die physikalische Effizienz, im Sinne der Definition 1 aus Kapitel 5.2, verbessert hat, ist für die institutionelle Effizienz, wie sie die Definition 7 beschreibt, eher das Gegenteil zu konstatieren.¹⁴¹ Der Anstieg der technischen Effizienz wird durch die verringerte allokativen (institutionelle) Effizienz wieder kompensiert, wodurch die Gesamteffizienz als Summe der technischen und allokativen Effizienz der Unternehmen in etwa auf dem gleichen Niveau verharrt.¹⁴²

¹³⁴ Vgl. Lang, K-O. (2007) S.34; so betrug die Energieintensität Polens zur Beginn der 1990er Jahre noch das zwei- bis dreifache des EU-Durchschnittes, inzwischen konnte die Energieintensität halbiert werden, vgl. IEA (1995) S. 58 f und Cosijns, L, D'haesseler, W. (2006) S. 209 f.

¹³⁵ Vgl. The Polish National Energy Conservation Agency (2004) S. 7.

¹³⁶ Vgl. Dobroczyńska (2003) S. 16.

¹³⁷ Vgl. Kramer, M. (2003a) S. 149; Fuchs, M., Schiel, T. (1997) S. 101.

¹³⁸ Pleines, H. S. 147 f.

¹³⁹ Hinc, A. (2010) S. 6-12.

¹⁴⁰ Vgl. Eurostat (2011).

¹⁴¹ Von Hirschhausen, C.; Cullmann A. (2007) S. 5-6 und 19-20.

¹⁴² Ebenda S. 19.



Industrieunternehmen, welche Investitionen in Energieeffizienz planen, haben oft Schwierigkeiten, an Kapital zu gelangen und müssen technische Barrieren aufgrund der Produktionsstrukturen überwinden.

Die polnische Umweltpolitik definiert lediglich kurz- und mittelfristige Ziele sowie Werkzeuge und Instrumente für deren Realisierung. Konkrete Investitionserfordernisse und Schlüsselbranchen werden jedoch nicht beschrieben.¹⁴³

Als richtungweisend ist jedoch die Aufnahme des Ziels der "Steigerung der Konkurrenzfähigkeit der Wirtschaft und Steigerung der Energieeffizienz" im Rahmen der am 04. Januar 2005 vom polnischen Ministerrat verabschiedeten Energiestrategie "Energiepolitik Polens bis 2025" einzuschätzen. Dieses Ziel soll unter anderem durch einen verminderten Energieverbrauch in Industrieprozessen, beim Entwurf, der Herstellung, dem Gebrauch und der Verwertung, durch Energienachfragemanagement sowie eine Leistungsverbesserung im Rahmen der Energieumwandlung, erreicht werden.

Mit dem Beitritt zur Europäischen Union im Jahr 2004 wurden eine Reihe von Richtlinien, welche den Energiebereich berühren, umgesetzt. Außerdem führen steigende Energiepreise mittlerweile zu einem Umdenkprozess und die Bemühungen, Energie rationeller einzusetzen, werden intensiviert.

So wird beispielsweise durch die polnische Stiftung für Energieeffizienz FEWE¹⁴⁴ derzeit ein Projekt zur Erhöhung der Effizienz von Motoren durchgeführt.

Mit Hilfe der Einschränkung des Elektroenergieverbrauchs in Antriebseinheiten durch die Einführung hocheffizienter und leistungsfähiger Motoren wird eine Reduktion der CO₂-Emissionen erreicht.¹⁴⁵

Als wesentliches Ziel zur Fortschreibung der polnischen Energie- und Umweltpolitik muss eine verbindlich terminierte Energiestrategie auf den Weg gebracht werden, welche sich an Rahmenbedingungen des Marktes orientiert und im rechtssicheren Einklang mit den EU-Richtlinien steht. Hierbei ist eine stärkere Sensibilisierung der Bevölkerung erforderlich, da das Umweltbewusstsein im Vergleich zum Beginn der 1990er Jahre deutlich zurückgegangen ist und ein Großteil der Bevölkerung in erster Linie den Handlungsbedarf auf staatlicher Seite und weniger im Unternehmensbereich oder den privaten Haushalten sieht. Die derzeitige Energie- und Umweltsituation ist jedoch keineswegs befriedigend, weshalb weitere große Anstrengungen zur Effizienzsteigerung als notwendig erachtet werden.¹⁴⁶

¹⁴³ Vgl. Bfai (2008a).

¹⁴⁴ FEWE, Fundacji na Rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii, übersetzt Stiftung für Energieeffizienz

¹⁴⁵ Bafai (2008a).

¹⁴⁶ Vgl. Centrum Badania Opinii Społecznej (2006) CBOS Umfrageergebnisse CBOS BS/113/2006: Postawy wobec środowiska naturalnego, Warszawa, lipiec 2006: so sank der Anteil der Befragten, welche der Zustand der Umwelt in Polen sehr beunruhigte von 79 % (1993) auf 40 % (2006), während der Anteil

Hierbei bedarf es internationaler Kooperation und der gemeinsamen Projektentwicklung im Rahmen der europäischen Förderprogrammkulisse.

So könnte analog zum Poland-Japan-Energy Conservation Technology Center¹⁴⁷, welches anwendungsorientiert Unterstützung zur Steigerung der Energieeffizienz anbietet, ein bilaterales deutsch-polnisches Zentrum für rationelle Energieanwendung eingerichtet werden. Aufgrund der kohlenstoffdioxidintensiven Energieerzeugung und der noch relativ ineffizienten Schwerindustrie steht Polen an vierter Stelle¹⁴⁸ der CO₂-Emittenten der Europäischen Union und birgt erhebliche Reduktionspotentiale auch im Rahmen des Europäischen Emissionshandels. Ebenso können die flexiblen Kyoto-Mechanismen, welche in Kapitel 6.2 dieser Arbeit ausführlich beschrieben werden einen wesentlichen Beitrag zur Steigerung der Energieeffizienz und Reduktion der CO₂-Emissionen leisten. Dabei sind Kernbranchen oder einzelne Unternehmen zu identifizieren und die Projektergebnisse als best-practice-Beispiele herauszuarbeiten und zu kommunizieren. Hierbei sind der polnische Staat wie auch die Unternehmen gleichermaßen gefordert, die Entwicklung über Anreizsysteme für betriebliche Maßnahmen und kontinuierliche gegenseitige Kommunikation sowie Erfahrungsaustausch die Energieeffizienzsteigerung positiv zu beeinflussen.

5.6.4 DIE INDUSTRIE RUMÄNIENS UNTER ENERGETISCHEM GESICHTSPUNKT

Mit dem am 01. Januar 2007 vollzogenen Beitritt Rumäniens und Bulgariens zur Europäischen Union (EU) wuchs die Gemeinschaft auf nunmehr 27 Mitgliedsstaaten an, deren unterschiedliche Strukturen und Entwicklungen eine große Herausforderung für die Stabilität der Europäischen Union darstellen.

Der Energiesektor wird auf Grund seiner Bedeutung für die Wirtschaft und damit einhergehenden öffentlichen und sozialen Zusammenhängen, bedingt durch dessen strategische Infrastruktur, als besonders bedeutend für die rumänische Volkswirtschaft angesehen und genießt demnach einen hohen Stellenwert in der rumänischen Politik.

Bei der Betrachtung der Exergieeffizienz¹⁴⁹ zwischen Bulgarien, Griechenland, der Türkei und Rumänien weist das letztgenannte Land die schlechtesten Werte auf, wobei der Trend zur Nutzung inferiorer und emissionsverursachender Brennstoffe sogar fortgesetzt wird.¹⁵⁰

der Befragten, welche der Zustand der polnischen Umwelt nur wenig beunruhigte von 12 % (1993) auf 45 % (2006) anstieg.

¹⁴⁷ www.pjcee.pl am 11.06.2009.

¹⁴⁸ Cosijns, L, D'haesseler, W. (2006) S. 212.

¹⁴⁹ Exergieeffizienz ist hier definiert als der Quotient aus der erzeugten Elektroenergie bezogen auf die Summe der eingesetzten Brennstoffmengen und deren Exergieanteilen.

¹⁵⁰ Vgl. Koroneo, C. et. al. (2007) Electric energy sustainability in the Eastern Balkans.



Im Allgemeinen wurde der Energie- und Umweltpolitik in Rumänien ein deutlich geringerer Stellenwert beigemessen, als dies in den anderen südosteuropäischen Staaten der Fall ist, was sich beispielsweise auch an der Aktualisierung des Umweltgesetzes erst im Jahr 1995, als eines der letzten Länder der Region, verdeutlicht.

Die rumänische Industrie verzeichnet, hauptsächlich strukturell bedingt, eine Verringerung des energetischen Endverbrauchs von knapp 59 % im Jahr 1990 auf 29 % im Jahr 2009.¹⁵¹

Ausgehend von der Entwicklung des Bruttoinlandproduktes lässt sich für den Zeitraum 1999 -2005 eine Entkopplung von Wirtschaftswachstum (34,5 %) und dem Anstieg des Energieverbrauchs (9,7 %)¹⁵² feststellen, welche sich in den Industrienationen erstmals nach der ersten Ölkrise 1973 bemerkbar machte.

¹⁵¹ Eurostat (2011a).

¹⁵² Rugina, V. Vortrag anlässlich des 16. Zittauer Seminar zu energiewirtschaftlichen Situation in den Ländern Mittel- und Osteuropas am 05.10.2006.

In der nachstehenden Abbildung 12 ist die Zusammensetzung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren dargestellt.¹⁵³

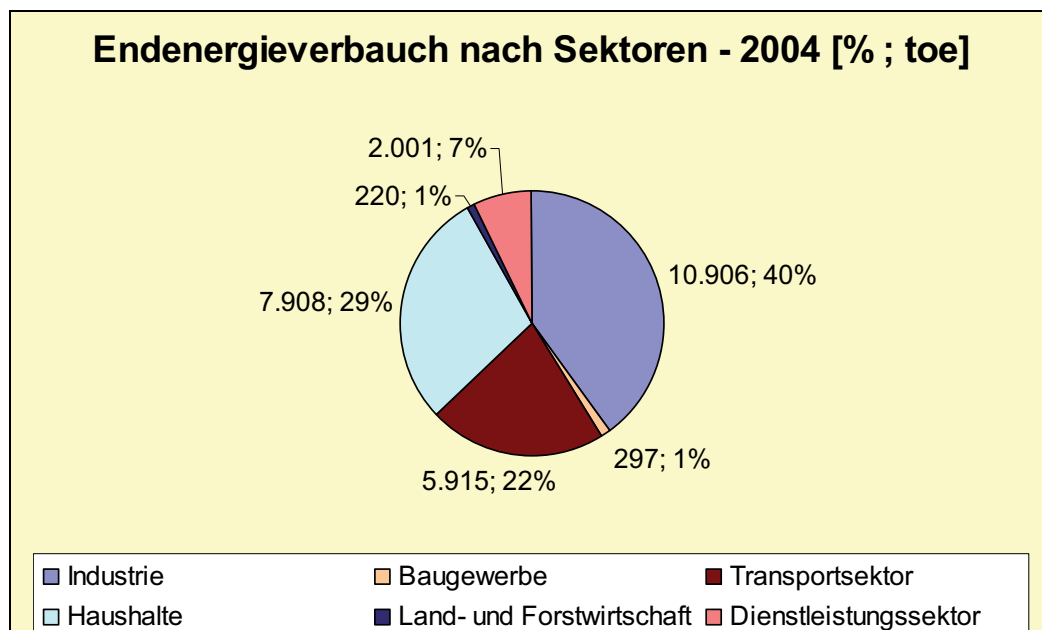


Abbildung 12 rumänischer Endenergieverbrauch nach Sektoren - 2004

Quelle: Romanian National Institute of Statistics, Energetic Balance of Romania, Statistic Yearbook of Romania – collections

Es wird deutlich, dass der Industriesektor immer noch mit Abstand den größten Energieverbrauch aufweist und damit Effizienzpotentiale für die Übertragung von Erfahrungen im Bereich des Energiemanagements im Sinne von best-practice-Transfer vorhanden sind.

Diese könnten in der Praxis vor allem durch folgende Maßnahmen umgesetzt werden:

- Stärkere Fokussierung auf Energieeffizienz bei zukünftigen internationalen Energiehandelsverträgen
- Einstieg in den Handel mit Emissions-Zertifikaten
- Umsetzung von Mindestanforderungen an die Effizienz neuer Strom-, Wärme- und Kälteanlagen sowie deren Übertragungsnetze

Während des Beitrittsprozesses zur Europäischen Union wurde bereits ein Großteil der Rechtsvorschriften hinsichtlich der Steigerung der Energieeffizienz und der Förderung erneuerbarer Energien in rumänisches Recht umgesetzt.

¹⁵³ Die statistischen Daten sind nur mit größeren zeitlichen Verzögerungen erhältlich. Der allgemeine Trend bleibt dennoch der Gleiche, sodass die dargestellten Werte in ihrer Grundaussage auch heute relevant sind.



Mit Rumänien erhielt ein aufstrebendes Land die Mitgliedschaft in der Europäischen Union, welches jedoch in vielen Bereichen von Politik und Gesellschaft noch enormen Nachholbedarf hat. Auch der Energiesektor steht vor gewaltigen Herausforderungen, zum Einen aufgrund der stetig wachsenden Nachfrage nach Energiedienstleistungen durch den steigenden Wohlstand der Bürger, zum Anderen durch die weltwirtschaftlichen Versorgungsherausforderungen, welche insbesondere aus dem enormen und anhaltenden Anstieg der Energie- und Rohstoffnachfrage in den Schwellenländern resultieren.

Der Einsatz veralteter und ineffizienter Technik verschärft diese Situation, da die ineffiziente Nutzung der Energierohstoffe eine zusätzliche monetäre und auch ökologische Belastung darstellt.

Dennoch bestehen, durch die nunmehr erfolgte Einbindung Rumäniens in die Gemeinschaft Europas, eine Reihe von nutzbaren Potentialen durch ausländische Direktinvestitionen und die kontinuierliche Umsetzung der EU-Richtlinien im Umweltbereich sowie bei der Harmonisierung des grenzüberschreitenden Waren- und (Energie-) Dienstleistungsverkehrs.

Auch der Handel mit CO₂-Zertifikaten oder das EU-Labeling-Programm für Haushaltsgeräte sind Beispiele, wie die Integration Rumäniens sich positiv auf die Steigerung der Energieeffizienz auswirken kann.

Dass Rumänien diesen Weg gehen und die damit verbundenen Chancen nutzen möchte, haben die großen Anstrengungen, die im Zuge des Beitrittsprozesses unternommen wurden, gezeigt.

Nunmehr liegt es an der Europäischen Gemeinschaft, den Integrationsprozess weiter voranzutreiben, wobei dem Energiebereich durch seine vielfältigen Implikationen eine Schlüsselkompetenz zukommt.

In diesem Zusammenhang essentiell ist die gemeinsame strategische Ausrichtung, interne und externe Kommunikation sowie die kritische Reflexion der transnationalen Erfahrungen innerhalb der Staatengemeinschaft.

Nur so wird es möglich sein, der infolge des globalen Energienachfrageanstiegs zunehmend schwieriger werdenden Beschaffungssituation auch aus klima- und umweltproblemkausierender Perspektive, gerecht zu werden.

Dieser Exkurs und die vielfältigen wirtschaftlichen Verbindungen lassen eine Fokussierung auf das Transformationsland Rumänien im Rahmen der Fallstudie in Kapitel 8 als angebracht erscheinen.

5.7 TRANSAKTIONSKOSTENTHEORIE

5.7.1 DIE TRANSAKTIONSKOSTENTHEORIE IM RAHMEN DER NEUEN INSTITUTIONENTHEORIE

Transaktionen stellen die Transformation von Verfügungsrechten an Gütern und Produktionsfaktoren am Markt dar und entwickeln in ihrer Umsetzung entsprechend Kosten.¹⁵⁴

Märkte sind im Allgemeinen durch eine Reihe von Fehlverhalten gekennzeichnet, die aus Unsicherheiten und Volatilität in Bezug auf Liefer- und Absatzpreise sowie legislativen Rahmenbedingungen resultieren.

Die Transaktionskostentheorie ist eine interdisziplinäre¹⁵⁵ Theorie ökonomischer Beziehungen, die als Vertragsprobleme auftreten und erfasst werden.¹⁵⁶

Transaktionskosten sind eine Tatsache in praktisch jedem Markt¹⁵⁷ und treten demnach auch im Rahmen marktbasierter Mechanismen, wie dem Emissionshandel, auf.

Über die Transaktionskosten wird der Versuch unternommen Institutionen, wie beispielsweise Unternehmen, in die ökonomische, genauer gesagt in die Neue Institutionentheorie, zu integrieren nachdem Stabilitäts- und Effizienzaspekte der Gleichgewichtstheorie mit den bisherigen Ansätzen nicht vollständig erklärbar waren.¹⁵⁸

Im Vergleich mit anderen Ansätzen der Organisationsanalyse ist die Transaktionstheorie stärker mikroanalytisch und trifft bewusste Verhaltensannahmen. Unternehmen, als vergleichbare Institutionen, werden demnach nicht als Produktionsfunktionen, sondern vielmehr als Überwachungs- und Beherrschungssysteme mit spezifischen Produktionsfaktoren aufgefasst, wobei der Fokus auf der ex post Absicherung der Vertragseinhaltung liegt.¹⁵⁹

Die Unsicherheit des Verhaltens der Marktakteure ist ein zentraler Bestandteil der Transaktionskostentheorie, da in vielen Entscheidungssituationen ebenso ein opportunistisches Verhalten angenommen werden kann.¹⁶⁰ Es gilt demnach die Faktorspezifität von unterschiedlichen Standorten sowie von Human- und Sachkapital gegeneinander abzuwägen und zu bewerten.¹⁶¹

¹⁵⁴ Commons, J.(1931) S. 652.

¹⁵⁵ So tangiert die Transaktionskostentheorie neben den Wirtschaftswissenschaften auch die Rechts- und Organisationswissenschaften.

¹⁵⁶ Williamsson (1990) S. 324.

¹⁵⁷ Matisoff, D. (2010) S. 13.

¹⁵⁸ Vgl. Löchel (1994) S. 20.

¹⁵⁹ Williamsson (1990) S. 324.

¹⁶⁰ Hayek (1945) S. 524.

¹⁶¹ Williamsson (1990) S. 62.

In der Abbildung 13 werden die Einflussgrößen auf eine Transaktion unter der Annahme eines bestimmten Verhaltens bezüglich einer Transaktion dargestellt.

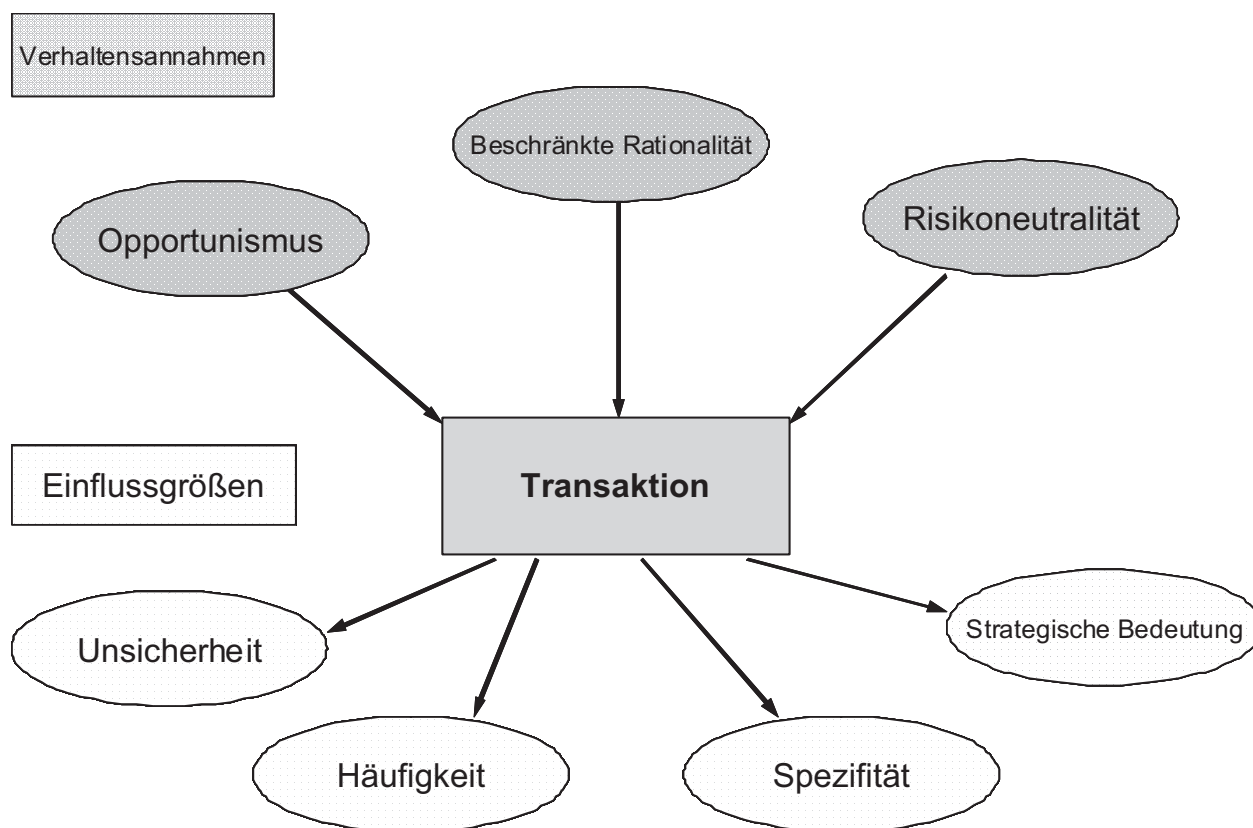


Abbildung 13 Einflussgrößen einer Transaktion

Quelle: Picot (1991) S. 148

PICOT geht demnach davon aus, dass die Einflussgrößen Spezifität, strategische Bedeutung, Unsicherheit der Transaktionssituation und die Häufigkeit der Situation die Entscheidung zur Durchführung einer Transaktion prägen.¹⁶²

Die bereits erwähnte Faktorspezifität kennzeichnet folglich die Substituierbarkeit der transaktionsspezifischen Energieeffizienzinvestitionen in der Planungs- und Realisierungsphase. Sie ist umso geringer, je trivialer sich die Übertragung einer derartigen Investition auf einen anderen Wertschöpfungspartner gestaltet, ohne dass diese an Wert beziehungsweise ökonomisch-ökologischen Effekt verliert. Die Unsicherheit wird differenziert zwischen Umweltunsicherheit, bestimmt durch den Komplexitäts- und Veränderungsgrad der Umwelt sowie die Verhaltensunsicherheit, welche durch ein opportunistisches Verhalten der Wirtschaftssubjekte generiert wird.¹⁶³

¹⁶² Picot, A. (1991) S. 148.

¹⁶³ Teichmann, S. (1995) S. 161.

Die Häufigkeit der Entscheidung ergibt sich im dieser Arbeit zugrunde liegenden Emissionshandel aus der unternehmensspezifischen Über- beziehungsweise Unterschreitung der Reduktionsziele und der daraus resultierenden Handlungsoptionen. Sie ist in der Regel durch die mittelfristige Unternehmensplanung steuerbar, was jedoch nicht ausschließt, dass unvorhergesehene externe Einwirkungen¹⁶⁴ diese Einflussgröße tangieren.

Neben den Produktionskosten, welche die physische Transformation von Inputs zu Outputs bezeichnen und den Logistikkosten, die als Kosten der räumlichen Transformation von Gütern definiert sind, stellen die Transaktionskosten, als Kosten der rechtlichen Transformation, einen für ökonomische Institutionen relevanten Kostenbegriff dar.¹⁶⁵

NORTH (1984) definiert die Transaktionskosten wie folgt:

„Transaction costs are the costs of specifying and enforcing the contracts that underlie exchange and therefore comprise all the costs of political and economic organisation that permit economies to capture the gains from trade.“¹⁶⁶

Folglich sind die Produktionskosten im Sinne der neoklassischen Theorie als Kosten der Vertragsausführung¹⁶⁷ zu verstehen, während die Transaktionskosten als ex-ante Kosten für die Erstellung des Vertragsentwurfs und dessen Verhandlung sowie ex-post-Kosten für die Absicherung der vertraglichen Vereinbarungen gelten.¹⁶⁸

¹⁶⁴ Wie beispielsweise Markteffekte im Rahmen der Finanz- und Wirtschaftskrise seit dem Jahr 2008.

¹⁶⁵ Vgl. dazu Williamsson (1990), Löchel (1994), Windisch (1980), Teichmann, S. (1995) S. 161-163.

¹⁶⁶ North, D. (1984a) Transaction costs, Institutions and Economic History. Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft – Journal for Institutional and Theoretical Economics, Vol. 140., S. 7.; Transaktionskosten sind die Kosten der Spezifizierung und Vertragsdurchsetzung, welche Austausch unterliegen und daher alle die Kosten der politischen und ökonomischen Organisation erfassen, die Wirtschaften gestatten die Gewinne von Handelsaktionen zu vereinnahmen.

¹⁶⁷ Matthews, R.O.C. (1986), S. 906.

¹⁶⁸ Williamsson (1990) S. 325.

Die folgende Abbildung 14 gibt einen Überblick zur Einordnung der Transaktionskosten im Kontext des Kostenbegriffes:

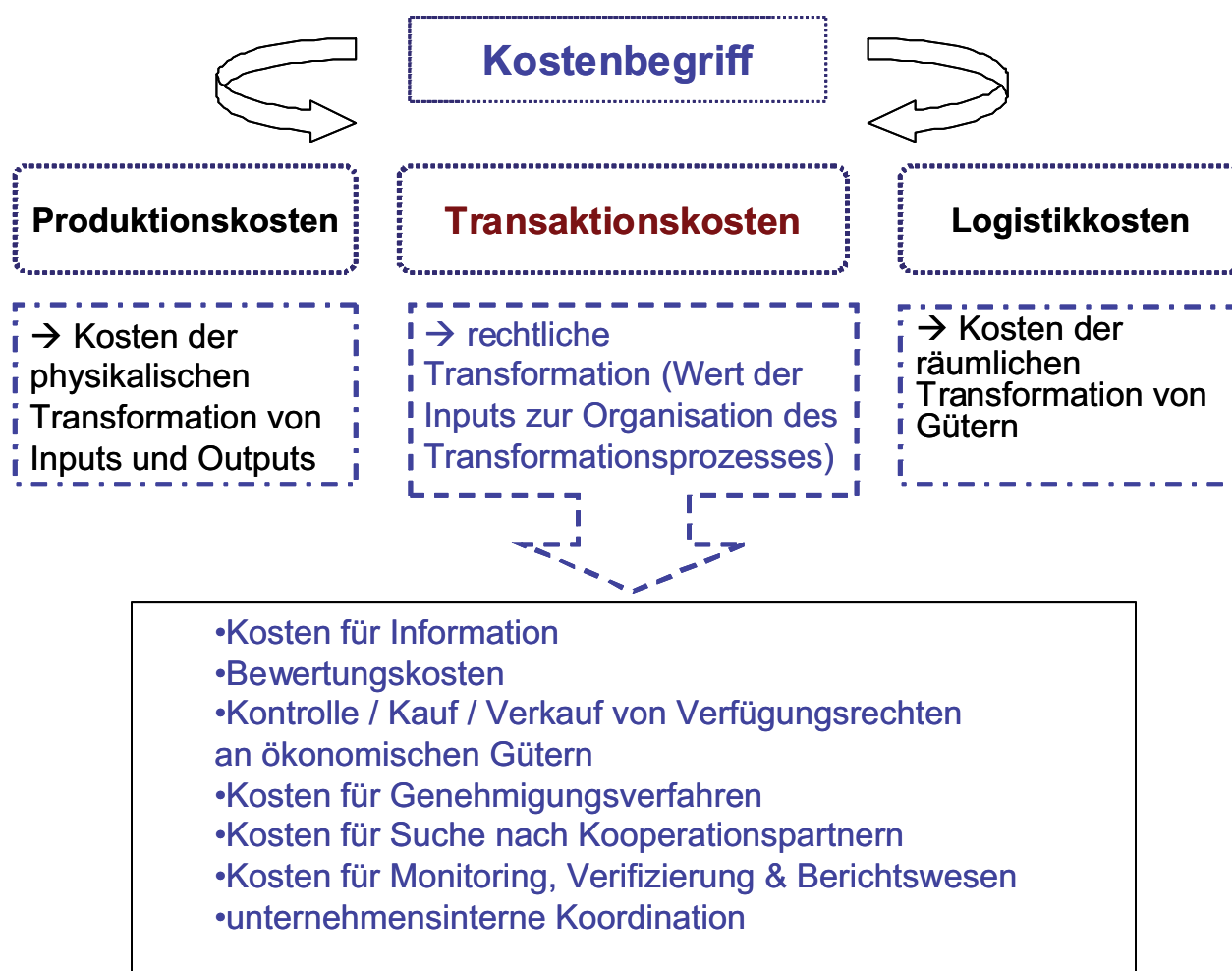


Abbildung 14 Transaktionskosten im Kontext des Kostenbegriffes

Quelle: Eigene Darstellung

In erster Linie sind unter dem Begriff der Transaktionskosten die Kosten für Informationen, Bewertungen, Genehmigungsverfahren, die Suche nach Kooperationspartnern sowie die unternehmensinterne Koordination zu fassen. Darüber hinaus beinhalten die Transaktionskosten auch die Kosten für den Kauf beziehungsweise Verkauf von Verfügungsrechten an ökonomischen Gütern.¹⁶⁹ Für die im Rahmen dieser Arbeit behandelten Auswirkungen des Emissionshandels auf die Unternehmen sind zusätzlich Transaktionskosten für das Monitoring, die Verifizierung und das Berichtswesen essentiell zu berücksichtigen.

¹⁶⁹ Vgl. Eggertson (1990) S. 193.

Damit lassen sich die Transaktionskosten als monetär bewerteter Ressourcenaufwand beim Tausch von Verfügungsrechten an Produktionsfaktoren und Gütern eindeutig von den Produktions- und Logistikkosten abgrenzen.¹⁷⁰

Ökonomische Institutionen, wie Unternehmen, Märkte oder Kooperationen von Wertschöpfungspartnern, bezwecken und bewirken hierbei eine Reduzierung dieser Transaktionskosten sowie der neoklassischen Produktionskosten. Die Lösung von Aufgaben für diese Institutionen kann auf unterschiedlichen Wegen erfolgen, wodurch sich auch unterschiedliche Kosten darstellen lassen.

Der theoretische Fall einer reinen Konkurrenzsituation würde implizieren, dass keine Transaktionskosten vorhanden wären; diese Idealvorstellung ist jedoch in der realen Welt nicht existent.¹⁷¹ Ebenso ist im Idealfall kein Wirtschaftssubjekt zur Aufstellung und Durchführung der individuell optimalen und sozial effizienten Produktions- beziehungsweise Konsumpläne auf andere, nicht seiner sozioökonomischen Charakteristik entstammenden Informationen angewiesen¹⁷², wie die Annahme vollständiger Information in der volkswirtschaftlichen Theorie suggerieren könnte.

Während die angeführten neoklassischen Gesamtkosten langfristig sinken, sehen sich die Volkswirtschaften mit einem langfristigen Anstieg der Transaktionskosten konfrontiert.¹⁷³

NORTH sieht die Ursachen hierfür darin, dass einerseits aufgrund von ineffizienten institutionellen Entwicklungspfaden, andererseits aufgrund der, aus dem Prozess der wirtschaftlichen Entwicklung eine immanente Ausdehnung von Arbeitsteilung und Spezialisierung, eine divergierende Entwicklung von Arbeitsteilung und Transaktionskosten einsetzt.¹⁷⁴

Man spricht in diesem Fall von einem tradeoff, also von einem Zielkonflikt welcher durch den kompensierenden Tauschvorgang der Produktionsfaktoren ausgelöst wird.¹⁷⁵

Dabei wird dieser tradeoff durch Faktoren wie Technologie, in Form von Skaleneffekten und Verbundvorteilen, der Art der Rivalität der Marktakteure, den Kundeneigenschaften, der Wirksamkeit von Anreizen und Kontrollen sowie von Marktunwägbarkeiten und Unsicherheiten in den einzelnen Realisierungsphasen des Projektes beziehungsweise der Zusammenarbeit beeinflusst.¹⁷⁶

¹⁷⁰ Vgl. Löchel, H. (1995) S. 25.

¹⁷¹ Helmstätter, E. (1980) S. 74 f.

¹⁷² Vgl. Windisch, R. (1980) S. 300 f.

¹⁷³ Löchel, H. (1994) S. 14.

¹⁷⁴ North (1984) S. 14.

¹⁷⁵ Williamsson (1990) S. 328 f.

¹⁷⁶ Ebenda.



5.7.2 TRANSAKTIONSKOSTEN IM RAHMEN DES EMISSIONSHANDELS

Als Transaktionskosten im engeren Sinne sind zum Beispiel die Kosten für die Identifikation und Auswahl von Investitionsalternativen sowie zur Steigerung der Energieeffizienz entlang der Wertschöpfungskette zu sehen.

Im weiteren Sinne sind sie jedoch auch in den Produktionskosten enthalten, wenn beispielsweise ein neuer Schornstein errichtet werden muss, nachdem ein Kondensationsboiler die alte Anlage ersetzt hat oder Anschlüsse verändert werden müssen, wenn ein Brennstoffwechsel von Öl zu Gas erfolgt.

Auch die Erstellung des Anforderungsprofils für einen hocheffizienten Elektromotor oder die Vertragsverhandlungen für eine Contractinglösung beim Energiebezug generieren Transaktionskosten.¹⁷⁷ Deren Anteil sinkt jedoch mit zunehmender Höhe der Investitionen und tritt ebenso in Erscheinung, wenn konventionelle Investitionen getätigt werden.

Die Kernfrage besteht demnach darin, ob die Transaktionskosten, welche mit Energieeffizienzinvestitionen verbunden sind, sich signifikant von den Transaktionskosten für andere Investitionen unterscheiden und demnach innerhalb der Kostenschätzungen auf diese Investitionen Einfluss nehmen.

Ordnungspolitisch betrachtet erfolgt beim Emissionshandel und damit verbundenen Energieeffizienzinvestitionen die Allokation der finanziellen Mittel aus staatlicher Sicht so, dass die Transaktionskosten für zentrale Politikinstanzen gegen Null tendieren, während sie entsprechend der Pigouschen Vorstellung für private Marktakteure als prohibitiv hoch einzuschätzen sind.¹⁷⁸

Es scheint daher nahe liegend, dass eine Reduktion der Transaktionskosten durch die konsequente Anwendung von politischen Instrumenten, wie der Förderpolitik oder Informationskampagnen, zur Beschleunigung der Einführung energieeffizienter Technologien, aber auch durch die Förderung von (branchenübergreifenden) Kooperationen entlang der Wertschöpfungskette angestrebt wird.¹⁷⁹

Die wirtschaftliche Größe des Marktakteurs beziehungsweise der Umfang des zu realisierenden Projektes ist entscheidend für den Anteil der Transaktionskosten an den gesamten Projektkosten.

¹⁷⁷ Ostertag, K. (1999) S. 2 f, 8.

¹⁷⁸ Monissen, H.-G. (1980) S. 345.

¹⁷⁹ Vgl. Ostertag, K. (1999) S. 13.

Die umfangreiche und komplexe Zusammensetzung der Transaktionskosten stellt ein Hemmnis zur stärkeren Nutzung von Joint Implementation und Clean Development Mechanism dar, wie die anteilige Zusammensetzung der Transaktionskosten in Relation zur Projektgröße in Abbildung 15 verdeutlicht.

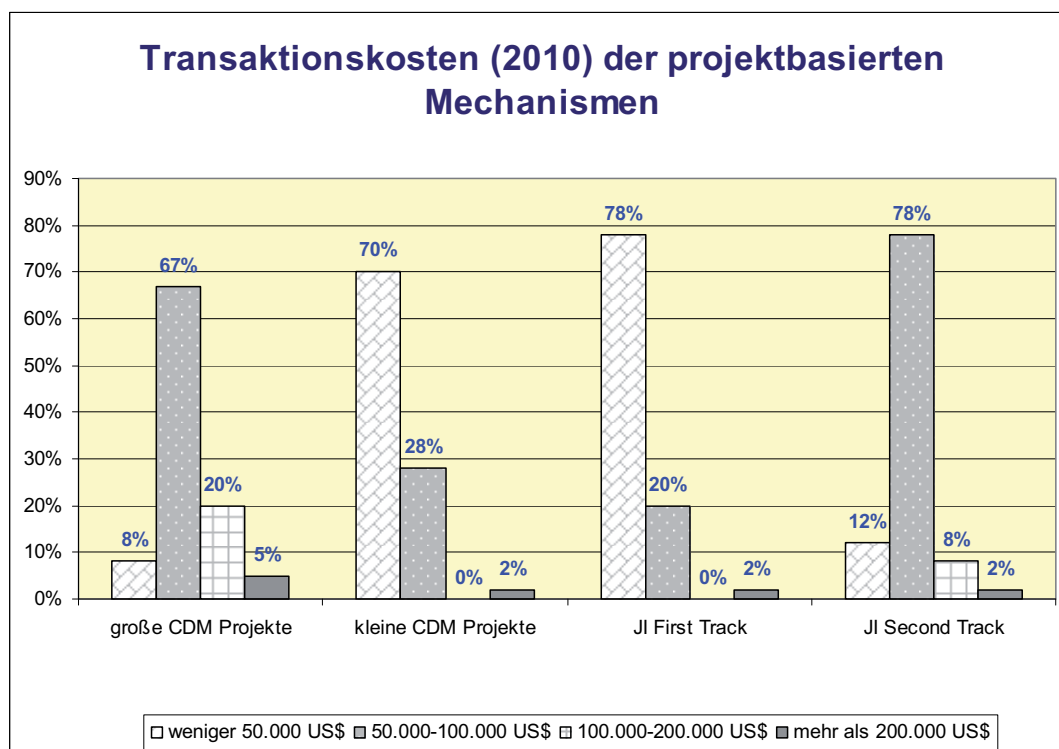


Abbildung 15 Transaktionskosten der projektbasierten Mechanismen

Quelle: Institut für angewandte Ökologie; Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (2006)¹⁸⁰

Im konkreten Fall des Emissionshandels erfolgt durch die Transaktionskosten eine Internalisierung der externen Effekte.¹⁸¹

Dabei sind neben den oben genannten Kostenbestandteilen der Transaktionskosten im Besonderen die Opportunitätskosten und alle mit dem Management des Emissionshandels verbundenen Kosten zu betrachten, das heißt auch die „deadweight losses“, als Ausgaben für Verpflichtungen des Emissionshandels, welche nicht in Emissionsminderungsmaßnahmen einfließen können.¹⁸²

Eine Reduktion der Transaktionskosten kann durch Lerneffekte erzielt werden, indem Erfahrungswerte in das Management des Emissionshandels einfließen und damit durch eine Verbesserung der unternehmensinternen Prozesse eine Kostenreduktion generiert wird. Dabei

¹⁸⁰ weltweite Delphie-Studie mit 262 Teilnehmern.

¹⁸¹ Vgl. Demsetz, (1967) S. 348; zum Begriff der Externen Effekte siehe Glossar.

¹⁸² Frasc, F. (2007) S. 3.

lassen sich Prozesse standardisieren und in Form von Routinen strukturieren, wodurch Effizienzen hergestellt und letztlich die Transaktionskosten reduziert werden können.

Die konkrete Höhe der Transaktionskosten wird folglich durch die handelnden Akteure, Unternehmensstrukturen und die ordnungspolitischen Rahmenbedingungen beeinflusst und ist nicht proportional von der eingesetzten Technologie abhängig.¹⁸³

5.8 SYSTEM -UND ENTSCHEIDUNGSTHEORIE

5.8.1 GRUNDLAGEN DER SYSTEM- UND ENTSCHEIDUNGSTHEORIE

Das Erschließen von Begrifflichkeiten stellt eine grundsätzliche Ausgangsbasis für alle weiteren Aktivitäten dar. *„Begriffe sind die Griffe, mit denen man die Dinge bewegen kann.“*¹⁸⁴

Aus diesem einführenden Satz geht deutlich hervor, dass zum Verständnis des Entscheidungsmodells, als einer Sonderform der betriebswirtschaftlichen Systematisierung, eine Erläuterung der damit einhergehenden Begrifflichkeiten essentiell ist. In diesem Kapitel wird auf die Grundlagen von Systemen und den daraus resultierenden Entscheidungsfindungsprozessen eingegangen. Es erfolgt zunächst die Definition relevanter Begriffe und der damit einhergehenden Aspekte.

¹⁸³ Vgl. Ostertag, K. (1999) S. 11 f.

¹⁸⁴ Brecht (1967) S. 1461.

Das Grundmodell der Entscheidungstheorie stellt die nachstehende Abbildung 16 dar, deren Inhalte in den folgenden Ausführungen erläutert werden.

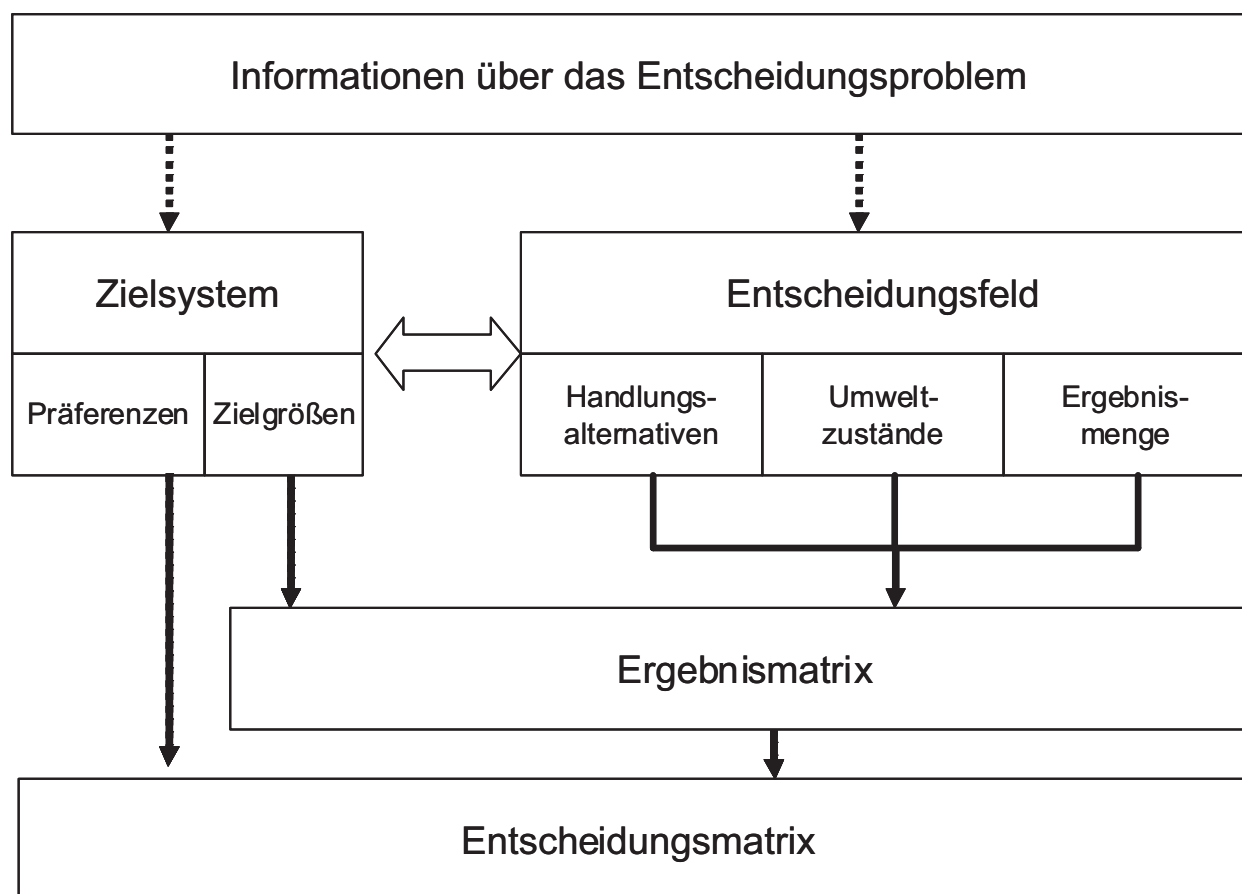


Abbildung 16 Grundmodell der Entscheidungstheorie

Quelle: Hagenloch, T., Söhnchen, W. (2006)

Werden Industrieunternehmen im weiteren Sinne als Energiesysteme betrachtet, so sind sie im Allgemeinen durch eine hohe technische Komplexität¹⁸⁵, hohe Anfangsinvestitionen, langfristige Versorgungserwartungen sowie begrenzte Energieträgerdiversifikation gekennzeichnet.

Das Verstehen der intrinsischen Relationen eines solchen Systems setzt die Beschäftigung mit dem Systembegriff¹⁸⁶ an sich und den damit verbundenen entscheidungstheoretischen Zusammenhängen voraus.

¹⁸⁵ Komplexität schließt die Verschiedenheit der Elemente und Relationen (Kompliziertheit), das prinzipiell mögliche Gestaltungspotential der Kombinationen von Elementen durch jeweils unterschiedliche Relationen (Varietät), die zeitliche Änderungsrate des Zustandes von Elementen und Relationen (Dynamik eines Systems) und die Kenntnis eines Betrachters über Menge, Qualität und Variabilität von Elementen und Relationen eines Systems (Transparenz) mit ein. Zur weiteren Abgrenzung von Komplexität und Kompliziertheit s. Vgl. Malik, F.(2000a) S.185, Wagner, R.(1995), S.73 in Kirchhof, R.(2003), S.11., Krüssel, P. (1995) S. 27 f.

¹⁸⁶ Zum Systembegriff s. u.a. Krüger (1975); Kirchhof (2003); Malik (1986 und 2000a); Weible (1983), Picot (1998) und Staehle (1999).

Für das Verständnis der Durchführung von Entscheidungsprozessen ist es relevant die Klärung der Begrifflichkeiten System, Entscheidungstheorie sowie Modell vorzunehmen.

Die Systemtheorie versucht die Erscheinungen und Gesetzmäßigkeiten unterschiedlichster, komplexer Systeme mit Hilfe einheitlicher Begriffe und Werkzeuge verständlich und bearbeitbar zu machen. Als basale Aussage definiert sich ein System als eine Menge von (eher vielen) Elementen, die in ihrer Verschiedenheit zusammenarbeiten und als Ganzes ein bestimmtes Verhalten (des Systems) aufrechterhalten. Danach sind Systeme aus einer *Vielzahl von Elementen* zusammengesetzt, zwischen denen *vielfältige Beziehungen* bestehen (Vernetzung) und welches durch eine abgegrenzte Anordnung der Komponenten gekennzeichnet ist¹⁸⁷.

Ein System ist gekennzeichnet durch

- die Festlegung seiner Grenze gegenüber der Umwelt (Systemgrenze), mit der es über Schnittstellen Materie, Energie und Informationen austauschen kann (Systemein- und ausgangsgrößen);
- Komponenten, welche bei der Erhöhung der Auflösung wiederum Systeme darstellen (Subsysteme) oder als nicht weiter zerlegbar gelten (Elemente);
- eine Ablaufstruktur in den Komponenten, welche durch spezifische Regeln und konstante respektive variable Attribute gekennzeichnet ist;
- Relationen, die Systemkomponenten miteinander verbinden (Aufbaustruktur), sodass ein Prozess ablaufen kann;
- Zustände der Komponenten, die jeweils durch Angabe der Werte aller konstanten und variablen Attribute (Zustandsgrößen) beschrieben werden;
- Zustandsübergänge der Komponenten als kontinuierliche oder diskrete Änderung mindestens einer Systemvariablen auf Grund des in dem System ablaufenden Prozesses.¹⁸⁸

Die Darstellung von Systemen erfolgt in der Regel durch:

- **Knoten** x_1, \dots, x_n (Kreise, Rechtecke) welche die Elemente charakterisieren, welche zu einem bestimmten Zeitpunkt spezifische Ausprägungen aufweisen¹⁸⁹
- **Kanten** (Verbindungslinien) als Relationen zwischen den Elementen

¹⁸⁷ VDI (2010) Richtlinie 3633 Modellierung und Simulation

¹⁸⁸ ebenda.

¹⁸⁹ Vgl. Wittmann, W. (1993) S. 383.

Abbildung 17 verdeutlicht deren Abgrenzung zur Darstellung von Ziel, Zweck und Aufgabe des Systems.

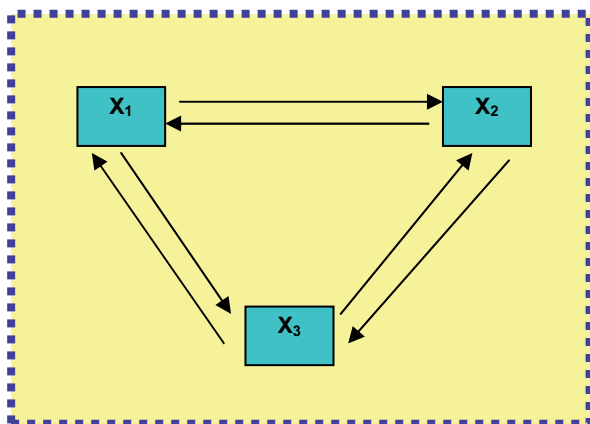


Abbildung 17 Systemdarstellung

Quelle: Krüger (1975) S. 15

In der obigen Abbildung 17 wird ein geschlossenes System dargestellt, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass keine Relationen über die gestrichelten Systemgrenzen hinausgehen. In der Realität hat man es jedoch stets mit offenen Systemen zu tun. Zur wissenschaftlichen Untersuchung wird dieses durch Vereinfachungen als abgeschlossen angenommen, um Szenariobedingungen zu spezifizieren. Durch die Interaktionen mit anderen Systemen ist es dem offenen System möglich in jeder anderen Umgebung zu existieren.

Eine weitere Systemunterscheidung wird durch die Differenzierung in statische und dynamische Systeme vorgenommen. Demnach verändern sich bei statischen Systemen, im Gegensatz zu dynamischen Systemen die Elemente und Relationen im Zeitablauf nicht.¹⁹⁰

Die Arbeiten von HEISENBERG zur Unschärfe und von EINSTEIN zur Relativität haben den Beweis erbracht, dass das Ganze weder in seinen Teilen begriffen, noch durch sie erklärt werden kann und dass der Wahrnehmungsstandpunkt entscheidend ist.¹⁹¹

Es ist sozusagen notwendig, eine ganzheitliche Sicht der Dinge anzunehmen und das Ganze und seine Teile, das Netzwerk der zwischen ihnen bestehenden Interaktionen, die Beziehungen des Systems zu seiner Umwelt, die Komplexität des Ganzen zu betrachten, um zu zielgerichteten Entscheidungen zu gelangen und die Verantwortlichkeiten dem Einzelnen Entscheidungsträger eindeutig zuordnen zu können.¹⁹²

¹⁹⁰ Vgl. Krüger (1975) S. 16 f.

¹⁹¹ Vgl. Probst, G. (1993) S. 445.

¹⁹² Vgl. Probst, G. (1993) S. 447.



Die oben erwähnte Komplexität und Mehrdimensionalität bedingen eine zielgerichtete Differenzierung der Methoden der Entscheidungsfindung, wie sie in Kapitel 5.8.2 bis 5.8.6 erläutert werden.

In der Entscheidungstheorie werden daher spezifische ziel- und wertsystembezogene Entscheidungsmodelle dokumentiert, deren logische Struktur der Bewertung und Entscheidungsfindung kriterienabhängig ist.

Auf Grund der oft unterschiedlichen Zielbeiträge einzelner Entscheidungsmodelle ist eine Beschränkung auf *ein* Modell nicht obligatorisch, wenn überhaupt möglich.¹⁹³

In diesen Entscheidungsprozess wirken daher auch Anreizsysteme und das häufige Dilemma zwischen zunächst volkswirtschaftlich und ökologisch zielführenden, mikroökonomisch scheinbar aber irrationalen Handlungsoptionen hinein. Bisher existiert in der Managementlehre kaum Wissen darüber, wie man ein System dahingehend steuern kann, sich Restriktionen zu unterwerfen und bestimmte Handlungen zu unterlassen, um Nebenwirkungen auf andere Systeme zu reduzieren.¹⁹⁴

Bei der Betrachtung von energiewirtschaftlichen Entscheidungen muss demnach sowohl der Systemkomplexität, als auch der Mehrdimensionalität der Entscheidungsoptionen Rechnung getragen werden. Somit lässt sich für diese Arbeit das Vorliegen von offenen, dynamischen unternehmerischen (Energie)-systemen annehmen, welche durch Vereinfachungen und Idealisierungen als geschlossen angenommen werden, dabei aber eine Vielzahl von systeminternen Relationen berücksichtigen.

Ausgehend von der Systemtheorie werden (Entscheidungs-) Modelle ebenso wie deren Originale als „Systeme“ illustriert, die sich, wie oben bereits erwähnt, als eine Menge von Elementen und zwischen diesen Elementen bestehenden Beziehungen (Relationen) zusammensetzen. Demnach kann ein Modell als „Abbild“ seines Originals gelten, wenn eine unverzerrte Wiedergabe der Struktur aus Elementen und deren Relationen generiert werden kann.¹⁹⁵

¹⁹³ Vgl. Pfaffenberger et. al. (1999) S. 49.

¹⁹⁴ Vgl. Müller-Christ, G. et. al. (2005) S. 18.

¹⁹⁵ Bretzke (1980) S. 29.



5.8.2 BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHE ENTSCHEIDUNGSTHEORIE

5.8.2.1 ZUM PROBLEMBEGRIFF

Entscheidungsmodelle beziehen sich auf Entscheidungsprobleme. Daher ist zunächst eine Erläuterung des Problembegriffes essentiell, um die Entwicklung eines zweckdienlichen Entscheidungsmodellbegriffes zu befördern.

Ein Subjekt befindet sich in einer Problemsituation, welche mit „Desorientierung“, „Spannung“ oder auch „Dissonanz“ charakterisiert werden kann. Es hat folglich ein Problem, wenn es eine Abweichung zwischen dem tatsächlichen oder dem ohne eigenes Handeln voraussichtlich eintretenden Zustand und dem von dem Subjekt erwünschten Zustand feststellt, ohne dass es seinen eigenen Einfluss zur Überwindung dieser Zustandsdifferenz geltend machen kann.¹⁹⁶

Probleme sind folglich subjektiv wahrgenommene Abweichungen zwischen dem Erreichten und Erwünschten, verbunden mit dem ursprünglichen Wissensdefizit, wie dieser Zwiespalt überwunden werden kann.

Um als Abbildungsgegenstände verfügbar zu sein müssen Probleme in strukturierte Sachverhalte überführt werden, da wohl strukturierte Probleme gemäß der oben ausgeführten Erläuterung keine wirklichen Probleme sind.

Die Definition von Problemen stellt wiederum ebenfalls ein komplexes Problem dar, das es aufzulösen gilt. In der Entscheidungstheorie geht man davon aus, dass ein Problem nicht aus einer völligen Unkenntnis jeglicher Handlungsoptionen, sondern vielmehr aus der großen Überfülle alternativer Handlungsmöglichkeiten resultiert. Die Problemdefinition umfasst demnach, neben der Zielbestimmung, die Beschreibung des Entscheidungsfeldes. Dadurch wird der spezifische Problemgehalt durch die Art und den Umfang der Alternativen, zwischen welchen eine Auswahl zu treffen ist, beschrieben.¹⁹⁷

Ein Unternehmer eines emissionshandelspflichtigen Unternehmens kann beispielsweise vor der Frage stehen, ob eine notwendige Reduktion von Emissionen innerhalb seines eigenen Unternehmens erfolgen sollte oder ein Erwerb entsprechender Zertifikate an der Emissionshandelsbörse wirtschaftlicher wäre.

Dieses Problem stellt sich dem Unternehmer in dieser Weise und wird nicht von ihm selbst in dieser Weise gestellt. Das Problem wird folglich als vorstrukturierte empirische Gegebenheit empfunden und somit in den Bereich der Außenwelt verlagert. Das handlungsvorbereitende Denken des Unternehmers wird von der Verpflichtung entlastet seine eigenen Voraussetzungen mit zu problematisieren. Die Vorstellung, dass ein Entscheidungsproblem ein gege-

¹⁹⁶ Vgl.: Bretzke (1980) S. 33 f.

¹⁹⁷ Schwarz, R. (2002); Bretzke (1980) S. 103 f.



benes Problem darstellt, verhindert im praktischen Entscheidungsprozess, dass sich das Entscheidungssubjekt, im vorliegenden Fall also der Unternehmer, bis zur Handlungsunfähigkeit in permanenter Reflexion verliert.

Der Unternehmer könnte schließlich auch überlegen, ob die Emissionsreduktionspflicht nicht anderweitig zu umgehen ist. Beispielsweise wäre ein rechtliches Vorgehen gegen die auferlegten Reduktionsziele denkbar; er kann aber auch über eine generelle Einstellung der emissionsverursachenden Produktion nachdenken oder über eine Verlagerung seines Unternehmens in ein Land, welches das Kyoto-Protokoll nicht ratifiziert hat und über keine Emissionsobergrenzen verfügt.

Als lösungsorientierten Entscheidungsträger steht ihm darüber hinaus die Fokussierung auf die Partnerunternehmen entlang der Wertschöpfungskette seines Unternehmens und die damit verbundene Generierung von Emissionszertifikaten mittels einer Reduktion von Kohlenstoffdioxid entlang eben dieser Kette als Handlungsoption zur Verfügung.

Im Bereich des Umweltmanagements fanden in den letzten Jahren verstärkt Controllinginstrumente Anwendung. Das Umweltcontrolling, als Instrument zur Planung, Steuerung und Kontrolle monetärer Umwelteinflussfaktoren trägt dazu bei, dem Entscheidungsträger Managementinformationen zur Verfügung zu stellen, welche die operativen Prozesse des Supply Chain Managements unterstützen sollen. Im Bereich der strategischen Entscheidungen fehlt es dagegen zumeist an qualifizierten Informationen¹⁹⁸, nicht zuletzt, weil die Kommunikation nicht integrativ zwischen den Unternehmensbereichen und entlang der Wertschöpfungskette funktioniert. Mit der Entwicklung eines auf die Wertschöpfungskette orientierten Entscheidungsmodells für Energieeffizienzinvestitionen soll diese Lücke geschlossen werden.

¹⁹⁸ Vgl.: Fahrbach, M. Heinrich, V. Pfitzner, R. (2000) S. 86.

Die Abbildung 18 zeigt, wie diverse Instrumente im Rahmen des Umweltcontrollings eingesetzt werden können. Hierbei wird deutlich, dass das Supply Chain Management im Bereich der Zielfestlegung und ergänzend das Entscheidungsmodell, als Datenbasis für die Ist-Analyse sowie als strategisches Instrument im Rahmen der Maßnahmenplanung, Anwendung finden.

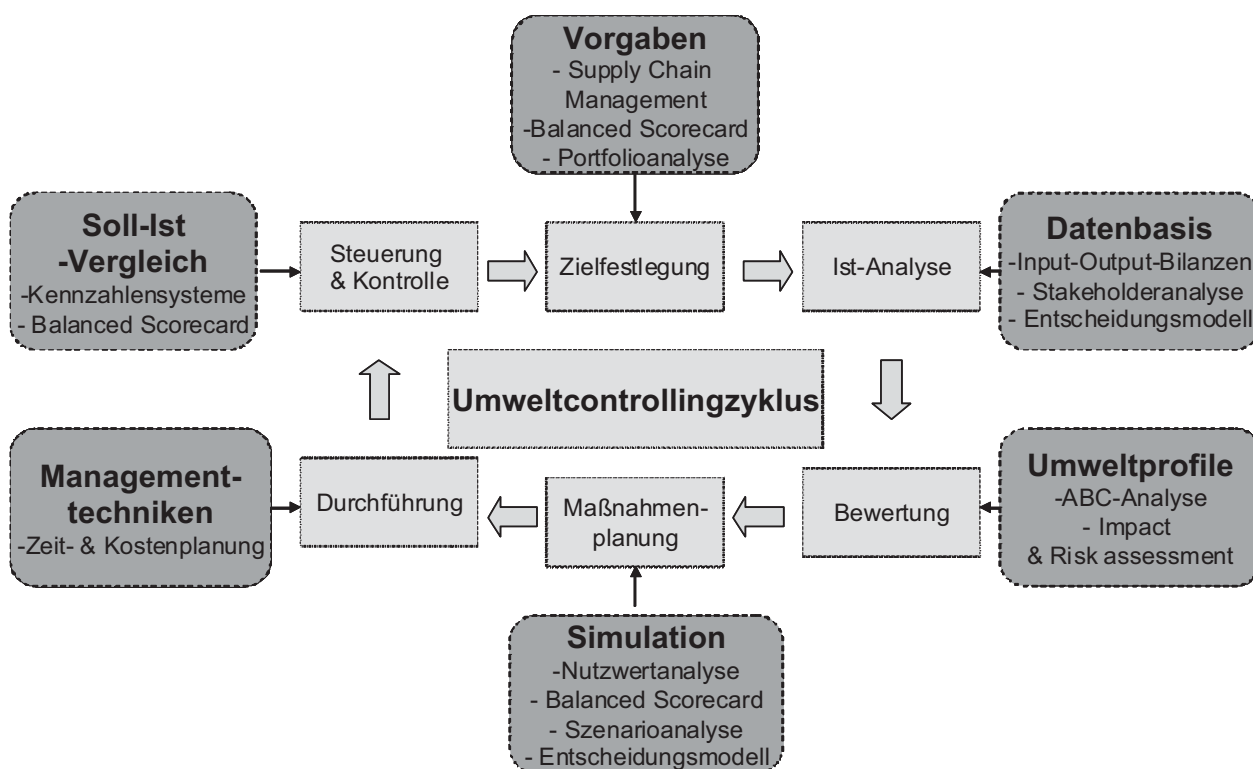


Abbildung 18 Instrumente des Umweltcontrollings

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Fahrbach, M. et. al. (2000) S. 86

5.8.2.2 ALTERNATIVENKONFIGURATION

Die Konfiguration der Handlungsalternativen setzt die Festlegung ökonomischer und technischer Rahmenbedingungen und die beabsichtigte Reichweite in Bezug auf die Stufen der Supply Chain¹⁹⁹ voraus. Die Gesamtheit der Handlungsalternativen wird als Alternativenraum bezeichnet.

Zusätzlich stellt die Kenntnis der möglichen Umweltzustände ein notwendiges Element für die Identifikation der Handlungsalternativen dar. Dabei gilt es mit Hilfe einer ausgeprägten Informationsstruktur²⁰⁰ innerhalb des Bilanzraumes die Variablen durch Signale zu beobach-

¹⁹⁹ Die Supply Chain Partner werden entsprechend ihres Beitrages zur Wertschöpfungskette und ihrer Position in dieser in Tier 1-3-Lieferanten unterschieden, vgl. Abbildung 9.

²⁰⁰ Vgl. dazu Kapitel 7.3.2



ten. In dem Umfang, wie der ökonomische Entscheidungsträger durch Signale in die Lage versetzt wird, den wahren Umweltzustand zu erkennen, ist er vollständig über die Umwelt informiert.²⁰¹

Grundsätzlich können die Alternativen in vielfältiger Weise generiert werden, wobei nicht jede Alternativenkonfiguration auch die tatsächlich gewünschten Effekte zu leisten vermag. An dieser Stelle sei auf die bereits in Kapitel 5.7 beschriebenen Transaktionskosten verwiesen. Die Anforderungen an die Alternativenkonfiguration lassen sich, bezogen auf die Inputseite, in erster Linie hinsichtlich des Investitionsaufwandes und bezüglich der Outputseite durch die Emissionsreduktionen und die eingesparte Energie aufgrund von rationeller Energieanwendung definieren. Diese Bewertungsansätze sind in evaluative, also die gegebene Alternative bewertende, und generative, d.h. durch eine Zielfunktion gesteuerte, Ansätze zu unterscheiden. Generative Ansätze müssen ebenfalls die Möglichkeit der Evaluation der erzeugten Alternativen bieten.²⁰²

Wenngleich die generativen Ansätze erlauben, *jede Kombination* der Alternativen als *eine* separate Alternative darzustellen, stößt dieses Vorgehen in der Praxis schnell an seine Grenzen. Dies ergibt sich daraus, dass die Zahl möglicher Kombinationen mit der Zahl der Alternativen exponentiell ansteigt. Es ist demnach erforderlich eine Rangfolge der einzelnen Alternativenkombinationen zu erstellen, welche die Nebenziele und die erwarteten Werte abbildet und sortiert.²⁰³ Die Bildung einer Rangfolge, im Gegensatz zu nicht-hierarchischen Zielsystemen, ist auch vor dem Hintergrund der notwendigen Voraussetzung hoher kognitiver Anforderungen an den Entscheidungsträger essentiell.²⁰⁴ Meist liegt hierbei ein kapitalwertbasiertes Verfahren zur Berechnung der Vorteilhaftigkeit zugrunde.²⁰⁵ Für die Investitionen in Energieeffizienz entlang der Wertschöpfungskette wird dieses Vorgehen in der Fallstudie in Kapitel 8.2.2 ausführlich beschrieben.

²⁰¹ Vgl. Kunz, H. (1985) S. 42.

²⁰² Tempelmaier, H., Kuhn, H. (1993) S. 59.

²⁰³ Vgl. Kasprick, R. (2002) S. 348-349

²⁰⁴ Siebert, J. (2009) S. 17.

²⁰⁵ u.a. Müller, D. (2004) S. 92.

5.8.2.3 PRÄFERENZMODELLIERUNG

Bevor die Präferenz einer Alternative vorliegen kann, sind die Alternativen und deren Konsequenzen mit systematisch entscheidungsrelevanten Kriterien zu beschreiben.²⁰⁶ Dabei sind nicht-messbare Wertfunktionen, also ordinale Aussagen, hinsichtlich der Intensität der Präferenz, und messbare Wertfunktionen, als solche, die kardinal die Präferenzstärke gegenüber den diversen Ausprägungsdifferenzen wiedergeben, zu unterscheiden.²⁰⁷

Beim Vergleich zweier Alternativen a_i und a_j , kann der Entscheidungsträger eine der beiden Alternativen gegenüber der anderen präferieren, indifferent sein oder einen Vergleich ablehnen (bzw. nicht zu einem Vergleich in der Lage sein). Mathematisch kann man Präferenzen als eine Paarbeziehung (binäre Relation) zwischen zwei Alternativen formulieren. Die binäre Relation R einer Alternativenmenge A ist eine Untermenge von $A_i \times A_j$. Für ein Alternativenpaar, welches dieser Relation genügt, verwendet man $(a_i, a_j) \in R$ oder auch kurzgefasst $a_i R a_j$. Für die Modellierung von Präferenzstrukturen werden zumeist die spezielleren Präferenzrelationen $a_i P a_j$, Indifferenzrelationen $a_i I a_j$ und Unvergleichbarkeitsrelationen $a_i J a_j$ verwendet. Im Rahmen der Modellierung von Präferenzen wird auf nachstehende Grundregeln (Axiome) zurückgegriffen²⁰⁸:

- R ist reflexiv, wenn gilt: $a_i R a_i \forall a_i \in A$;
- R ist irreflexiv, wenn gilt: $a_i \bar{R} a_i \forall a_i \in A$;
- R ist symmetrisch, wenn gilt: $a_i R a_j \Leftrightarrow a_j R a_i \forall a_i R a_j \forall a_i, a_j \in A$;
- R ist asymmetrisch, wenn gilt: $a_i R a_j \Rightarrow a_j \bar{R} a_i \forall a_i R a_j \forall a_i, a_j \in A$;
- R ist transitiv, wenn gilt: $a_i R a_j \wedge a_j R a_k \Rightarrow a_i R a_k \forall a_i, a_j, a_k \in A$;
- R ist vollständig vergleichbar, wenn gilt: $a_i R a_j \vee a_j R a_i \forall a_i, a_j \in A$

In einer Menge A können verschiedene Ordnungsrelationen definiert sein. Diese liefern Formalisierungskonzepte für Präferenzvorstellungen von Entscheidungsträgern, welche im Rahmen der Entscheidungsregeln in Kapitel 5.8.6 angewandt werden.

Es bietet sich an, die dazugehörige Entscheidungsmatrix zunächst auch rein qualitativ zu erstellen, um sich einen Überblick über die Entscheidungssituation zu verschaffen.²⁰⁹ Zur

²⁰⁶ Siebert, J. (2009) S. 17.

²⁰⁷ ebenda S. 19.

²⁰⁸ Roubens, M., Vincke, P. (1985).

²⁰⁹ Schwarz, R. (2002) S. 221.



Integration qualitativer Aspekte eignet sich die Verwendung des Begriffes „Einflussfaktoren“ im Vergleich zu „Daten“ beziehungsweise „Informationen“, welche mit zumeist quantitativen Ausprägungen bedacht sind.²¹⁰ Anschließend sind Kriterien zu identifizieren und zu gewichten und mit Hilfe der präferenzbasierten Entscheidungsregeln²¹¹ eine Bewertung zur Entscheidungsvorbereitung vorzunehmen.

Demgegenüber sind in Unternehmen häufig auch Entscheidungen zu treffen, ohne dass den Handlungsalternativen eindeutige ökonomische Konsequenzen zuzuordnen wären. An die Stelle von Ergebniszielen treten bei derartigen Entscheidungen qualitative und zeitliche Ersatzziele, wie beispielsweise eine Erhöhung der Flexibilität, die Verringerung der Ausschussquote oder auch die Erhöhung der Durchlaufzeiten in der Produktion.²¹²

Wie aus der Abbildung 5 in Kapitel 3 deutlich wird, beeinflussen ordnungspolitische Rahmenbedingungen der staatlichen Steuerungstriade auch die unternehmerischen Entscheidungsprozesse. So führt beispielsweise das, ökologisch fragwürdige, Verbot von Glühlampen dazu, dass diese potentielle Handlungsalternative ordnungspolitisch vorgegeben ist und demnach keine Alternative im eigentlichen Sinne darstellt.

Ohne derartige klimapolitische Eingriffe, die den Verbrauchern und der Industrie vorschreiben, wie und wo sie CO₂ einzusparen haben, wäre der Handel mit Emissionsrechten ein sehr sinnvolles Instrument.²¹³ Entsprechende Investitionen in eine energieeffiziente Beleuchtung müssen durch das Unternehmen vorgenommen werden, sodass sich die Frage, ob dabei energiesparende oder konventionelle Leuchtmittel eingesetzt werden, in der Form nicht mehr stellt. Es reduziert sich folglich zwar auch der CO₂-Ausstoß, aber damit verbunden ist eine Reduktion des Bedarfs an Emissionsrechten, sodass dies, durch die europaweite Ausweitung, Implikationen auf den Preis der Zertifikate und damit auf den Handel mit CO₂-Zertifikaten insgesamt hat.

Die zu Teilen negative Wirkung ordnungspolitischer Maßnahmen, wie dieses Beispiel unterstreicht, zeigt, dass der Emissionsrechtelandel an sich bereits die volkswirtschaftlich sinnvollsten Anreize schafft und daher derart spezifische ordnungspolitische Vorstöße keine explizite Notwendigkeit besitzen, sondern vielmehr in die Wahlmöglichkeiten und Handlungsoptionen der Unternehmen und Verbraucher eingreifen.

²¹⁰ Neuner, C. (2009) S. 73.

²¹¹ Zu den Entscheidungsregeln bei Unsicherheit siehe Kapitel 5.8.6.1 und zu Entscheidungen bei Risiko siehe Kapitel 5.8.6.2.

²¹² Vgl. Friedl, B. (2003) S. 41.

²¹³ Vgl. Weimann, J. (2010) S. 71.

5.8.3 UNTERNEHMENSPOLITISCHE ENTSCHEIDUNGSANSÄTZE

Neben den kostenbasierten Entscheidungsansätzen kommen in der unternehmerischen Praxis regelmäßig auch nicht quantifizierbare und qualitative Aspekte zum Tragen.

Zur adäquaten Vorbereitung der Entscheidung sind unternehmenspolitische Ansätze, wie die Argumentenbilanz, die Nutzwertanalyse sowie die Portfolioanalyse in Betracht zu ziehen.

In den nachfolgenden Ausführungen werden diese Entscheidungsansätze differenziert vorgestellt.

5.8.3.1 ARGUMENTENBILANZ

Als strategischer Ansatz verfolgt die Argumentenbilanz das Ziel, durch die qualitative Aufstellung der Vor- und Nachteile der jeweiligen Zielgröße, dem Entscheidungsträger eine erste Entscheidungshilfe zur Verfügung zu stellen. Dieses Verfahren ist jedoch entscheidungstheoretisch nicht fundiert und daher nur begrenzt einsetzbar.

Es erfolgt zunächst das Aufzeigen von Alternativen, für welche in einem zweiten Schritt ein Kriterienkatalog erstellt wird. Die Argumente für und gegen die Alternativen werden in Form einer Bilanz mit PRO und CONTRA gegenübergestellt und in einem abschließenden Schritt bewertet.

In der Tabelle 8 ist der Ansatz der Argumentenbilanz exemplarisch dargestellt. Hierbei wird als zu untersuchende Alternative innerhalb der Argumentenbilanz die Nutzung der Wertschöpfungskette für Energieeffizienzinvestitionen herangezogen.

Tabelle 8 Argumentenbilanz

PRO	CONTRA
Strategie Konzentration auf das Kerngeschäft Flexibilität	Strategie Abhängigkeiten Risiko der Zusammenarbeit
Leistung Synergieeffekte	Leistung Image-Verlust
Kosten Economies of scale entlang der Supply Chain	Kosten Steigende Kommunikationskosten Steigende Transaktionskosten
Personal Reduzierung der Personalprobleme	Personal Motivationsprobleme
Finanzen Auswirkungen auf den Jahresabschluss	Argumentengewinn für die Energieeffizienzsteigerung entlang der Wertschöpfungskette

Quelle: Eigene Erstellung in Anlehnung an Teichmann, S. (1995) S. 149



Unter der Annahme von Planungssicherheit gilt, dass wenn die Anzahl der Pro-Argumente einer Alternative, die einer anderen Alternative übersteigt, der Soll-Saldo den Argumentengewinn darstellt. Die entsprechende Alternative gilt damit als vorteilhaft. Bei einer gleichen Anzahl von Vor- und Nachteilen der Alternative bleibt eine Entscheidungsableitung des konkreten Einzelfalls offen.

Als Vorteil der Argumentenbilanz werden deren einfache Handhabung, der geringe Aufwand und die gewährleistete Transparenz angeführt.²¹⁴

Die Argumentenbilanz allein kann kein Entscheidungsmodell darstellen, da die Komplexität von Entscheidungssituationen nicht umfassend und vollständig abgebildet werden kann. Es fehlt zudem die inhaltliche Strukturierung der Kriterien und eine Differenzierung und Gewichtung von quantifizierbaren und nicht-quantifizierbaren Aspekten.

Eine Berücksichtigung der Unsicherheit von Entscheidungen ist nicht möglich und auch die Interdependenzen der Kriterien werden nur unzureichend berücksichtigt.

Darüber hinaus ist die subjektive Prägung und Gestaltungsfähigkeit der Argumentenbilanz unübersehbar, wodurch mögliche Entscheidungen beeinflusst werden können.

Als Maßnahme zur grundsätzlichen Vorbereitung von Entscheidungsprozessen erscheint die Argumentenbilanz jedoch dennoch als geeignet. Hierfür müssen Möglichkeiten zur Objektivierung des Entscheidungsprozesses, wie beispielsweise die Einbeziehung mehrerer Entscheidungsträger oder ein transparenter und quantitativer Kriterienkatalog zur Alternativenauswahl, realisiert werden.

5.8.3.2 NUTZWERTANALYSE

Die Nutzwertanalyse ist allgemein auch unter dem Begriff des Scoringmodells als heuristisches Verfahren bekannt. Den einzelnen Handlungsalternativen werden gewichtete Beurteilungskriterien zugewiesen aus deren Gesamtpunktzahl sich wiederum die Rangfolge der Alternativen ableiten lässt.

Dabei erfolgen zunächst die Bestimmung der Zielkriterien und darauffolgend deren Gewichtung. Anschließend wird der Teilnutzen der Alternativen bestimmt und der daraus resultierende Nutzwert der Alternativen ermittelt. In einem abschließenden fünften Schritt erfolgt die Beurteilung der Vorteilhaftigkeit der Alternativen.

Ein entscheidender Aspekt kommt der Identifikation der relevanten Zielkriterien für die konkreten Handlungsalternativen zu, welche wie bei der Argumentenbilanz durch unternehmensinterne sowie externe Datenquellen eruiert werden müssen. Dabei stellen die Messbarkeit und Redundanzfreiheit der Kriterien eine wichtige Anforderung an die zu erstellende

²¹⁴ Teichmann, S. (1995) S. 148.; Tempelmaier, H., Kuhn, H. (1993) S. 52.

Matrix dar. Aus Gründen der Transparenz und des Aufwands sollte eine Beschränkung auf die am höchsten bewerteten Ziele angestrebt werden.

Als Beurteilungskriterien sind **technische** (Betriebsmittel, Infrastruktur, Arbeitsphysiologie), **soziale** (Monotonie, Autonomie), **rechtliche** (Patente, Lizenzen, Rechtsvorschriften)), **umweltbezogene** (Energieverbrauch, Umweltauflagen, Abfallmengen) sowie **wirtschaftliche** Kriterien (Marktanteile, Bonitäten, Zins- und Kursrisiken, etc.) heranzuziehen.²¹⁵

Die einzelnen Kriterien unterliegen im Hinblick auf den Nutzwert der zu bewertenden Handlungsalternative unterschiedlichen Prioritäten. Daher erfolgt die Gewichtung der Kriterien durch Rangbildung und eine anschließende Normierung durch Gewichte g_i , deren Summe $\sum g_i = 1$ ergibt.²¹⁶

Die Bestimmung des Nutzens einer Handlungsalternative erfolgt durch die Rangbildung der Handlungsalternativen für deren Eigenschaftsausprägungen a_{ij} mit den Zielkriterien j .

Der Nutzwert ergibt sich anschließend als Summe der normierten und gewichteten Zielkriterien multipliziert mit deren Teilnutzen, wie nachstehende Formel 1 darlegt.

Formel 1 Nutzwertermittlung²¹⁷

$$N_i = \sum n_{i,j} \cdot g_j (i = 1, \dots, m),$$

mit g_j als Gewicht des Zielkriteriums j ; $n_{i,j}$ als Teilnutzen des Zielkriteriums j für die Alternative i und N_i als Nutzwert für die Alternative i .

Bei Vorliegen von Planungssicherheit gilt die jeweilige Alternative als vorteilhaft, welche den höchsten Gesamtnutzen aufweist. Wie bereits eingangs erwähnt, stellt die Nutzwertanalyse ein heuristisches Verfahren dar und somit keine geschlossene Entscheidungsrechnung. Die Korrektheit des Verfahrens ist, wie auch bei der Argumentenbilanz, durch die Subjektivität des Entscheidungsträgers begrenzt. Des Weiteren ist auch bei diesem unternehmenspolitischen Ansatz die Unsicherheit ein prägendes Moment und wird durch die Relevanz und Vollständigkeit der zugrunde liegenden Entscheidungskriterien begleitet. Heuristiken erfordern des Weiteren ein hohes Maß an Sachkenntnis und Intuition²¹⁸, weswegen ihr Einsatz gerade für die integrierte Wertschöpfungskettenbetrachtung nur begrenzt zielführend erscheint.

Demnach kann auch die Nutzwertanalyse nur als vorbereitendes Entscheidungsmodell angesehen werden und keine rein objektive Entscheidungsgrundlage generieren.

²¹⁵ Hering, E. (1999) S. 404.

²¹⁶ Für die Handlungsalternativen i .

²¹⁷ Schneeweiß, C. (1990), S. 13-18.

²¹⁸ Handke, S. et. al. (2000) S. 107.



5.8.3.3 PORTFOLIOANALYSE²¹⁹

Als Instrument der strategischen Unternehmensführung, Ende der 1960er Jahre von amerikanischen Beratern²²⁰ entwickelt, wird mit der Portfolioanalyse das Ziel verfolgt Chancen und Risiken zukünftiger Entwicklungen zu erfassen, zu bewerten und allgemeine Strategieempfehlungen abzuleiten.²²¹

Dabei werden in einer zweidimensionalen Darstellung für die einzelnen Unternehmensbereiche die strategischen Leitgrößen erfasst und deren *beeinflussende Faktoren* als *interne* Dimension sowie die durch das Unternehmen *nicht zu beeinflussenden Faktoren* als *externe* Dimension abgebildet.²²²

Zur Beurteilung der Chancen und Risiken des Unternehmens erfolgt eine Umweltanalyse unter Verwendung externer Informationen, während die Stärken und Schwächen des Unternehmens mit Hilfe einer internen Unternehmensanalyse eruiert werden.

Die anhand der durchgeführten Analysen abgeleitete Bewertung der Unternehmensbereiche wird in einem Portfolio graphisch vorgenommen, wobei unterschiedliche Darstellungsgrößen und Koordinaten die divergierende Wichtung der Bereiche dokumentiert. Dem Entscheider wird durch die Verteilung innerhalb der Portfolio-Felder eine Grundlage zur Einordnung der jeweiligen Unternehmensbereiche gegeben.

Im Bereich der Energieeffizienz können mit Hilfe der Portfolioanalyse Unternehmen oder Unternehmensbereiche entlang der Wertschöpfungskette auf diese Weise in einem ersten Schritt, hinsichtlich ihrer Potentiale und Handlungsnotwendigkeiten priorisiert werden.

Hierbei gilt es im Weiteren die Effizienzpotentiale in absoluter Höhe und in Bezug auf den Grad ihrer Beeinflussung zu erfassen und deren Dimension entlang der Supply Chain zu analysieren. Als Analyseinstrument und zur Vorbereitung der Entscheidung kann beispielsweise die in Kapitel 5.8.3.2 beschriebene Nutzwertanalyse verwendet werden.

Es werden Energieeffizienzkriterien²²³ ermittelt, gewichtet und innerhalb der Supply Chain eingeordnet.

Zur Einordnung innerhalb der Portfoliodimensionen gilt es in einem folgenden Schritt die Beeinflussbarkeit gegenüber den Wettbewerbern und das Veränderungsverhalten der untersuchten Energieeffizienzkriterien zu analysieren.

²¹⁹ Der Begriff Portfolio (lat. portare „tragen“ und folium „Blatt“), selten Portefeuille, bezeichnet eine Sammlung von Objekten eines bestimmten Typs beziehungsweise die schematische Abbildung zusammenhängender Faktoren im Bereich der strategischen Unternehmensplanung, Vgl. Duden - Deutsches Universalwörterbuch (2007); Duden-Fremdwörterbuch (2001).

²²⁰ McKinsey und Boston Consulting Group.

²²¹ Vgl.: Wirtschaftslexikon 24 (2009), Teichmann, S. (1995) S. 153; Hering, E. (1999) S. 397.

²²² Teichmann, S. (1995) S. 154.

²²³ Beispielsweise entsprechend der Bereiche Beleuchtung, Motoren, Klimatisierung usw.

Abschließend erfolgt die Gegenüberstellung der Bereiche in der Kategorisierung nach Stärken und Schwächen sowie Chancen und Risiken, wie Abbildung 19 in Form eines Energieeffizienzportfolios darlegt.

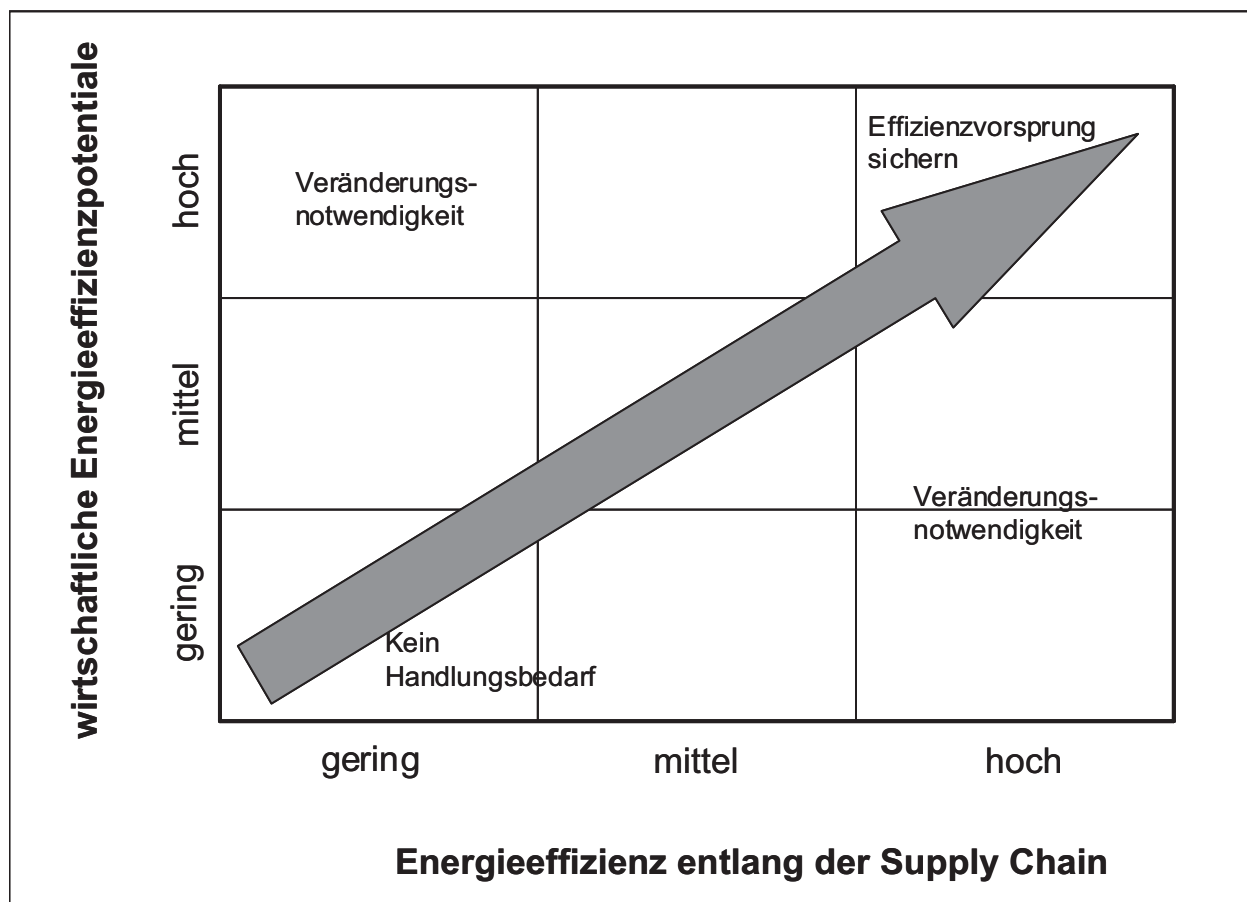


Abbildung 19 Energieeffizienzportfolio

Quelle: Eigene Erstellung

Abbildung 19 verdeutlicht, dass sich ein Handlungsbedarf aus der Energieeffizienz entlang der Wertschöpfungskette und potentiellen wirtschaftlichen Energieeffizienzpotentialen ergibt. Für die Zuordnung der Kategorien *gering*, *mittel* und *hoch* ist ein branchenspezifisches Benchmarking, wie in Kapitel 7.6 erläutert, erforderlich. Dazu wird ein Vergleich mehrerer, zum Teil aggregierter Unternehmensdaten auf der Basis von Kennzahlen vorgenommen.²²⁴ Die jeweilige wirtschaftliche Betrachtung ergibt sich aus der im Vorfeld der Portfolioerstellung durchgeführten Nutzwertanalyse.

Wie auch die Argumentenbilanz und die Nutzwertanalyse unterliegt die Portfolioanalyse dem Mangel unzureichender Objektivität, der nur marginalen Berücksichtigung von monetären Zielsetzungen und der ebenfalls nicht berücksichtigten Unsicherheit. Aus wissenschaftlicher

²²⁴ Krcmar, H. (2000) S. 167.



Sicht ist außerdem das Fehlen einer theoretischen Fundierung der Portfolioanalyse, ausgehend aus deren praktischem Ansatz, zu kritisieren.

Es wird jedoch deutlich, dass die beschriebenen unternehmenspolitischen Entscheidungsmodelle einen Beitrag zur Entscheidungsfindung leisten können, indem sie durch eine verbale und graphische Entscheidungsvorbereitung die Basis für die tiefer gehende Entscheidungsmatrix bilden.

Als alleinige Entscheidungshilfen kommen sie aus Sicht des Autors für eine fundierte und der Komplexität von Energieeffizienzinvestitionen entlang der Wertschöpfungskette gerecht werdende Entscheidung jedoch nicht in Frage.

Vielmehr wird in der vorliegenden Arbeit der Versuch unternommen ein allgemein gültiges Entscheidungsmodell für die genannte Problematik zu entwickeln, welches insbesondere die Umweltzustände, also externe Faktoren, berücksichtigt und allgemeingültig und wissenschaftlich fundierte Gestaltungsempfehlungen ableitet. Es ist aus den vorangestellten Ausführungen erkennbar, dass die auftretenden Transaktionskosten, wie in Kapitel 5.7 ausführlich beschrieben, in der Argumentenbilanz und der Portfolioanalyse keinen Untersuchungsgegenstand bilden, beziehungsweise nur qualitativ eingeordnet werden können. Sie bilden aber im Rahmen einer strategischen Erweiterung des Supply Chain Managements ein wesentliches Kriterium und sind daher in ein zu entwickelndes Entscheidungsmodell zwingend zu integrieren.

Die Komplexität der Investitionsentscheidungen erfordert einen integrativen betriebswirtschaftlichen Ansatz, welchem die unternehmenspolitischen Entscheidungsmodelle nicht gerecht werden können. Dies wird beispielsweise dadurch deutlich, dass der Emissionshandel auf Unternehmensebene zwar mikroökonomisch behandelt wird, die Betrachtung der gesamten Wertschöpfungskette jedoch eine mesoökonomische Herangehensweise impliziert und daher entscheidungstheoretisch substantiell fundiert werden muss. Insbesondere die Umwelteinwirkungen und die Ableitung einer konsistenten Zielfunktion stellen einen evidenten Aspekt des zu entwickelnden Entscheidungsmodells dar.

Aus den Erläuterungen in Kapitel 5.8.1 geht hervor, dass eine systemtheoretische Iteration der Thematik notwendig wird, zumal Unternehmen als sozio-ökonomische Systeme betrachtet werden können und Entscheidungen diverser Präferenzregeln zur Identifizierung der jeweils besten Lösung bedürfen, wie in den folgenden Kapitel 5.8.4 und 5.8.6 dargelegt wird.



5.8.4 DIE ENTSCHEIDUNGSORIENTIERTE BETRIEBSWIRTSCHAFTSLEHRE

Laut dem entscheidungsorientierten Forschungsansatz der Betriebswirtschaftslehre nach HEINEN zählt die Entscheidungstheorie zu den fachübergreifenden Lehrsätzen, welche, zusammen mit den Erkenntnissen anderer Wissenschaftsdisziplinen, so genannte Grundmodelle liefern nach denen sich die betriebswirtschaftliche Aufgabenerfüllung in Gestalt der Zielforschung, Systematisierung der Entscheidungstatbestände sowie der Erklärung und Gestaltung der Entscheidungssituation auszurichten hat.²²⁵

Ein Modell im wissenschaftlichen Sinne ist ein kognitiver Entwurf, welcher kompliziertere Strukturen und Vorgänge anschaulich machen und deren näherungsweise Berechnung zulassen soll. Dieser Definition folgend stellt ein Modell die vereinfachte Nachbildung eines existierenden oder gedachten Systems mit seinen Prozessen in einem gegenständlichen System dar.²²⁶ Es wird genutzt, um eine Aufgabe zu lösen, deren Durchführung mittels direkter Operation am Original nicht möglich, nicht rational beziehungsweise zu aufwendig wäre.

Den Untersuchungsgegenstand der betriebswirtschaftlichen Entscheidungstheorie bilden Entscheidungen, beziehungsweise Entscheidungsprozesse, im betrieblich-ökonomischen Kontext, also sämtliche Aktivitäten, die mit einer Wahlentscheidung korrelieren, wie Problemerkennung, die Suche nach Alternativen, die zielgerichtete Auswahl, die tatsächliche Entscheidung und die damit einhergehende Kontrolle. Ein Unternehmen wird hierbei als komplexes, offenes und sozio-technisches System mit ökonomischer Primärfunktion verstanden.²²⁷

Die in Kapitel 5.8.2.1 dargestellten Handlungsoptionen, welche eine deutliche Erweiterung der ursprünglichen Alternativen (bspw. eigene Emissionsreduktion versus Kauf von Emissionszertifikaten an der Börse) bedeuten, suggerieren demnach mit der Konzentration auf bestimmte Alternativen, dass eine Vielzahl von Handlungsmöglichkeiten ausgeblendet wird und als bloße Handlungsvoraussetzungen entproblematisiert werden.

Macht man sich diese Strukturüberlegung in Bezug auf die Entscheidungsmodelle zu Eigen, so sind diese als Konstruktionen von Strukturkomplexen zu verstehen, welche die Entscheidbarkeit als zusätzliche Eigenschaft dem ursprünglichen Problem hinzufügt.

Es erfolgt demnach eine systemtheoretische Komplexitätsreduktion im Verhältnis von Entscheidungsmodell und Entscheidungsproblem.

²²⁵ Heinen, E. (1969) S. 207-220.

²²⁶ Stuitable, A. (2002) S. 7, VDI (2010) Richtlinie 3633 zur Modellierung und Simulation.

²²⁷ Vgl. Krüssel, P (1995) S. 59.

Die in der Betriebswirtschaftslehre diskutierten Entscheidungsmodelle werden in formaler Hinsicht dem Kriterium der Verallgemeinerbarkeit gerecht, als sie sich in „strukturell gleicher Form in unterschiedlichen Raum-Zeit-Konstellationen wiederholen [können]“.²²⁸

Entscheidungsmodelle eröffnen die Möglichkeit, „Übersichtlichkeit und Komplexität in gewissem Ausmaß zu vereinbaren.“²²⁹ Sie bewirken eine „Steigerung der Komplexität durch die Reduktion von Komplexität“²³⁰, das heißt sie erweitern den Spielraum schlüssig kalkulierbarer Handlungsalternativen durch eine Verengung des Entscheidungsfeldes.²³¹

Der sozusagen „entscheidende“ Beitrag zur Lösung des Problems besteht folglich nicht in der Anwendung eines Lösungsalgorithmus auf ein fertiges Entscheidungsmodell, sondern in der Konstruktion eben diesen Modells.

Erste wissenschaftliche Systematisierungen mit der logischen Struktur eines Entscheidungsmodells wurden innerhalb der neoklassischen Entscheidungstheorie entwickelt.²³² Die betriebswirtschaftliche Entscheidungstheorie betrachtet die Auswahl von mehreren möglichen Handlungsalternativen im Bereich von unternehmerischen Wahlproblemen.²³³

BRETZKE fasst die konstituierenden Komponenten eines Entscheidungsmodells wie folgt zusammen:²³⁴

„Ein Entscheidungsmodell ist ganz allgemein das Ergebnis eines Versuchs, die für wesentlich gehaltenen Elemente und Beziehungen einer als „Problem“ empfundenen Handlungssituation in einer formalisierten Sprache so zu definieren, dass aus dem resultierenden Strukturkomplex die Problemlösung als logische Implikation abgeleitet werden kann.“

Die Definition von Bretzke unterscheidet sich gegenüber anderen Definitionen unter anderem dadurch, dass nicht von der Abbildung einer Entscheidungssituation gesprochen wird und der Modellbegriff nicht eine bestimmte isomorphe beziehungsweise homomorphe Relation zwischen Modell und dem modellierten Original erfordert.

Das dem Entscheidungsmodell zugrunde liegende System kann nur ein Realitätsausschnitt sein, welcher alle für relevant erachteten Strukturen und Verhaltensweisen beinhaltet, das tatsächliche System jedoch nur vereinfacht darstellt. Es muss transparent und benutzerfreundlich gestaltet sein und eine Flexibilität aufweisen, welche Änderungen und Anpassungen durch den Benutzer ermöglicht.

²²⁸ Bretzke, W. (1980) S. 204.

²²⁹ Gäfgen (1974) S. 474.

²³⁰ Luhmann (1971) S. 309.

²³¹ Vgl. Bretzke, W. (1980) S. 108.

²³² Bretzke, W. (1980) S. 16.

²³³ Vgl. Laux (2007) S. 1 f, Meyer (1999) S. 13 f.

²³⁴ Vgl. Bretzke, W. (1980) S. 8.



Modelle, welche das Entscheidungsproblem abbilden, besitzen interdependente Strukturelemente in Form von Annahmen²³⁵, deren konstitutives Element das Vorliegen einer Alternativenmenge $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ ²³⁶ ist.

Zu unterscheiden ist zwischen *normativen* und *explikativen* (deskriptiven)²³⁷ Entscheidungsmodellen. Während ein *normatives* Entscheidungsmodell *verändernd* auf das Entscheidungsverhalten einwirken muss, nimmt ein *explikatives* Entscheidungsmodell gerade umgekehrt das tatsächliche Entscheidungsverhalten als *gegeben* hin²³⁸ und leitet eine wissenschaftliche Erklärung für dieses Verhalten ab. Normative Entscheidungsmodelle treffen Aussagen darüber, wie eine Person entscheiden soll, während explikative Entscheidungsmodelle untersuchen, wie reale Entscheidungen zustande gekommen sind. Zielinhalte und die Akzeptanz faktischer und wertender Entscheidungsprämissen werden nicht thematisiert. Die normativen Entscheidungsmodelle verfolgen demnach die Zielstellung eine Strukturierung von Entscheidungsproblemen und die Ableitung logischer, zweckmäßiger Handlungsempfehlungen zu erreichen, während sich explikative Entscheidungsmodelle mit dem tatsächlichen Entscheidungsverhalten von Organisationen, Gruppen und Individuen befassen.²³⁹

Verhält sich der Entscheider bei der Anwendung eines explikativen Entscheidungsmodells nicht rational, so kann das Modell zwar zur Rationalisierung konkreter Entscheidungsprozesse beitragen, diese jedoch nicht gleichzeitig erklären. Aus diesem Grund wird das Methodenspektrum der Erkenntnisgenerierung um die Hermeneutik erweitert, wobei sozialwissenschaftliche Methoden des Deutens und Verstehens hinzugezogen werden. Dabei versuchen hermeneutische Methoden in der explikativen Entscheidungstheorie auf Basis eigener Lebenserfahrung sowie des praktischen und historischen Wissens spezifische Handlungssituationen empathisch zu rekonstruieren und empirisch nachweisbare Fakten einer Interpretation zuzuführen.²⁴⁰

In wissenschaftlich exakter Weise erfolgt eine weitere Differenzierung normativer Entscheidungsmodelle in Form von präskriptiven Modellen, wobei zu einem richtigen Verhalten bei vorgegebenen, nicht weiter hinterfragten Zielen, angeleitet wird. Dieser Differenzierung von KAHLE²⁴¹ schließt sich der Autor an. Die präskriptiven Entscheidungsmodelle erheben den Anspruch ein reales Entscheidungsproblem abzubilden und daraus unter Nutzung logisch-

²³⁵ Vgl.: Cube, H.L. v. (1983).

²³⁶ Vgl.: Dinkelbach, W. (1982).

²³⁷ Zu empirisch-deskriptiven Entscheidungsmodellen siehe auch Witte, E. (1972), weiterhin siehe Schwarz, R. (2002) S. 224-227, Corsten, H., Reiß, M. (2008) S. 44.

²³⁸ Damit wird das Ziel verfolgt dem Rationalisierungsanspruch des explikativen Entscheidungsmodells gerecht zu werden.

²³⁹ Krüssel, P. (2006) S. 61.

²⁴⁰ Vgl.: Krüssel, P. (2006) S. 59.

²⁴¹ Kahle, E. (1993) S. 24.

mathematischer Verfahren eine, im Sinne der Entscheiderpräferenzen beziehungsweise deren Nutzenkalküle, sich möglichst dem Optimum nähernde Handlungsweise zu bestimmen. Das grundlegende Konzept der normativen Entscheidungstheorie muss darüber hinaus, neben den Regeln und Prinzipien der rationalen Entscheidungsfindung, auch deren Wirkung auf die Unternehmensumwelt berücksichtigen.²⁴² Von rationaler Entscheidungsfindung spricht man, wenn sich die getroffene Entscheidung nach analytischer und transparenter Aufarbeitung sämtlicher verfügbarer Informationen als eine begründete und nachvollziehbare Entscheidungssituation ergibt. Es muss daher stets der Anspruch der Beschaffung vollständiger Informationen bestehen.²⁴³

Konstitutives Element des Entscheidungsproblems ist das Vorliegen einer Alternativenmenge $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, welche unter Betrachtung diverser Umweltzustände bewertet wird.²⁴⁴

Ein Umweltzustand entspricht einer sich ausschließenden Konstellation von Ausprägungen der entscheidungsrelevanten Daten²⁴⁵. So kann der Umweltzustand z_n beispielsweise den Status quo (z_1) sowie Veränderungen des CO₂-Zertifikatspreises bei den Umweltzuständen z_2 und z_3 bezogen auf z_1 implizieren.²⁴⁶

Die Gesamtheit der Umweltzustände wird als Umweltzustandsraum $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_n\}$, bezeichnet und stellt die Gesamtheit der Wertekonstellationen von Umweltfaktoren dar, wie Tabelle 9 beispielhaft veranschaulicht.²⁴⁷

Tabelle 9 Grundmodell der Entscheidungsmatrix²⁴⁸

Alternativen	Umweltzustände		
	z_1	z_2	z_3
A_1	2	1	9
A_2	8	0	7
A_3	3	6	5

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Löschenkohl (1996) S. 7

Das Matrixschema verweist somit auf eine elementare Klassifikation: die Unterteilung in Handlungsalternativen (als Instrumente) und Handlungsbedingungen in Form der Umweltzustände. In dem Matrixschema werden in den Zeilen die Handlungsalternativen in Form des Aktionsfeldes²⁴⁹ dargestellt, während in den Spalten die Umweltzustände, bewertet mit deren Eintrittswahrscheinlichkeit, aufgezeigt werden. In Abhängigkeit von der Eintrittswahrschein-

²⁴² Vgl. Meyer (1999) S. 15.

²⁴³ Vgl. Königspurger (1997) S.1-4.

²⁴⁴ Vgl. Dinkelbach (1982) S. 30.

²⁴⁵ Vgl. Laux (2007) S. 22 f.

²⁴⁶ Vgl. European Energy Exchange www.eex.com, Der Preis für ein EU Emissionszertifikat (EU Allowance) liegt derzeit bei etwa 16,67 €/tCO₂ am 19.11.08; am 24.06.08 hingegen wurde ein Preis von 27,30 €/t CO erzielt.

²⁴⁷ Vgl. Löschenkohl (1996) S. 7 f.

²⁴⁸ Die verwendeten Zahlenwerte dienen der Verdeutlichung des Sachverhaltes und stellen lediglich Beispielwerte dar.

²⁴⁹ Engels (1969) S. 69 in Bretzke, W. (1980), S. 12.



lichkeit der Umweltgegebenheiten wird zwischen Entscheidungen unter Sicherheit, Risiko sowie Unsicherheit differenziert.²⁵⁰

Entscheidungen bei Sicherheit liegen dann vor, wenn die Menge der Umweltzustände begrenzt und bekannt ist und deren Eintrittswahrscheinlichkeit zwischen 0 und 1 liegt.

Die tatsächliche zukünftige Entwicklung ist unsicher, daher erfolgt eine Unterscheidung in Risiko- und Ungewissheitssituationen. Risikosituationen sind dabei durch die Möglichkeit der Einschätzung von Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten von zukünftigen Ereignissen und durch bekannte Mengen von Umweltzuständen gekennzeichnet. Risiken treten in der unternehmerischen Praxis zumeist multipel, vor allem als Absatz- und Beschaffungsrisiken, rechtliche und technische Risiken, aber auch als Risiken im Bereich des Managements, wie finanzielle, Standort- oder steuerliche Risiken, auf. Weiter wird in objektive und subjektive Wahrscheinlichkeiten unterschieden. Objektive Wahrscheinlichkeiten sind dabei durch empirische Häufigkeitsverteilungen, also statistisch gesicherte Aussagen über das Eintreffen von Zukunftssituationen gekennzeichnet, während subjektive Wahrscheinlichkeiten über keine statistisch gesicherten Aussagen verfügen, sondern vielmehr auf Erfahrungswerten und der Intuition des Entscheidungsträgers beruhen.²⁵¹ Ungewissheitssituationen sind auf der anderen Seite dadurch gekennzeichnet, dass das Eintreten von Umweltzuständen nicht in Form von zahlenmäßig fundierten Eintrittswahrscheinlichkeiten beschrieben werden kann. Es gilt demnach diese Situationen im Rahmen der Entscheidungsfindung mit einzubeziehen und Lösungsansätze zu entwickeln.

²⁵⁰ Vgl. Krüssel, P. (1995) S. 62.

²⁵¹ Vgl. Kußmaul, H. (2008) S. 187; Becker, H.-P. (2009) S. 101.

In Abbildung 20 erfolgt eine differenzierte Darstellung zukünftiger Umweltzustände.

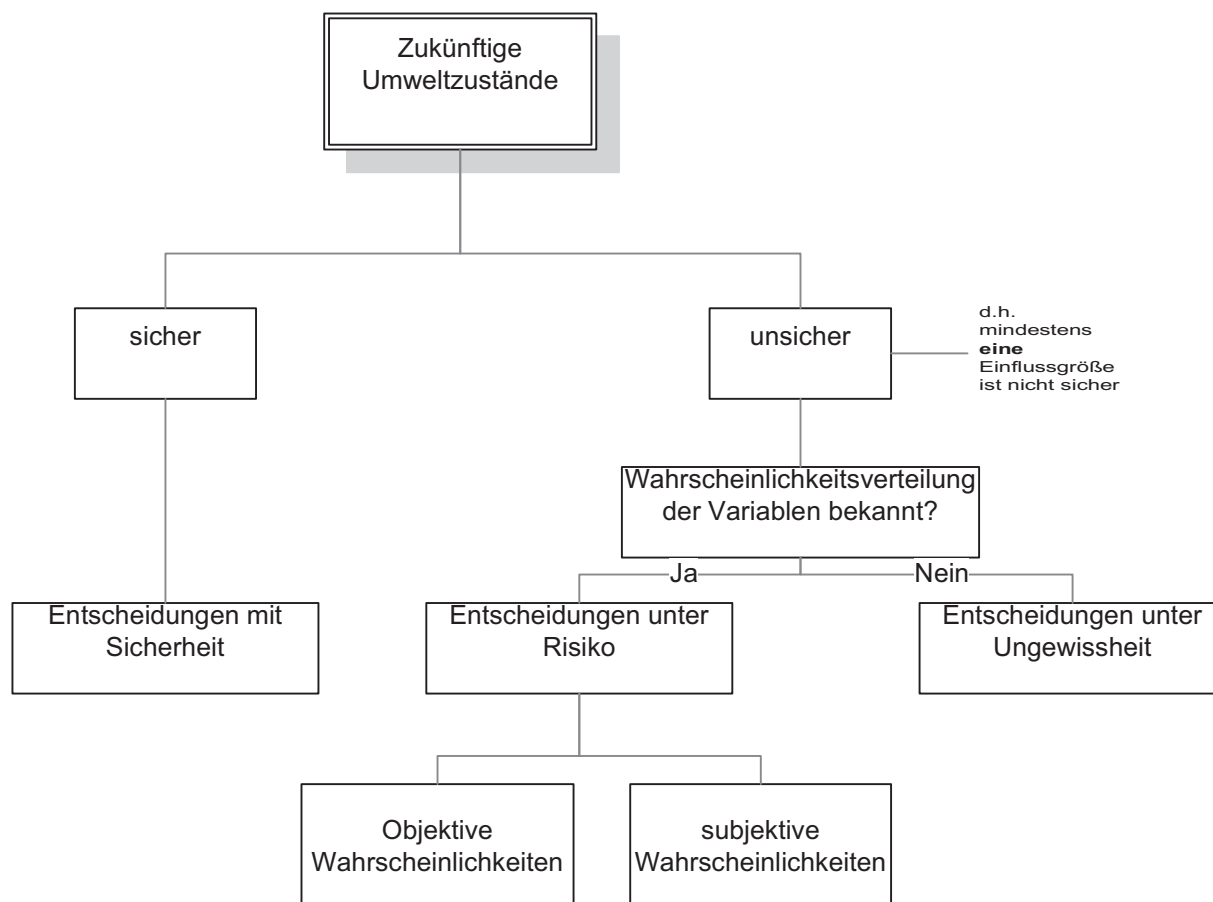


Abbildung 20 Zukünftige Umweltzustände

Quelle: Kußmaul, H. (2008) S. 188

Entscheidungsmodelle können sich auf konkrete, spezifische Handlungssituationen beziehen, welche durch Raum und Zeit begründet werden, ihnen kann jedoch auch ein übersituativer Geltungsanspruch zugrunde liegen.

Andererseits ist selbst das allgemeinste Entscheidungsmodell dadurch gekennzeichnet, dass es auf eine bestimmte Klasse von Entscheidungssituationen bezogen ist. Es ist demnach nicht allgemein, weil es immer gilt, sondern vielmehr, weil es unter bestimmten Rahmenbedingungen immer gilt.²⁵²

Normative Entscheidungsmodelle müssen also offensichtlich realistisch als auch unrealistisch zugleich sein; realistisch in der Form, dass die Modellbenutzer die Voraussetzungen dieser Modelle als brauchbare Definitionen ihrer jeweiligen Entscheidungsprobleme für gegeben hinnehmen müssen und unrealistisch, als das Ergebnis ihrer Anwendung von dem Ergebnis eines nicht modellgestützten Entscheidungsprozesses abweichen muss.²⁵³

²⁵² Vg. Bretzke (1980), S 11 f.

²⁵³ Bretzke (1980), S. 21 f.

Folglich erscheint die weitere Differenzierung des Entscheidungsmodells in *offene* und *geschlossene* Modelle als notwendig. In *geschlossenen* Modellen werden die *Entscheidungsgrundlagen als gegebene Größen*, also unabhängige Variablen angesehen, während in *offenen* Entscheidungsmodellen das *Zustandekommen dieser Grundlagen zum Untersuchungsgegenstand* wird.

Nun lässt sich vermuten, dass offene Entscheidungsmodelle den Anspruch auf Rationalisierung der geschlossenen Entscheidungsmodelle überwunden haben und somit als ultima ratio gelten. Aus Sicht des Autors kann dieser offensichtliche Mangel geschlossener Entscheidungsmodelle nur aufgehoben werden, indem man Entscheidungen als Prozesse versteht und diesen Prozessen eine vernünftige Entscheidungsmodellstruktur gibt, welche in der Praxis ihre Anwendung finden kann. In Konsequenz des eben beschriebenen Prozesscharakters der Entscheidungsfindung ist die Bezeichnung Entscheidungsprozessmodell aus Sicht des Autors zutreffender.

In der nachstehenden Tabelle 10 wird die Methodologie der rationalen Konstruktion von Entscheidungsmodellen dargestellt.

Tabelle 10 Methodologie von Entscheidungsmodellen

Modellstruktur	geschlossen	offen
Modellfunktion		
explikativ	Entscheidungsmodelle im Rahmen der klassischen Nationalökonomie	Explikative Entscheidungstheorie
Normativ	Entscheidungsmodell des Operations- Research	Methodologie der Konstruktion von Entscheidungsmodellen

Quelle: Bretzke, W. (1980) S. 23

5.8.5 MODELLKLASSEN

Je nach dem zugrunde liegenden Problem werden Modelle folgenden Klassen zugeordnet:²⁵⁴

- **Beschreibungsmodelle**, die Strukturen, Zusammenhänge und Probleme charakterisieren
- **Modelle zur Analyse von Datensammlungen**
- **Erklärungsmodelle**, welche formale, kausale und temporäre Systemzusammenhänge beschreiben
- **Prognosemodelle**, zur Abschätzung zukünftiger Entwicklungen
- **Optimierungsmodelle** zur näherungsweise Berechnung optimaler Lösungen
- **Bewertungsmodelle**, welche aus mehreren Handlungsalternativen eine solche auswählen

Beschreibungsmodelle stellen Strukturen und Zusammenhänge von Prozessen dar, ohne quantitative Werte abzuleiten. Es erfolgt lediglich eine Beschreibung von Elementen, Beziehungen und Abläufen in den jeweiligen Systemen und folglich dienen die Beschreibungsmodelle einer ersten System- und Systemumweltanalyse. Zur Umsetzung in ein Rechenmodell sind weitere Schritte notwendig.

Die **Modelle der Datenanalyse** beschreiben die Zusammenhänge innerhalb von Datenstrukturen und lassen hierbei die Beschreibung des gesamten Wirkungsgefüges außen vor. Das Prinzip folgt dem der so genannten „black box“, wonach nur ausgewählte Verhaltensmuster des Systems analysiert werden.

Erklärungsmodelle geben verbale Darstellungen eines Systems und seiner Systemkomponenten sowie deren kausale, temporäre und räumliche Zusammenhänge wieder. Als Spezialfall gelten die Wirkungsmodelle, wobei ein unabhängiger Parameter hinsichtlich seines Verhaltens bei Änderungen untersucht wird. Dies ist beispielsweise bei der Simulation der Fall, welche komplexe Systeme in Bezug auf die Auswirkungen der Zusammenhänge zwischen den Systemelementen untersucht.

Prognosemodelle dienen wiederum der Abschätzung voraussichtlicher Entwicklungen und stellen eine Erweiterung der Erklärungs- beziehungsweise Datenanalysemodelle dar.

Die **Optimierungsmodelle**²⁵⁵ ergeben sich aus der Erweiterung der Erklärungsmodelle durch Parameter, welche die Umweltsituation beschreiben und die Definition einer mathematischen Zielfunktion repräsentieren. Die Modellberechnungen generieren näherungsweise

²⁵⁴ Die in den Modellklassen angegebenen Verfahren werden an dieser Stelle nicht im Detail erläutert, da dies den Rahmen dieser Arbeit übersteigen würde; Vgl. dazu u.a. Adam, D. (1996) S. 84-86; Dinkelbach (1982), Scholl, A. (2006) S. 62 f., Koberstein, A. (2008), Schwarz, R. (2002) S. 229 f.

²⁵⁵ Optimierungsmodelle können als Heuristiken, wie lineare /nichtlineare, ganzzahlige / Quotientenmodelle; multi-criteria-, dynamisch, Fuzzy- oder grafische Modelle eingesetzt werden. Vgl. dazu Vgl. Domschke, W., Scholl, A. (2006) S. 2 f, Steiner, W., Hruschka, H. (2005), Scholl, A. (2001) S. 68 f.



optimale Lösungen als Entscheidungsvorschläge. Dies macht das Vorliegen definierter und bewerteter Ziele erforderlich und ebenso die Analyse der zugrunde liegenden Umweltzustände.

Die Handlungsalternativen sind hierbei nicht vorgegeben, sondern ergeben sich erst aus den Analyseergebnissen.

Im Gegensatz dazu verfolgen **Bewertungsmodelle** das Ziel, gegebene Handlungsalternativen, welche zur Lösung eines Problems beitragen können, zu bewerten. Die Zielfunktion ist hierbei nicht explizit formulierbar und umfasst teilweise divergierende Zielkriterien sowie nur eingeschränkte Informationen über die Zielpräferenzen des Entscheidungsträgers. Sie werden durch die Anzahl der Entscheidungsträger und die Sicherheit beziehungsweise Unsicherheit sowie das Risiko der Entscheidungssituation charakterisiert.

Den handelnden Wirtschaftssubjekten bieten die Entscheidungsmodelle einen Begriffsrahmen und die Anleitung dazu, wie eine logische Ableitung der Konsequenzen alternativer Handlungsoptionen in Bezug auf das spezifische Wertesystem erfolgen kann.

Die Entscheidungskriterien (Ziele) und die zugrunde liegenden Präferenzen (Entscheidungsregeln²⁵⁶) werden in einer Ergebnismatrix abgebildet. Mit Hilfe von Nutzenbewertungen und Schadens- oder Opportunitätskosten werden diese Parameter in eine Entscheidungsmatrix transformiert, welche wiederum die Basis für die Auswahl der jeweils bestmöglichen Handlungsalternative unter Nutzung von Entscheidungsregeln bietet.²⁵⁷

Die Entscheidungsmatrix besteht aus der Alternativenmenge A_i und den Umweltzuständen Z_n .

²⁵⁶ Siehe dazu Kapitel 5.8.6.

²⁵⁷ Vgl. Krüssel, P. (1995) S. 62

In Adaption für den konkreten Einsatz in der Entscheidungsfindung für Energieeffizienzentscheidungen wird in Tabelle 11 die in dieser Arbeit verwendete ENEFFTECH²⁵⁸-Ergebnismatrix dargestellt.

Tabelle 11 ENEFFTECH-Ergebnismatrix²⁵⁹

Alternativen a	Umweltzustand z_n				
	z_1	z_2	z_3	...	z_n
A_1	$u(A_1z_1)$ <small>²⁶⁰</small>	$u(A_1z_2)$	$u(A_1z_3)$...	$u(A_1z_n)$
A_2	$u(A_2z_1)$	$u(A_2z_2)$	$u(A_2z_3)$...	$u(A_2z_n)$
A_3	$u(A_3z_1)$	$u(A_3z_2)$	$u(A_3z_3)$...	$u(A_3z_n)$
...
A_m	$u(A_mz_1)$	$u(A_mz_2)$	$u(A_mz_3)$...	$u(A_mz_n)$

Quelle: Eigene Darstellung

Durch die ENEFFTECH-Investitionen ergeben sich Energieeinsparungen, welche eine Verringerung der CO₂-Emissionen generieren. Somit lassen sich Energieträger-spezifische Emissionsreduktionen, durch die jeweilige Maßnahme und folglich die Höhe der erzielbaren Emissionszertifikate darstellen, welche eine solide Basis für den Entscheidungsprozess bilden.²⁶¹

Die oben beschriebenen Differenzierungen von Entscheidungsmodellen machen die Vielschichtigkeit der Thematik deutlich. In Bezug auf die Modellbildung schließt sich der Autor dem *Wissenschaftsprogramm und der Methodik der entscheidungsorientierten Betriebswirtschaftslehre* an. Die Zielstellung der Arbeit und ihre thematische Ausrichtung lassen die weitere Herangehensweise über den Ansatz der normativen (präskriptiven) Entscheidungstheorie naheliegen, die den weiteren Gegenstand dieser Arbeit bildet.

²⁵⁸ Als ENEFFTECH-Investitionen (Begriff des Autors) werden Investitionen in Anlagen und Projekte zur Steigerung der Energieeffizienz in Unternehmen bezeichnet.

²⁵⁹ Als $u(A_m z_n)$ wird die Funktion des Alternativenwertes A_m unter Wirkung des jeweiligen Umweltzustandes z_n bezeichnet, im konkreten Fall ist hierunter die Berechnung des Kapitalwertes zu fassen.

²⁶⁰ mit „ $u(A_1 z_1)$ “ als spezifischem Umweltzustand.

²⁶¹ Die Berechnung erfolgt über die spezifischen Emissionsfaktoren im Verarbeitenden Gewerbe anhand der GEMIS-Datenbank; Vgl. Institut für angewandte Ökologie e.V. (2009) Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS-Datenbank) Version 4.5.



5.8.6 ENTSCHEIDUNGSREGELN

Die Anwendung von Entscheidungsregeln setzt die Festlegung eines Ziels, das es zu erreichen gilt, voraus. Außerdem gilt es festzulegen, wie die einzelnen Präferenzen des Entscheidungsträgers (risikoscheu, risikoneutral oder risikofreudig) und die Einbeziehung mehrerer Ziele (multi-criteria-analysis) im Rahmen des Entscheidungsmodells abgebildet werden können.

Durch die Präferenzen wird der subjektive Nutzen des Entscheidungsträgers ausgedrückt, welcher mit der jeweiligen Entscheidungssituation verbunden ist. Dieser Nutzen ist dabei eine abstrakte Größe, welche den Grad der Bedürfnisbefriedigung abbildet. Dabei geht die normative Entscheidungstheorie stets von einem Entscheidungsträger aus, welcher sich für eine Handlungsalternative entscheidet, die seinen Nutzen maximiert.

Nach den jeweiligen Entscheidungssituationen wird in folgende Präferenzarten unterschieden²⁶²:

- Bei der **Höhenpräferenz** führen diverse Handlungsalternativen in unterschiedlichem Ausmaß zu den zielrelevanten Ergebnissen. Die Höhenpräferenz drückt die relative Vorteilhaftigkeit für den Entscheidungsträger durch die Höhe des Ergebnisses aus. Je nach Höhenpräferenz wird dabei das jeweils höhere / niedrigere Ergebnis den niedrigeren / höheren Ergebnissen vorgezogen. Eine Ergebnisbewertung legt die Ergebnishöhe fest, ab welcher die entsprechende Bewertung vorgenommen wird.
- Die **Artenpräferenz** formuliert die Vorziehwürdigkeit bestimmter Ergebnisarten, wenn mehrere Zielsetzungen teilweise in konkurrierender Beziehung zueinander stehen. So kann beispielsweise die Festlegung von Gewichtungen verdeutlichen, dass die Reduzierung von Emissionen als vorrangiges Ziel gegenüber der Einsparung von Energie verfolgt wird.
- Für den Fall, wobei davon ausgegangen wird, dass die Ergebnisse nicht mit Sicherheit eintreten, beschreibt die **Risiko-** beziehungsweise **Unsicherheitspräferenz** die relative Bevorzugung von Ergebnissen in Entscheidungssituationen.
- Der unterschiedliche zeitliche Anfall von Ergebnissen wird durch die **Zeitpräferenz** verwertet. Um die Vergleichbarkeit sicherstellen zu können erfolgt die Normierung der Ergebnisse durch deren Diskontierung auf einen gemeinsamen Bezugspunkt. Der Ausgangspunkt dieser Überlegung liegt in der unterschiedlichen Bewertung der zukünftigen und gegenwärtigen Ergebnisse.

²⁶² Vgl. Sieben, G. / Schildbach, T. (1994) S. 25ff., Siebert, J. (2009) S. 16, Ewert, R., Wagenhofer, A. (2005) S. 34-35.



In der betriebswirtschaftlichen Praxis wird häufig von Optimierung und der Maximierung des Gewinns beziehungsweise der Minimierung auftretender Kosten gesprochen.

An diesen Extremierungszielen müssen die entsprechenden Entscheidungsprozesse ausgerichtet werden.

Auf der anderen Seite tritt das Streben nach einem Optimum in kaum einem Entscheidungsprozess als ausschließliche Form der Zielfunktion auf.²⁶³ Die betriebswirtschaftliche Praxis orientiert sich demnach vielmehr an Anspruchsniveaus, die es zu erreichen beziehungsweise zu übertreffen gilt.

Gleichzeitig wurde in den Ausführungen zu den Umweltzuständen in Kapitel 5.8.4 deutlich, dass diese ebenfalls in die Entscheidungsfindung zu integrieren sind und hierbei Risiko- und Ungewissheitssituationen eine besondere Herausforderung darstellen.

Als Lösungsansätze kommen demnach realistisch betrachtet die Einbeziehung von Risikozuschlägen auf zugrunde liegende Auszahlungen beziehungsweise Kalkulationszinssätze oder Emissionspreisentwicklungen, die Abschätzung entscheidungsrelevanter Daten nach dem Prinzip der kaufmännischen Vorsicht sowie die explizite Verarbeitung risikobehafteter beziehungsweise unsicherer Daten durch nicht-deterministische Methoden in Frage.²⁶⁴

Weiterhin besteht die Möglichkeit zur Komplexitätsreduktion; Umweltzustände mit geringen Wahrscheinlichkeiten völlig zu vernachlässigen und / oder diverse Umweltzustände, welche sich in ihren Datenausprägungen nur unwesentlich unterscheiden, zusammenzufassen und durch einen „mittleren“ Umweltzustand zu repräsentieren.²⁶⁵

Die integrative Betrachtung der gesamten Lieferkette weist eine Vielzahl entscheidungsrelevanter Umweltdaten und komplexer Interdependenzen auf, deren vollständige Abbildung und Darstellung unmöglich beziehungsweise wenig zielführend erscheint, aufgrund dessen, dass die gesamte Abbildung nur unwesentliche Informationszuwächse generiert.

²⁶³ So lässt sich unter den 306 untersuchten klassifizierten Entscheidungsprozessen dieses Extremwertstreben bei keinem dieser Prozesse als ausschließliche Form der Zielfunktion nachweisen, vgl. Hausschildt (1977) S. 67. in Bretzke (1980) S. 92.

²⁶⁴ Deterministische Verfahren ermitteln bei mehrfacher Anwendung auf ein Problem unter identischen Startbedingungen stets dieselbe Lösung. Vgl. Kaulfuß, H. (2008) S. 188., Laux, H., Liermann, F. (2005) S. 233.

²⁶⁵ Laux, H., Liermann, F. (2005) S. 233 f.

LAUX / LIERMANN schlagen demnach die Zusammenfassung repräsentativer Umweltzustände in Gestalt folgender qualitativer Merkmale vor²⁶⁶:

- a) *Geringe Variabilität*: Geringe Änderung der Umweltdaten (z. B. Marktpreise, Nachfrage, Lieferzeiten) zwischen den Perioden
- b) *Hohe Variabilität*: Hohe Änderung der Umweltdaten und Notwendigkeit einer Charakterisierung, ob diese Umweltentwicklung gut prognostiziert werden kann oder nicht.
- c) *Steigende (fallende) Tendenz der Umweltdaten*: Die Umweltdaten steigen (fallen) in der zeitlichen Betrachtung.

Die Anspruchsniveautheorie bezieht sich auf den Prozess der Alternativensuche und nicht auf die Problematik der Bewertung einer Menge gegebener Handlungsalternativen. Bildlich gesehen geht es also für ein auf sich gestelltes Entscheidungssubjekt in einem Heuhaufen nicht darum die spitzeste Nadel zu suchen, sondern lediglich darum eine Nadel zu suchen, welche spitz genug ist, um damit zu nähen. Der prozessuale Gedanke impliziert demnach, dass die Optimierung darin besteht in kürzester Zeit und mit minimalem Aufwand die spitzeste Nadel zu identifizieren.²⁶⁷

Es ist folglich auch nachvollziehbar, dass eine vereinfachte Darstellung der Umweltzustände in Bezug auf die Ergebnisdarstellung der Handlungsalternativen auch vereinfachte Kalkülüberlegungen unterstellen muss. Andererseits ist eine präzise Beschreibung des Umweltzustandes kein Garant für eine exakte Bestimmung des Erfolges der Umsetzung dazu gehöriger Handlungsalternativen. Schließlich wirken die Handlungsalternativen nicht unmittelbar auf die Erfolge innerhalb der Umweltzustände, sondern mittelbar über die Entscheidungen, welche in den einzelnen Unternehmen der Supply Chain unter vielschichtigen Interdependenzen getroffen werden. Hierbei spielen selbstredend auch diverse kulturelle Aspekte eine Rolle, wie bereits im Rahmen der Erläuterung zu den Transformationsländern Polen und Rumänien in den Kapiteln 5.6.3 und 5.6.4 angedeutet wurde.

Wenn also ein Entscheidungssubjekt einen Alternativensuchprozess nach der Befriedigung seines Anspruchsniveaus abbricht, dann bedeutet dies nicht, dass es dem Rationalisierungsprinzip widerspricht, in der Form, dass keine Extremierung stattfindet. Dieser Schluss ließe sich nur ziehen, wenn der Suchprozess nachweislich abgebrochen wird, indem ein Verzicht auf eine höhere Zielerreichung in Kauf genommen wird.

²⁶⁶ Ebenda.

²⁶⁷ Beispiel zur Illustration der Beziehung zwischen „optimizing“ und „satisfizing“, vgl. March/Simon (1958) in Bretzke (1980) S. 92 f.



Die normative Entscheidungslogik, wie sie in Kapitel 5.8.2 erläutert wurde, und die oben genannte Anspruchstheorie lassen sich also miteinander vereinbaren, wenn man als oberste Verhaltensmaxime den Begriff der Nutzenmaximierung einführt.

Jede Entscheidungssituation unterliegt bestimmten externen Einflussfaktoren und damit spezifischen Risiken. Entscheidungsregeln beinhalten Kriterien für die Herstellung einer Ordnung von Elementen im Aktionsfeld des Entscheidungsmodells. Während Entscheidungsmodelle vollständige Handlungssituationen charakterisieren, beschreiben Entscheidungsregeln einzelne kognitive Sequenzen, als Elemente und Kriterien eines Problemlösungsvorganges. *Entscheidungsregeln* setzen demnach das Vorhandensein bewerteter Alternativen anhand von bewertungsrelevanten Kriterien voraus und nehmen auf keine weiteren Elemente der Entscheidungssituation Bezug, während *Entscheidungsmodelle* über die Erfassung sämtlicher relevanter Elemente und Relationen einer Entscheidungssituation die Zusammenhänge zwischen den Handlungsoptionen und Handlungskonsequenzen rekonstruieren. Folglich können Entscheidungsregeln Bestandteile von Entscheidungsmodellen sein oder auch Entscheidungsmodelle ersetzen. Entscheidungsmodelle hingegen umfassen stets mehr als eine Regel zur Bewertung von Alternativen. Handlungsalternativen kann man jedoch nicht suchen und finden wie Pilze im Wald. Ihre Entdeckung umfasst, wenn auch in unterschiedlichem Maße, stets ein Moment von Kreativität und Systematik.²⁶⁸ Dabei wird das Vorhandensein eines elementaren Deutungsmusters, in Form des Mittel-Zweck-Schemas vorausgesetzt.

Der entscheidende Beitrag zur rationalen Problemlösung besteht folglich nicht unbedingt in der rationalen Entscheidung selbst, sondern in der Setzung von Rahmenbedingungen für die Entscheidung. Hierbei sind jedoch stets auch exogene Parameter zu beachten. Im Bereich des Emissionshandels kommen so zum einen Marktpreisrisiken, in Form unsteter Preise der Emissionszertifikate, aber auch der Brennstoffe und Elektroenergie als Entscheidungskriterien zum Tragen, zum anderen sind aber auch Mengen-, Termin-, und Kostenrisiken bei der Durchführung von Emissionsreduktionsprojekten zu betrachten. Im Folgenden wird auf einige wesentliche Entscheidungskriterien eingegangen, welche die unterschiedlichen Präferenzen des Entscheidungsträgers in die resultierende Entscheidungsfindung einfließen lassen.²⁶⁹

²⁶⁸ Bretzke, W.-R. (1980) S. 109.

²⁶⁹ Im Folgenden vgl. Sieben, G. , Schildbach, T (1990) S. 51-55.

5.8.6.1 ENTSCHEIDUNGSREGELN BEI UNSICHERHEIT

5.8.6.1.1 MINIMAX-ENTSCHEIDUNGSREGEL

Diese Entscheidungsregel entspricht einer pessimistischen Grundhaltung indem die Alternative gewählt wird, welche unter den ungünstigsten Bedingungen das maximale Ergebnis liefert.²⁷⁰

Tabelle 12 Minimax-Entscheidungsregel²⁷¹

Alternativen \ Umweltzustände	z ₁	z ₂	z ₃	Zeilenminima
	A ₁	2	1	
A ₂	8	0	7	0
A ₃	3	6	5	3 MAX

Im oben stehenden Beispiel der Tabelle 12 ergibt das Minimax-Kriterium demnach eine Entscheidung für die Alternative A₃, weil diese unter allen ungünstigen Umweltzuständen die höchste Merkmalsausprägung enthält.

Diese extrem pessimistische Sichtweise ist der größte Nachteil der Minimax-Regel, da dies nur in den seltensten Fällen die Präferenz des Entscheidungsträgers trifft.

5.8.6.1.2 MAXIMAX- ENTSCHEIDUNGSREGEL

Bei der Maximax-Entscheidungsregel wird dem Entscheidungsträger eine extrem optimistische Haltung unterstellt. Die Maximax-Regel geht vom so genannten „best case“ aus. Für jede Alternative wird das maximale Ergebnis gewählt, anschließend erfolgt die Entscheidungsfindung durch Auswahl der Alternative, deren Maximum den höchsten Wert aufweist, wie in Tabelle 13 dargelegt:

Tabelle 13 Maximax-Entscheidungsregel

Alternativen \ Umweltzustände	z ₁	z ₂	z ₃	Zeilenminima
	A ₁	2	1	
A ₂	8	0	7	8
A ₃	3	6	5	6

²⁷⁰ Im Folgenden vgl. Sieben, G. (1990) S. 51f., Schäfer, H. (2005) S. 231-235.

²⁷¹ Die nachfolgenden Tabellen zu den Entscheidungsregeln sind eigene Erstellungen des Autors.



Der Entscheidungsträger wird sich im vorliegenden Fall unter Anwendung der Maximax-Entscheidungsregel für Alternative A_1 entscheiden. Gleichwohl wird auch diese optimistische Sichtweise nur in den seltensten Fällen den tatsächlichen Entscheider-Präferenzen gerecht.

5.8.6.1.3 HURWICZ-ENTSCHEIDUNGSREGEL (PESSIMISMUS-OPTIMISMUS-REGEL)

Stellen die oben beschriebenen Entscheidungsregeln zwei Extremfälle dar, welche als Entscheidungskriterium das schlechteste (Minimax-Entscheidungsregel) beziehungsweise das beste (Maximax-Entscheidungsregel) Ergebnis zur Grundlage nehmen, so versucht man mit Hilfe der Hurwicz- Entscheidungsregel diese beiden Sonderfälle zu kombinieren. Sie stellt demnach einen Kompromiss zwischen der Maximax und Minimax-Regel dar. Zur Bewertung der Handlungsalternativen sind ein „best case“ und ein „worst case“ von Bedeutung.

In Tabelle 14 wird zunächst die Ausgangsbasis für die Pessimismus-Optimismus-Regel dargestellt.

Tabelle 14 Hurwicz-Regel Ausgangsbasis

Alternativen	Umweltzustände		
	z_1	z_2	z_3
A_1	2	1	9
A_2	8	0	7
A_3	3	6	5

Die Zusammenfassung der Ergebnisse der Minimax und Maximax- Entscheidungsregel beinhaltet Tabelle 15

Tabelle 15 Zusammenfassung Minimax und Maximax Entscheidungsregel

Alternativen	MAX	MIN
A_1	9	1
A_2	8	0
A_3	6	3

Um die Entscheidungssituation abzubilden werden die Zielerreichungsgrade der extremen Ereignisse mit Hilfe des normierten Pessimismus-Optimismus-Indexes²⁷² λ gewichtet. Der Pessimismus-Optimismus-Index bringt zum Ausdruck, inwieweit der Entscheidungsträger eine pessimistische respektive optimistische Sichtweise vertritt. Dabei muss dieser auch angeben, bei welchem λ eine indifferente Situation vorliegt. Das jeweils günstigste Ergebnis wird nun mit λ multipliziert, während das ungünstigste Ergebnis mit dem Wert $1 - \lambda$ multipliziert wird, wie in Tabelle 16 dargestellt. Über die Bildung einer Maßzahl in Form der Summe beider Werte wird der Gesamtnutzen der Alternativen und damit deren Vorziehungswürdigkeit ausgedrückt.

Tabelle 16 Hurwicz-Entscheidungsmatrix

Alternativen	MAX * λ	MIN * (1 - λ)	Σ
A ₁	2 * 0,6 = 5,4	1 * 0,4 = 0,4	5,8 MAX
A ₂	8 * 0,6 = 4,8	0 * 0,4 = 0,4	4,8
A ₃	6 * 0,6 = 3,6	3 * 0,4 = 1,2	4,8

Auch in diesem Fall erfolgt die Entscheidung zugunsten der Alternative A₁, da diese das Spaltenmaximum aufweist.

Damit liefert das Hurwicz-Kriterium eine allgemeine und risikopräferierte Entscheidungsbasis, welche die Einbeziehung Entscheidungsträger-individueller Einstellungen zur Unsicherheit gestattet.

5.8.6.1.4 SAVAGE-NIEHANS-ENTSCHEIDUNGSREGEL

Mit der so genannten Regel des kleinsten Bedauerns bezieht die Savage-Niehans-Entscheidungsregel die Risikogewichtung in die Entscheidungsfindung mit ein. Damit wird das Ziel verfolgt, dass der aus einer Fehleinschätzung der Umweltsituation resultierende Nachteil²⁷³ minimiert wird. Diese Erwartungsnutzentheorie leitet Wahrscheinlichkeits- und Präferenzaussagen ab, welche Rückschlüsse auf die Nutzenfunktion und subjektive Erwartungen hinsichtlich des Eintretens von Ereignissen zulassen.²⁷⁴

Dieser Nachteil wird durch die Bildung der Differenz aus dem zu erwartenden und dem maximal möglichen Wert ausgedrückt.

²⁷² Der Index λ kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen.

²⁷³ Dieser Nachteil wird auch als „Bedauern“ bezeichnet.

²⁷⁴ Miller, A. (2003) S. 53.

Zunächst ermittelt man dazu das Maximum jedes Umweltzustandes, wie Tabelle 17 darstellt:

Tabelle 17 Savage-Niehans-Entscheidungsregel Maximum je Umweltzustand

Alternativen \ Umweltzustände	Umweltzustände		
	z ₁	z ₂	z ₃
A ₁	2	1	9
A ₂	8	0	7
A ₃	3	6	5
MAX	8	6	9

Der maximal mögliche Nachteil erfolgt nun durch die Differenz-Bildung aus dem maximalen Wert und dem eben errechneten erwarteten Wert der Alternative je Umweltzustand.

Abschließend erfolgt die Entscheidungsfindung durch die Identifikation der Alternative, deren maximales Risiko den kleinsten Wert aufweist, wie in der Opportunitätskostenmatrix²⁷⁵ in Tabelle 18 dargestellt:

Tabelle 18 Savage-Niehans-Kriterium Entscheidungsmatrix

Alternativen \ Umweltzustände	Umweltzustände			Maximales Risiko
	z ₁	z ₂	z ₃	
A ₁	6	5	0	6
A ₂	0	6	2	6
A ₃	5	0	4	5 MIN

Gemäß der Savage-Niehans-Entscheidungsregel stellt die Alternative A₃ die Alternative des geringsten Bedauerns dar, welche durch einen pessimistischen Entscheidungsträger gewählt würde.

5.8.6.1.5 LAPLACE-ENTSCHEIDUNGSREGEL

Als letztes Entscheidungskriterium wird, über die Gewichtung mit Hilfe von unterschiedlichen Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten der Umweltzustände, das Kriterium des unzureichenden Grundes erläutert.²⁷⁶

Das Laplace-Kriterium unterstellt dabei die risikoneutrale Haltung des Entscheidungsträgers durch die Summierung der gewichteten Umweltzustände innerhalb der Entscheidungsmatrix, wie in Tabelle 19 dargelegt. Es werden gleiche Wahrscheinlichkeiten angenommen, da die

²⁷⁵ Auch als Matrix des Bedauerns bezeichnet, Vgl. Löschenkohl, S. (1996) S.19.

²⁷⁶ Corsten, H. Reiß, M. (2008) S. 42.

Eintrittswahrscheinlichkeiten der Umweltzustände unbekannt sind, sodass die Entscheidung für die Alternative mit dem höchsten Erwartungswert getroffen wird. Die Unsicherheit wird demnach in eine Risikosituation transformiert was unter der Annahme, dass für keinen Zustand eine höhere Eintrittswahrscheinlichkeit vorliegt, geschieht. Hierbei setzt die Kritik an der Laplace-Entscheidungsregel an, da die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Zustandes stets von der Anzahl der definierten Zustände abhängt, d.h. bei drei Umweltzuständen liegt die Eintrittswahrscheinlichkeit für einen Zustand gleich $1/3$, während ein zusätzlicher Umweltzustand die Eintrittswahrscheinlichkeit auf $1/4$ reduziert.

Tabelle 19 Laplace-Kriterium

Alternativen \ Umweltzustände	z_1	z_2	z_3	Σ
	Gewichtung $1/n$	$1/3$	$1/3$	$1/3$
A_1	$2 * 1/3$	$1 * 1/3$	$9 * 1/3$	4
A_2	$8 * 1/3$	$0 * 1/3$	$7 * 1/3$	5 MAX
A_3	$6 * 1/3$	$3 * 1/3$	$5 * 1/3$	4,66

Diese neutrale Einstellung bedeutet, dass unter Berücksichtigung der Umweltzustände die Alternative A_2 in Tabelle 19 das beste Ergebnis liefert.

Aus den beschriebenen Entscheidungskriterien sollte deutlich geworden sein, dass es keine Regel gibt, welche als „die richtige“ Entscheidungsregel zu bezeichnen ist. Entscheidungen sind demnach immer von der individuellen Präferenz des Entscheidungsträgers, dessen Einstellung zu dem damit verbundenen Risiko und der zur Verfügung stehenden Entscheidungszeit²⁷⁷ abhängig.

Bei sehr komplexen Entscheidungssituationen erscheint die parallele Anwendung mehrerer Entscheidungskriterien sinnvoll, wonach durch mehrfache Ergebnisgleichheit letztlich die Entscheidungsfindung erleichtert werden kann.

²⁷⁷ Vgl. Königsperger, E. (1997) S. 3.

5.8.6.2 ENTSCHEIDUNGSREGELN BEI RISIKO

5.8.6.2.1 ERWARTUNGSWERT-REGEL

Bei der Erwartungswert-Regel, welche auch Bayes- Prinzip oder auch μ -Regel genannt wird, fungiert der Erwartungswert der Zielgröße als Entscheidungskriterium. Es wird diejenige Alternative ausgewählt, welche diesen Erwartungswert maximiert.²⁷⁸

Die nachstehende Formel 2 verdeutlicht die Berechnung des Erwartungswertes μ .

Formel 2 Erwartungswert

$$\max v(A_i) = \sum_{j=1}^{\infty} p(S_j) \cdot v(x_{ij})$$

Sind mehrere Alternativen mit demselben Erwartungswert vorhanden, so werden diese als gleichwertig betrachtet.

Die Erwartungswert-Regel vernachlässigt jedoch die subjektiven Präferenzen und die RisikoEinstellung des Entscheidungsträgers, wenn z. B. Verluste für den Entscheidungsträger schwerwiegender sind, als Gewinne in gleicher Höhe.

5.8.6.2.2 μ - σ -REGEL

Durch Einbezug der Standardabweichung der zufälligen Ergebnisse berücksichtigt das μ - σ -Prinzip neben dem Erwartungswert auch das Risiko der Ergebnisse.²⁷⁹ Die Standardabweichung σ gibt demnach an, in welchem Umfang die Ergebnisse um den Erwartungswert μ streuen. Hierzu sind Optimierungsmodelle erforderlich, um die entsprechende Zielfunktion mit deren Nebenbedingungen zu lösen.

Die Standardabweichung σ berechnet sich, wie in Formel 3 dargestellt.

Formel 3 Standardabweichung

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n x_i - \mu^2 \cdot w(x_i)}$$

Dabei stellen x_i die Einzelerwartungen und $w(x_i)$ die Eintrittswahrscheinlichkeiten dar, deren Summe gleich 1 beträgt.

²⁷⁸ Vgl. Koschnick, W. (1995) S. 171, Rau, T. (2004) S. 80, Obermaier, T. Gasper, R. (2008) S. 144-147, Schredelsecker, K. (2002) S. 220, Macharzina, K, Wolf, J. (2008) S. 48, Corsten, H., Reiß, M. (2008) S. 44.

²⁷⁹ Schredelsecker, K. (2002) S. 221, Schierenbeck, H. (2003) S. 390.

Eine Handlungsalternative ist demnach vorteilhafter, als eine andere Alternative, wenn sie

- mindestens bei gleich hohem Erwartungswert eine geringere Standardabweichung aufweist;
- bei höchstens ebenso hoher Standardabweichung einen höheren Erwartungswert besitzt.²⁸⁰

5.8.6.2.3 BERNOULLI-REGEL

Aufgrund der, auf die Parameter μ und σ , eingeschränkten Sichtweise der beiden vorherigen Regeln entsteht ein Informationsverlust gegenüber der expliziten Betrachtung aller Ergebnisse e_{ij} und deren Eintrittswahrscheinlichkeiten.

Die Bernoulli-Regel weist daher jeder Handlungsalternative eine spezifische Nutzenfunktion $U(e_{ij})$ ²⁸¹ zu, wobei die Alternative mit dem höchsten Nutzen ausgewählt wird, wie in Formel 4 dargestellt.

Formel 4 Bernoulli-Regel

$$E [u(e_{ij})] = \sum_{j=1}^n u(e_{ij}) p_j \rightarrow \max(i = 1, \dots, m)$$

Man spricht hierbei auch von der Regel des gewogenen Nutzenmittels²⁸². Der Entscheidungsträger kann aber im Vorfeld auch die Handlungsalternativen angeben, bei welchen er indifferent ist und muss eine transitive Präferenzordnung erstellen, wonach $e_i \succ e_j$ und $e_j \succ e_k$ sowie $e_i \succ e_k$ folgt.

Die Bernoulli-Regel verknüpft also die Erfolgs- und Risikokriterien miteinander, wobei die Schwierigkeit in der kardinalen Quantifizierbarkeit des Nutzens liegt.²⁸³ Im Bereich des strategischen Supply Chain Managements und der eher qualitativen Zielsetzung, eine Win-Win-Situation für die Partner der Wertschöpfungskette in Form der Energieeffizienzsteigerung zu generieren, gestaltet sich die Anwendung der Bernoulli-Regel aufgrund der genannten Schwierigkeiten als wenig praktikabel.

²⁸⁰ Schierenbeck, H. (2003) S. 390.

²⁸¹ Gäfgen, G. (1974) S. 400 f.; Zimmermann, W., Stache, U. (2001) S. 285; Saliger, E. (2003) S. 60; Mensch, G. (2002) S.197; Riesenhuber, M. (2006) S. 20.

²⁸² Gäfgen, G. (1974) S. 448.

²⁸³ Hauber, R. (2002) S. 176.

5.8.6.2.4 ENTSCHEIDUNGSBAUM

Der Entscheidungsbaum kennzeichnet nicht nur die Erwartungsstruktur des Entscheidungsträgers, sondern darüber hinaus auch die möglichen Entwicklungen der Umweltzustände, die in den einzelnen Zuständen möglichen Aktionen sowie die Endergebnisse der Aktionsfolgen.²⁸⁴ Der Grundgedanke besteht darin, dass insbesondere bei mehrstufigen Entscheidungsprozessen nicht alle Lösungen hinsichtlich eines Optimums untersucht werden müssen.²⁸⁵ Das Entscheidungsbaumverfahren eignet sich zur Grobstrukturierung bei flexiblen Entscheidungen unter Risiko, also insbesondere bei der Durchführung von größeren Investitionsvorhaben.

Für den Fall, dass in jedem Zustand zwischen zwei Handlungsalternativen gewählt werden kann ergibt sich die Darstellung des Entscheidungsbaumes, wie Abbildung 21 illustriert.²⁸⁶

Die rechteckigen Knoten des Entscheidungsbaumes stellen die möglichen Entscheidungssituationen des jeweiligen Zeitpunktes (t) beziehungsweise die Endergebnisse der möglichen Entscheidungsfolgen dar. Jeder alternativen Handlungsoption entspricht eine vom Verzweigungsknoten ausgehende Aktionskante, welche entweder in einen weiteren runden Knoten führt und weitere Alternativen kennzeichnet, oder in einem rechteckigen Knoten endet, welcher das Endergebnis definiert, für das keine Folgeentscheidung mehr zu treffen ist. In Abbildung 21 kennzeichnen die rechteckigen Knoten die in den Zeitpunkten 1, 2 und 3 auftretenden Entscheidungssituationen. Dabei werden die in der jeweiligen Entscheidungssituation s ($s = 1, 2, \dots, 21$) durchführbaren Aktionsoptionen mit a_s^1 und a_s^2 bezeichnet. Folglich sind zum Zeitpunkt 1 die Entscheidungssituation 1 und zum Zeitpunkt 2 die Entscheidungssituationen 2, 3, 4 und 5 möglich. Jedem dazu gehörenden Zustandsknoten entspricht ein Zustand zum Zeitpunkt 2 und eine gewählte Aktion zum Zeitpunkt 1. Es sind demnach zum Zeitpunkt 3 insgesamt 16 Entscheidungssituationen möglich, die jeweils aus einer bestimmten Folge von Entscheidungen zu den vorhergehenden Zeitpunkten generiert werden. Die gekennzeichneten Eintrittswahrscheinlichkeiten beziehen sich auf die aus den Verzweigungsknoten abgeleiteten Übergangswahrscheinlichkeiten des jeweiligen Zustandes.

²⁸⁴ Laux, H. (2005) S. 291.

²⁸⁵ Zimmermann, W., Stache, U. (2001) S.131, Busse von Colbe, W., Lassmann, G. (1991) S. 35-37.

²⁸⁶ Zu den nachfolgenden Ausführungen vgl. insbesondere ebenda S. 291-298.

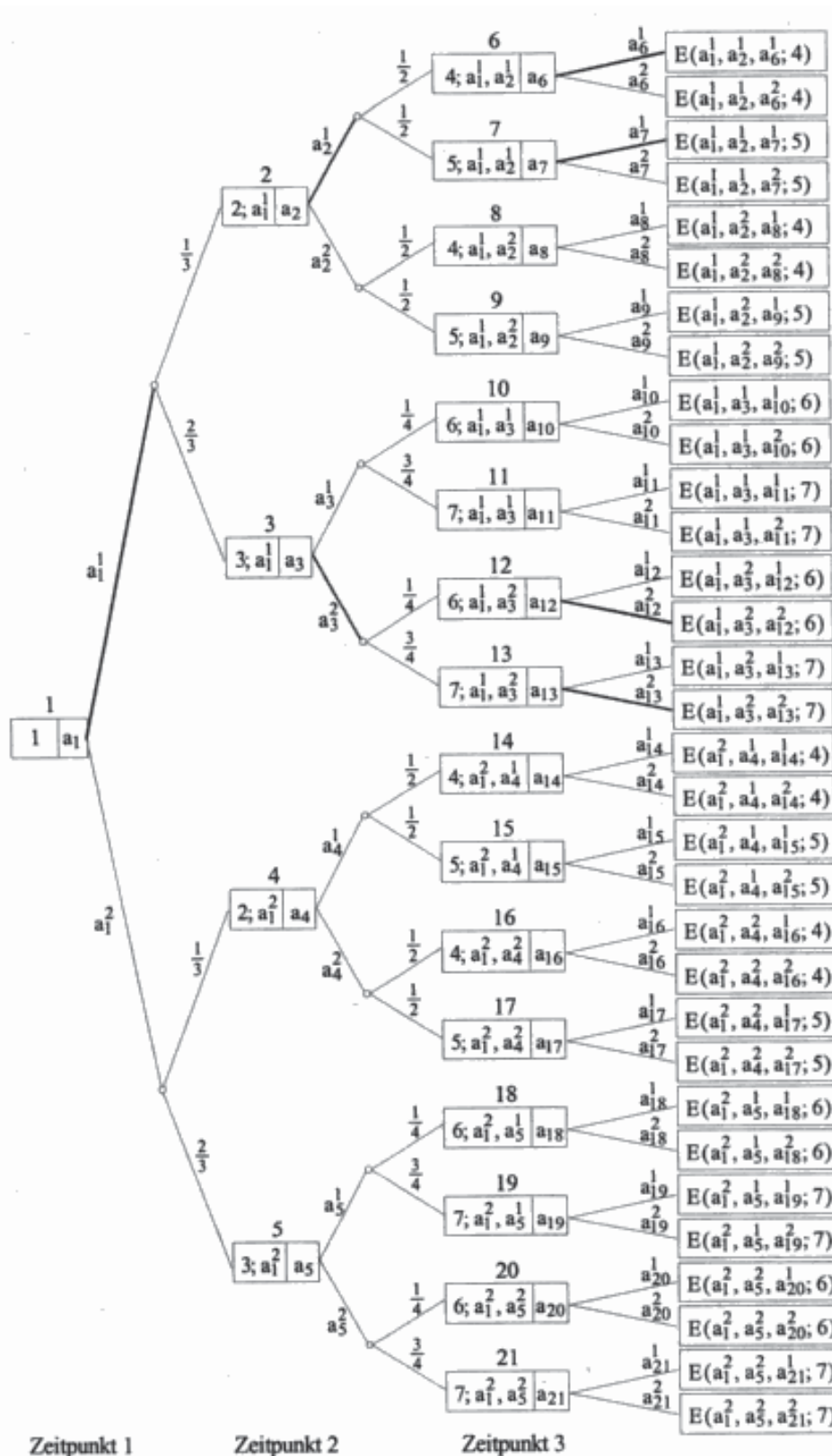


Abbildung 21 Entscheidungsbaum – Beispiel

Quelle: Laux, H. (2005) S. 293

Die Darstellung dieses trivialen Beispiels des Entscheidungsbaumes, mit immerhin 128 Entscheidungsstrategien, macht deutlich, dass komplexere Entscheidungssituationen einen ent-

sprechenden Komplexitätsanstieg der Darstellung dieser Handlungsoptionen im Entscheidungsbaum zur Folge haben²⁸⁷. Der Entscheidungsbaum wird hierdurch so unhandlich, dass damit nicht mehr gearbeitet werden kann. Folglich ist die Forderung nach einer Begrenzung der Anzahl der Handlungsalternativen und zu berücksichtigenden Umweltzustände zu stellen, was eine in der Realität existente größere Zahl von Handlungsalternativen und Umweltzuständen ausschließen würde. Der Entscheidungsbaum stellt die Entscheidungs-, Ergebnis- und Zufallsereignisknoten komplex dar. Basierend auf den Investitionsausgaben, Rückflüssen und Eintrittswahrscheinlichkeiten der alternativen Zustände wird die optimale Alternative über die Kapitalwertmethode ermittelt. Wie bereits ausgeführt nimmt die Praktikabilität dieses Verfahrens mit zunehmender Anzahl der Handlungsalternativen ab. Die wesentliche Herausforderung ist jedoch in der notwendigen Bestimmung der zeit- und zustandsabhängigen Zahlungen bzw. Diskontierungsfaktoren zu sehen.²⁸⁸ Dennoch eignet sich der Entscheidungsbaum zur visuellen Abbildung, da insbesondere eine transparente und nachvollziehbare Beschreibung von Handlungsketten erfolgen kann. Anhand von Eintrittswahrscheinlichkeiten können Optionen priorisiert beziehungsweise bewertet und somit eine Grundlage für eine erste Risikobewertung von Investitionen vorgenommen werden.²⁸⁹

5.8.7 ANFORDERUNGEN AN EIN ENTSCHEIDUNGSMODELL

Nachdem in den vorangegangenen Kapiteln diverse Entscheidungsansätze erläutert und Entscheidungsregeln sowie die Entscheidungsmodelle dargestellt wurden, erfolgt nunmehr die Ableitung von Anforderungen, welche an ein Entscheidungsmodell gestellt werden.

Die praktische Akzeptanz eines Entscheidungsmodells ist vom Erfüllungsgrad dieser Anforderungen abhängig.

So werden an informationstechnisch gestützte Entscheidungsmodelle insbesondere Anforderungen hinsichtlich der Kontrolle über und gemeinsame Nutzung der Daten und die damit einhergehende Eliminierung von Redundanzen gestellt. In Bezug auf die Integrität der Daten sind Aspekte des Datenschutzes unter Mehrbenutzerbetrieb essentiell. Um eine anwendungsorientierte Bereitstellung zu gewährleisten sollte das Modell eine möglichst leichte Handhabbarkeit der Daten und deren Zugriff ermöglichen und die unabhängige Organisation und Speicherung der Daten vorsehen.

²⁸⁷ Laux, H. (2005) S.297 ; Baldeweg, D. (2006) S. 176.

²⁸⁸ Müller, D. (2004) S. 102.

²⁸⁹ Malik, F.(2010) S. 98.

Als einer der einflussreichsten wissenschaftlichen Beiträge²⁹⁰ zur Beurteilung der Akzeptanz eines Entscheidungsmodells gilt der Aufsatz von LITTLE „Models and Managers: The Concept of a decision“²⁹¹, dessen Kernaussagen auch die Anforderungen an das zu entwickelnde Entscheidungsmodell im Rahmen dieser Arbeit beschreiben.

*Ein Entscheidungsmodell ist demnach eine modellbasierte Zusammenstellung von Prozeduren, welche den Entscheidungsträger (Manager) bei der Datenverarbeitung und Urteilsfindung im Rahmen des Entscheidungsprozesses unterstützen.*²⁹²

Aus dieser Definition abgeleitet ergeben sich die essentiellen Eigenschaften in Form von Einfachheit, Roboustheit, leichter Kontrollierbarkeit, Adaptierbarkeit, Vollständigkeit sowie der Kommunikationsfähigkeit.

Einfachheit soll dazu beitragen, dass der Entscheidungsträger die Logik des Modells nachvollziehen und verstehen kann. Unwesentliche Phänomene sollten nicht in das Modell hinein formuliert werden.²⁹³ Gleichwohl ist es nicht erforderlich, dass der Anwender das Entscheidungsmodell in allen Teilen versteht. Durch ein einfaches Modell wird auch das Ziel verfolgt, die Gefahr einer Fehlspezifikation zu reduzieren und einen geringen Erhebungsaufwand zu erreichen.²⁹⁴

Roboustheit erfüllt den Anspruch, dass die zugrunde liegende Modellstruktur inhärente Antworten bei der Veränderung der Variablen liefert. Es sollen keine nicht plausiblen Ergebnisse der abhängigen Variablen (Output) durch die Veränderung der unabhängigen Variablen (Input) ausgegeben werden.²⁹⁵

Die *leichte Kontrollierbarkeit* ermöglicht dem Entscheidungsträger eine transparente Steuerung des Entscheidungsmodells. Sind zu viele Informationen zu erheben, welche intransparent im Entscheidungsprozess verarbeitet werden, so kann dies auch zu Ablehnung der vorgeschlagenen Entscheidung führen.²⁹⁶ Das Modell soll demnach die objektive Wahrheit widerspiegeln.²⁹⁷

Das Entscheidungsmodell soll *adaptierbar* sein, um neue Informationen aufnehmen zu können. Dabei ist es einfacher die Daten zu verändern, als die Struktur des Modells. Aus diesen Überlegungen ist ein modularer Aufbau des Entscheidungsmodells mithilfe mehrerer Teilmodule anzustreben.²⁹⁸

²⁹⁰ Siebert, J. (2009) S. 11.

²⁹¹ Little, J. (1969).

²⁹² Vgl. Little, J. (1969) S.8.

²⁹³ Vgl. Little, J. (1969) S.8.

²⁹⁴ Vgl. Siebert, J. (2009) S. 12.

²⁹⁵ Ebenda sowie Little, J. (1969) S. 12.

²⁹⁶ Siebert, J. (2009) S. 13.

²⁹⁷ Little, J. (1969) S. 8.

²⁹⁸ Siebert, J. (2009) S. 13.



Dem Kriterium der Einfachheit steht die ebenso geforderte *Vollständigkeit* in gewisser Hinsicht entgegen. Dennoch sollten mehrere Phänomene im Modell berücksichtigt werden, ohne dessen Operationalisierbarkeit zu gefährden. Neben quantitativen Elementen ist es auch hilfreich, qualitative Elemente in das Modell zu integrieren und die Entscheidung von der Präferenzordnung des Entscheidungsträgers abhängig zu machen.²⁹⁹ An dieser Stelle sei auf die diversen Entscheidungsansätze bei Unsicherheit und Risiko in den vorangegangenen Kapiteln 5.8.6.1 und 5.8.6.2 verwiesen.

Als letztes Kriterium dient die leichte Kommunizierbarkeit in erster Linie der Akzeptanzgenerierung für das Entscheidungsmodell. Die interne Parameterisierung des Modells darf demnach nicht höher gewichtet werden, als die operationale Interpretation der Systemvariablen. Für den Anwender muss eine relativ einfache Veränderung der Inputparameter möglich sein, um deren Auswirkungen auf die Outputparameter zu erkennen, ohne dazu einen Experten für Entscheidungsmodelle hinzuziehen zu müssen.³⁰⁰

Die beschriebenen Anforderungen sollen dazu beitragen, dass der Entscheidungsträger das Modell als Teil seines Entscheidungsprozesses erkennt und wertschätzt. LITTLE bezeichnet diese Herangehensweise als auf ein Informations- und Entscheidungssystem basierendes Modell (decision calculus).³⁰¹ Eine weitere grundlegende Anforderung an das Entscheidungsmodell ist die Übertragbarkeit auf andere Unternehmen und somit die Allgemeingültigkeit der Anwendung.

²⁹⁹ Siebert, J. (2009) S. 13 und Little, J. (1969) S. 9 f.

³⁰⁰ Siebert, J. (2009) S. 13.

³⁰¹ Vgl. Little, J. (1969) S. 10f. und 8 f.

Teil C Energieeffizienzstrategien: Europäische Union versus Transformationsländer

6 Integrierte Ansätze zur Energieeffizienzsteigerung in Transformationsländern

6.1 EMISSIONSHANDEL ALS MARKTORIENTIERTER MECHANISMUS ZUR EFFIZIENZERHÖHUNG

Unter dem Begriff *Emissionshandel* versteht man den Austausch von im Vorfeld zugeteilten Rechten über Zertifikate, um negative externe Effekte auf die Umwelt ökologisch und ökonomisch zu steuern.

Das Prinzip besteht in der Verknappung von Emissionsrechten, wodurch sich ein Preis für die Zertifikate bildet, welcher Anreize zur kostenwirksamen CO₂-Reduktion generiert.

Dies stellt den kosteneffektivsten, technologiefördernden und umweltpolitisch wirksamsten Ansatz dar, um Emissionen zu reduzieren. Selbst wenn kein kosteneffektives Gleichgewicht erreicht wird entstehen volkswirtschaftliche Kosteneinsparungen allein durch den Handel mit Emissionsrechten.³⁰²

Das Ziel des Emissionshandels besteht in der Internalisierung externer Effekte und basiert auf den wissenschaftlichen Überlegungen des Standard-Preis-Ansatzes³⁰³ und der Coase'schen Verhandlungslösung³⁰⁴.

Dem Emissionshandel liegt die klassische Theorie des internationalen Handels zugrunde, welcher durch die Existenz von komparativen Vorteilen in der Produktion von bestimmten Gütern und Dienstleistungen bestimmt wird.

Als *Umwelt* bezeichnet man die *Gesamtheit der anderen Systeme*, mit denen das untersuchte System in Wechselwirkung, das heißt im Austausch von Materie, Energie oder Information, steht.³⁰⁵

Darunter zählen konkret die Umweltmedien Boden, Luft und Wasser, Flora und Fauna sowie die Bodenschätze.

In der makroökonomischen Betrachtung gilt die Umwelt als öffentliches Gut, deren Nichtausschließbarkeit in der Nutzung, aber Rivalität im Konsum, auf Grund divergierender Zielvorstellungen, sie als Allmendegut einordnen lässt.³⁰⁶

³⁰² Matisoff, D. (2010) S. 10.

³⁰³ S. Baumol, W. und Oates, W. (1971) S. 42-54. Die Autoren gehen dabei davon aus, dass die ideale Pigou-Steuer nicht exakt kalkulierbar ist und demnach die Festlegung eines Standardpreises zur Beanspruchung von Ressourcen notwendig wird, um sich dem Externalitätenproblem anzunähern. Dabei verfolgen Sie den Pigou-Ansatz mit dem Ziel der optimalen Ressourcenallokation.

³⁰⁴ Vgl. Coase (1960).

³⁰⁵ Vgl. Kühner (1996).

³⁰⁶ Lange Zeit galten die Umweltgüter als öffentliche Güter, welche sowohl durch Nichtrivalität im Konsum, als auch Nichtausschließbarkeit in der Nutzung charakterisiert werden. Die Erfahrungen des letz-

Somit ist es Anspruch der politischen Rahmensetzung, eine Verbesserung der lokalen Lebensbedingungen durch die Reduzierung der Umweltbelastungen zu generieren. Entsprechend des Ansatzes der Pigou-Steuer sollen Teilsysteme, welche einen schadenden Einfluss auf die Umwelt nehmen und somit soziale Kosten auf Grund der externen Effekte verursachen, diese Effekte durch eine Steuerbelastung internalisieren, wodurch ein wohlfahrt-ökonomisches Niveau, in Form des Pareto-Optimum, generiert wird.³⁰⁷ Man spricht hierbei vom so genannten Verursacherprinzip, welches den positiven Nebeneffekt hat, dass durch die Generierung von Einnahmen eine Steuersenkung an anderer Stelle möglich wird³⁰⁸. Es handelt sich sozusagen um eine die Systemeffizienz verbessernde Steuer, die Fehler in der Preisstruktur korrigiert.³⁰⁹

Auf Grund der globalen Wirkung anthropogener Klimagase fallen deren Erzeugung und Wirkung in der Atmosphäre auseinander, daher werden ökonomische Kriterien als Entscheidungsgrundlage für die Durchführung von Effizienzsteigerungen herangezogen und die gemeinsame Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen sollte zunächst dort erfolgen, wo die geringsten Kosten verursacht werden.

So stellt beispielsweise ein Metallschmelzbetrieb, dessen Anlagen Schadstoffe emittieren den Verursacher der externen Effekte dar. Das Unternehmen muss im Sinne der gesellschaftlichen Vereinbarungen seine Emissionen entweder senken oder die Produktion einstellen. Der Verursacher der damit einhergehenden externen Kosten ist jedoch der Mensch, welcher durch seine Präferenzordnung dem Klimaschutz einen höheren Stellenwert einräumt, als der Produktion ohne Rücksicht auf die anthropogenen Umweltbelastungen.

Diesen reziproken Ansatz, der wechselseitigen Externalitäten, berücksichtigt das Coase-Theorem,³¹⁰ wobei durch staatliche Eigentumsrechte an Umweltgütern die negativen Effekte pareto-optimal internalisiert werden. Der Ansatz besteht darin, dass sowohl Schadensverursacher, als auch der Geschädigte diese Effekte in deren ökonomische Abwägungen integrieren und damit eine optimale Lösung generiert wird.³¹¹

Auf den Emissionsrechtehandel bezogen wird dabei eine Bewertung der Nutzung natürlicher Ressourcen in monetären Einheiten vorgenommen. Durch die Festlegung einer Belastungshöchstgrenze für Emissionen³¹² sind die Emittenten verpflichtet, für jede durch sie verursachte Verschmutzungseinheit über ein kostenpflichtiges Zertifikat zu verfügen. Der Handel der

ten Jahrhunderts in Bezug auf umweltbelastende Produktionstechniken und veränderte Konsumpräferenzen lassen das letztere Kriterium jedoch nicht immer bestehen (vgl. dazu Woll 1984, S. 319.).

³⁰⁷ Vgl. Pigou (1912).

³⁰⁸ Was jedoch zugegebenermaßen gerade in Zeiten einer Finanz- und Wirtschaftskrise in der Praxis wohl eher kaum vorkommt. Tatsächlich werden zweckgebundene Mitteleinsätze, z. B. für den Ausbau Erneuerbarer Energien, definiert.

³⁰⁹ Vgl. Dongens, J. et. al. (Kronsberger Kreis) (2009) S. 20 f.

³¹⁰ Vgl. Coase (1960).

³¹¹ Vgl. Feess, E. (1998) S. 131, in WiSt Heft 11, Liebau / Schlichting (11/2006) S. 625.

³¹² Dabei werden die CO₂-Emissionen als Richtwert veranschlagt, für weitere Emissionsarten werden entsprechende Äquivalente gebildet. Man spricht vom cap-and-trade-System.



Zertifikate erfolgt auf dem Markt, an einer Emissionshandelsbörse, wobei zusätzliche Verschmutzungsberechtigungen zugekauft werden können, im Falle, dass interne Emissionsminderungsmaßnahmen teurer sind als der entsprechende Erwerb der Zertifikate.

Emissionshandelssysteme, die als Systeme mit einer degressiven Obergrenze (cap and trade) konzipiert sind, benötigen einen Lernkurveneffekt, wodurch ihr effektives Funktionieren im Anfangsstadium reduziert wird.³¹³

Der Europäische Emissionshandel ist das wichtigste Instrument der Europäischen Union zur Erfüllung der definierten Reduktionsziele für Treibhausgase. Es stellt aus Sicht der EU-Kommission einen unverzichtbaren Bestandteil dar, um Investitionen in eine CO₂-arme Wirtschaft zu fördern und die Kohlenstoff-Emissionen kosteneffizient zu reduzieren. Darüber hinaus lassen sich mit Hilfe dieses Instruments finanzielle Mittel für Klimaschutzprojekte in Entwicklungsländer lenken.³¹⁴

Als wesentliches Handlungsfeld ist jedoch durch die politischen Rahmenbedingungen ein langfristiges Preissignal für die am Emissionshandel beteiligten Akteure zu setzen, um Planungssicherheit für die teilweise kapitalintensiven Investitionen zu generieren.

Derzeit ist dieses Kriterium nicht erfüllt, wodurch die Akzeptanz des Emissionshandels als klimapolitisches Instrument nicht als sonderlich hoch zu bezeichnen ist.³¹⁵

³¹³ Matisoff, D. (2010) S. 14.

³¹⁴ EU-Kommission Vertretung in Deutschland (2010) S. 2.

³¹⁵ Eck, F., Stark, S. (2009) S. 3-19; demnach wünschen sich zwei Drittel der deutschen Bevölkerung eine aktive Klimaschutzpolitik, der Emissionshandel erhält jedoch nur 19 % Zustimmung, im Gegensatz zur Förderung technologischer Entwicklungen (63 % volle Zustimmung) und Schadstoffgrenzen sowie Umweltauflagen (32 %). Dies lässt jedoch auch auf einen unzureichenden Kenntnisstand des marktbasier-ten Ansatzes Emissionshandel schließen.

6.2 ORDNUNGSPOLITIK VERSUS MARKTMECHANISMEN – KOHLENSTOFFDIOXIDSTEUER³¹⁶ UND HANDEL MIT EMISSIONSRECHTEN

In der Umweltpolitik kommen auf der einen Seite ordnungspolitische Ansätze, wie Steuern, Ver- und Gebote sowie Richtlinien zum Einsatz, auf der anderen Seite weisen marktbasierende Mechanismen, wie der Emissionshandel entsprechend der neoklassischen Theorie des Marktes einen höheren Zielerreichungsgrad auf. Dies hängt in erster Linie mit der Nutzenmaximierung marktwirtschaftlich orientierter Unternehmen zusammen, deren Bestreben in einem möglichst kosteneffizienten Agieren am Markt besteht.

Im Gegensatz dazu reagieren Unternehmen auf ordnungspolitische Rahmenbedingungen häufig mit einer möglichst effizienten Erfüllung dieser Vorgaben, ohne darüber hinaus gehende Potentiale zu heben beziehungsweise intensivere Anstrengungen zu einer strategischen Anpassung ihres Handelns vorzunehmen.

Der Grund hierfür besteht in der zumeist statischen Festlegung ordnungspolitischer Rahmenbedingungen beziehungsweise deren geringer Flexibilität gegenüber marktwirtschaftlichen Ansätzen.³¹⁷

Eine CO₂-Steuer verfolgt den Ansatz, als korrigierende Steuer Umweltkosten, die durch die Verbrennung von fossilen Energieträgern entstehen, zu internalisieren³¹⁸ und damit verursachergerecht zu bewerten. Damit kann der gesellschaftliche Wert die von der Gesellschaft zu tragenden Kosten übersteigen, gesetzt den Fall, dass die Justierung einer solchen Steuer unter Effizienzgesichtspunkten erfolgt.³¹⁹

Innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft besteht kein Konsens über den Zielerreichungsgrad beider Ansätze und in der Tat hat auch die globale Kohlenstoffdioxid-Steuer³²⁰ gewisse Vorteile, wenn es beispielsweise darum geht eine höchst heterogene Zielgruppe, wie beispielsweise private Haushalte in globale Emissionsreduktionsstrategien zu integrieren.

Hierbei erscheint der Emissionshandel als zu komplex und politisch wohl kaum durchsetzbar, während eine Steuer zwar nicht die Akzeptanz der gesamten Gesellschaft, wohl aber einer Mehrheit finden würde. Mit Beginn der dritten Stufe des Europäischen Emissionshandelsystems soll ab 2013 die Energiesteuer um eine CO₂-Komponente ergänzt werden, um die Klimaziele der Europäischen Union in den vom Emissionshandel nicht erfassten Sektoren um-

³¹⁶ Im Folgenden als CO₂-Steuer bezeichnet.

³¹⁷ Vgl. Tietenberg, T., Folmer, H. (2004) S. 70.

³¹⁸ Wobei die externen Kosten nicht nur den Klimawandel betreffen, sondern auch die lokale Luftverschmutzung durch den Verursacher beinhalten.

³¹⁹ Poterba, J. (1992) S. 62.

³²⁰ So geht bspw. Mankiw, G., N. (2008) S. 216 davon aus, dass eine globale CO₂-Steuer zur Reduzierung der Emissionen notwendig ist, um dem Klimawandel zu begegnen. Auch Rayner, St. Clifton, S.-J. (2010) vertreten diese Auffassung, siehe insbesondere S. 54-57.

zusetzen.³²¹ Die geplante Energiesteuer soll nach dem Volumen gemessen werden und sich auf den Nettoheizwert und den Ausstoß von Kohlenstoffdioxid beziehen und als schadstoffabhängiges Preissignal das Emissionshandelssystem systematisch ergänzen.³²²

Außerdem sollen ab diesem Zeitpunkt alle Zertifikate versteigert werden, sodass Marktverzerrungen, durch Überallokationen, realisierte Opportunitätskosten oder Spekulationen, kompensiert werden.³²³

Ab 2011 wird die Einführung eines Energiemanagementsystems zur Voraussetzung von Energiesteuerermäßigungen, wobei der Zeitraum der Jahre 2011/2012 als Übergangsphase genutzt werden kann. Ab 2013 ist die Durchführung eines voll funktionsfähigen Energiemanagementsystems notwendige Bedingung für Energie- und Stromsteuerermäßigung.

Für den internationalen Raum scheint der Handel mit Emissionslizenzen das einzige realpolitisch durchsetzbare Instrument zu sein, dessen Startbedingungen politisch-diplomatisch auszuhandeln sind.³²⁴

Einer globalen Emissionssteuer ist aus Sicht des Autors entgegenzuhalten, dass diese zum einen kaum global politisch durchsetzbar erscheint³²⁵, länder- und regionenspezifische sowie sektorale³²⁶ Divergenzen zu beachten sind und letztlich Innovationspotentiale ungenutzt bleiben.

Insbesondere der letztgenannte Punkt könnte nur durch eine progressive CO₂-Steuer erreicht werden, welche jedoch durch die bereits beschriebene geringe Flexibilität ordnungspolitischer Entscheidungen sehr zeitversetzt und womöglich nicht in vollem Umfang eintreten würde. Die umweltpolitische Wirksamkeit des Emissionshandels wird durch dessen jährlich degressive Emissionsziele als höher eingeschätzt.³²⁷

Dazu kommt der Aspekt einer zielgenauen Festlegung der Höhe einer solchen Steuer, wodurch letztlich deren gesamte Wirksamkeit beeinflusst wird.³²⁸

So würde eine CO₂-Steuer in Höhe von 10 Euro je Tonne Kohlenstoffdioxid nicht ausreichen, um dem Trend einer ansteigenden CO₂-Kurve wirksam zu begegnen.³²⁹

Es stellt sich weiterhin die Frage, ob durch einen derartigen Ansatz, der sowohl CO₂-intensive Importe, als auch Exporte, besteuern und damit kostenintensiver machen würde,

³²¹ Stollberg, R. (2010) S. 6-7.

³²² Der Ansatz einer CO₂-Steuer in der EU dient in erster Linie der Steuer-Harmonisierung in der Europäischen Gemeinschaft. Deutschland hat bereits 1999 eine vergleichbare Ökosteuer eingeführt, sodass die Entscheidung, ob ein CO₂-Aufschlag erhoben wird eine politische Entscheidung in Deutschland ist.

³²³ Vgl. Stern, N. (2009) S. 108.

³²⁴ Als kritische, diese Auffassung dennoch teilende, wissenschaftliche Meinung s. Weizsäcker, E.-U. v. (2010) S. 266f.

³²⁵ Die Klimaverhandlungen der Konferenz der Vertragsstaaten in Kopenhagen im Dezember 2009 sprechen eine deutliche Sprache.

³²⁶ Welsch, H. in Carraro, C. (1993) S. 104

³²⁷ Vgl. Matisoff, D. (2010) S. 12.

³²⁸ Vgl. Jeanrenaud, C. (1997) S. 149

³²⁹ Zur detaillierten Betrachtung wird auf zwölf Modellrechnungen in Uyterlinde, M.A. et. al (2004) S. 13-15, 39f. und 69f. verwiesen.

nicht womöglich eine einseitige Belastung der einer solchen Steuer unterliegenden Unternehmen erfolgt. Dies hätte den negativen Effekt, dass deren Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit durch diese zusätzlichen Kosten geschwächt wird. Die Erreichung des globalen Reduktionszieles für den globalen Klimawandel ist in Frage zu stellen, wenn beispielsweise große Emittentenländer, wie China und Indien keine CO₂-Steuer einführen.

Als gegenwärtig größter Emittent von Kohlenstoffdioxid verfolgen die USA eher die Strategie der Einführung einer CO₂-Steuer, denn des Emissionshandels. In einigen Bundesstaaten, wie Kalifornien oder den Nord-Ost-Staaten existieren jedoch bereits Emissionshandelssysteme, welche sich vor allem auf energieintensive Energieerzeuger beziehen. In Gesprächen des Autors mit Repräsentanten von bundesstaatlichen Institutionen, der Umweltbehörde (Environmental Protection Agency – EPA) sowie Professoren der Universität von Colorado³³⁰ wurde seitens der Vertreter der USA die Meinung vertreten, dass die Einführung einer Steuer ordnungspolitisch einfacher und schneller erfolgen könnte³³¹, als dies bei einem Emissionshandelssystem der Fall wäre.

Dies mag sicher richtig sein und auch dem Aspekt der kurzfristig notwendigen Maßnahmen in Bezug auf den Klimawandel gerecht werden. Unter Effektivitäts- und Effizienzgesichtspunkten scheint dies aber überstürzt. Der Autor wies dabei stets auf die bessere Effizienz von Marktmechanismen hin, deren Innovationspotential und die Notwendigkeit die unterschiedlichen Emissionshandelssysteme weltweit zu vernetzen, was alle Gesprächspartner uneingeschränkt teilten.³³²

Aus den Ausführungen in diesem Abschnitt wird deutlich, dass global zwei Ansätze zur Reduzierung von CO₂ verfolgt werden, deren beabsichtigtes Ziel zwar das Gleiche ist, jedoch unterschiedliche Zielerreichungsgrade zu verzeichnen sind.

Die Einführung einer CO₂-Steuer mag zwar ein wirksameres Instrument sein, um Haushalte effektiv in die Reduzierung von Kohlenstoffdioxid zu integrieren, aus Sicht des Autors kann dies jedoch durch den Emissionshandel weitaus besser gelingen, da die Internalisierung der externen Kosten durch dieses Instrument letztlich auch über den Endkonsumenten, also den Bereich der Haushalte vorgenommen wird.

Durch eine degressive Ausrichtung des Emissionshandels werden Anreize gegeben, um durch (technische) Innovationen weitergehende Reduktionen zu erzielen, da zusätzlich ge-

³³⁰ Prof. Roger Pielke, Prof. William Boyd am 15. Februar 2010 in Boulder, Colorado.

³³¹ Dies ist in erster Linie durch das komplexe politische System der USA begründet, wobei Mehrheiten in sehr kurzen Zeiträumen wechseln und somit eine gewisse Lähmung für notwendige politische Entscheidungen eintritt.

³³² Die gleichlautende Einschätzung teilen die IPCC-Mitglieder Prof. Schellnhuber und Prof. Schwarze in Bezug auf den Kommentar des Autors im Rahmen der Podiumsdiskussion anlässlich der Annaberger Klimatage 2010 am 05. Mai 2010 in Annaberg-Buchholz, Freistaat Sachsen.



nerierte Emissionszertifikate am Markt verkauft und durch zusätzliche Finanzierungsquellen eine technische Führerschaft und zusätzliche Gewinne erreicht werden können.

Wenn der CO₂-Emissionshandel einen nachhaltigen Beitrag zum globalen Klimaschutz leisten soll, müssen Wege gefunden werden, um das Anreizsystem derart zu gestalten, dass Investitionen in neue, klimafreundliche Kraftwerke getätigt werden. Eine Option hierfür wäre die kostenlose Zuteilung der Zertifikate auf Basis brennstoffspezifischer Benchmarks.³³³ Bei der Realisierung dieser Option wären jedoch die Anlagenbetreiber benachteiligt, welche bereits in effiziente Technologien investiert haben, jedoch fossile Energieträger als Brennstoffe einsetzen. Auf der anderen Seite könnten hiervon auch Industriekraftwerke mittelständischer Unternehmen im Bereich des Verarbeiteten Gewerbes profitieren.

Der weltweite Emissionshandel wird weiter als Wachstumsmarkt eingeschätzt, dessen Gesamthandelsvolumen bis zum Jahr 2020 mit 1,4 Milliarden US-Dollar entgegen 100 Millionen US-Dollar im Jahr 2010 einen deutlichen Zuwachs erfahren wird.

Um die Erhöhung der Wirksamkeit des internationalen Emissionshandels zu gewährleisten, ist die Schaffung rechtssicherer Rahmenbedingungen und die damit einhergehende Planungssicherheit für Unternehmen in Hinblick auf Investitionsentscheidungen zur Reduktion von CO₂ erforderlich.³³⁴

³³³ Vgl. Erdmann, G. (2010) S. 80.; nachteilig an einer derartigen Zuteilung ist die weitere Errichtung CO₂-intensiver Energieerzeugungskapazitäten. Zu den Vorteilen der kostenfreien Zuteilung zählt, dass durch die verstärkten Investitionsanreize die Modernisierung des Kraftwerksparks mit höheren Wirkungsgraden gefördert wird. Dies führt zu einer effizienteren Primärenergieverwendung und wirkt Strompreis entlastend. Ferner wird durch eine kostenfreie Zuteilung auf Basis brennstoffspezifischer Benchmarks die Aufrechterhaltung eines breiten Energiemix in der Stromerzeugung unterstützt.

³³⁴ Forbes, A. (2010).

Die Abbildung 22 stellt die Entwicklung des weltweiten Handelsvolumens im Zeitraum von 2010 bis 2020 dar, wonach die größten Potentiale in den Vereinigten Staaten realisiert werden können.

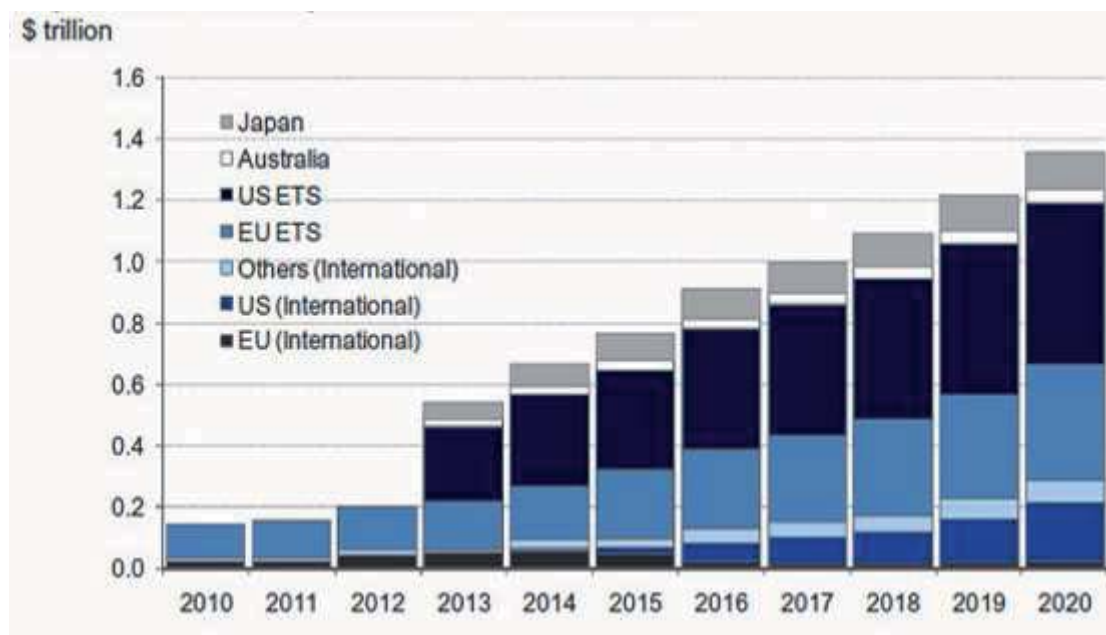


Abbildung 22 potentielles Wachstum des globalen Kohlenstoffdioxid-Marktes

Quelle: Bloomberg New Energy Finance; in Forbes, A. (2010)

Insbesondere wird die Einführung, respektive Ausweitung des Emissionshandels in den USA und Japan, zu dieser globalen Entwicklung beitragen und damit eine deutliche Erweiterung des globalen Marktes generieren.

Das bereits am Weltmarkt etablierte europäische Handelssystem wird demzufolge weiterhin einen stabilen Beitrag zur Erreichung der Reduktionsziele leisten und stellt eine tragende Säule der europäischen Klimapolitik dar.

6.3 DIE FLEXIBLEN MECHANISMEN DES KYOTO -PROTOKOLLS

Die nach dem Erdgipfel in Rio de Janeiro 1992 im Rahmen der 1997 im Kyoto-Protokoll der COP- 3³³⁵ verbindlich festgelegten Emissionsreduktionsziele verpflichten Industriestaaten und Entwicklungsländer gemeinsam gegen die Auswirkungen menschlichen Handelns auf das Klima vorzugehen.

Dazu wurden im Kyoto-Protokoll drei innovative Marktmechanismen implementiert, welche die Reduktionsziele nach dem Grenzkostenansatz erfüllbar werden lassen:

- **Emissionshandel (Emission trade ET); sowie die projektbasierten Mechanismen**
- **Joint Implementation (JI)³³⁶**
- **Clean Development Mechanism (CDM)³³⁷**

Diese aufgeführten Mechanismen gestatten es, Verpflichtungen der Kyoto-Vertragsstaaten partiell durch den Erwerb von Emissionszertifikaten im Emissionshandel beziehungsweise durch Klimaschutzprojekte in Industrieländern (JI) oder Entwicklungsländern (CDM) zu erfüllen. Folglich lassen sich Kostenvorteile erschließen, welche bei ausschließlicher Anwendung von inländischen Maßnahmen nicht erschlossen würden. In der zweiten Handelsperiode des EU ETS besteht für die emissionshandelspflichtigen Unternehmen die Möglichkeit, Emissionen von über 1,3 Milliarden Tonnen Kohlendioxid durch Zertifikate aus dem CDM und JI zu substituieren.

Während bei JI- Projekten Emissionsrechte des Gastgeberlandes in Minderungsgutschriften für das Investorland umgewandelt werden und die gesamte Menge der existierenden Zertifikate gleich bleibt, werden bei CDM zusätzliche Zertifikate erzeugt. Projekte, die auch ohne den Anreiz der CDM- Gutschriftenvergabe realisiert worden wären, so genannte Business as Usual- Projekte, sollten gemäß der Vereinbarungen keine Emissionsgutschriften erhalten. Die Bewertung der Zusätzlichkeit erfolgt im Rahmen einer international überprüften Bewertung und die Zertifizierung durch den CDM-Exekutivrat. Dieser wird durch das Sekretariat der UN-Klimarahmenkonvention sowie die nationalen Behörden und Institutionen der Entwicklungsländer und Investorenstaaten streng reguliert und überwacht.³³⁸

³³⁵ Zu den Weltklimakonferenzen COP siehe auch Einleitung in Kapitel 1.

³³⁶ Gemeinschaftsreduktion.

³³⁷ Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung.

³³⁸ Umweltbundesamt (2008b) S. 6 f.



Prinzipiell besagt die Klimakonvention von Kyoto, dass die Reduktionen vorrangig im eigenen Land erbracht werden sollen.³³⁹ Die Emissionsminderungsprojekte sollen jedoch auch dazu genutzt werden, einen Technologietransfer ins Gastgeberland anzuregen.

Der Emissionshandel dient als Instrument zur Erfüllung der Reduktionsverpflichtungen, wobei das Europäische Emissionshandelssystem als cap-and-trade System im Sinne des Kyoto-Protokolls wirkt und emissionsrechtlich erfasste Anlagen anstelle von Staaten im Fokus stehen.

Das Europäische System für den Emissionshandel (EU ETS) ist weltweit das erste und umfangreichste internationale System für den Handel mit CO₂-Emissionsrechten. Das EU ETS soll die EU-Mitgliedstaaten dabei unterstützen den Verpflichtungen aus dem Kyoto-Protokoll nachzukommen. Durch die Möglichkeit des Handels mit Emissionsberechtigungen können die vereinbarten Klimaschutzziele zu marktbasierter Kosten erreicht werden. Der Preis der Zertifikate ergibt sich wie in jedem anderen Markt im Wesentlichen aus Angebot und Nachfrage.

Das gegenwärtige Emissionshandelssystem bietet den Unternehmen die Wahl zwischen sechs Basisstrategien, um den Regularien gerecht zu werden beziehungsweise vom Handel mit Emissionsrechten zu profitieren.

1. Bezug von Energie aus CO₂-armen Energieträgern, wie Wind, Solarenergie, Gas, Kraft-Wärme-Kopplung oder Biomasse, um CO₂-intensive Kohlekraftwerke zu ersetzen;
2. Steigerung der Energieeffizienz durch Investitionen in effiziente Erzeugungs- und Verbrauchsanlagen;
3. Reduzierung von Emissionen in anderen Ländern durch Generierung von Emissionszertifikaten, welche durch Clean Development Mechanism oder Joint Implementation Projekte erzeugt wurden;
4. Energieträgerwechsel bei Erzeugungsanlagen und Verlagerung von Prozessen auf effizientere Anlagen;
5. Ankauf von Zertifikaten, welche durch Projekte, wie unter Punkt 3 beschrieben, generiert wurden;
6. Etablierung des Emissionshandels als potentiell profitable Strategie im Unternehmen, um am Markt zu agieren.

Das EU ETS startete am 1. Januar 2005 zunächst mit einer dreijährigen Probephase. Die zweite und dritte Handelsperiode erstrecken sich über längere Zeiträume (2008-2012 beziehungsweise 2013-2020). Die zweite Handelsperiode stellte gleichzeitig die erste tatsächliche

³³⁹ "supplementarity" gemäß Artikel 6 und 17 des Kyotoprotokolls.

Kyoto- Verpflichtungsperiode dar, wobei die Emissionen der EU-Anlagen um 8 % unter das Niveau von 1990 reduziert werden müssen. In der ersten Phase (2005-2007) wurde ein Großteil der Emissionsberechtigungen an die Unternehmen im Rahmen von nationalen Zuteilungsplänen (National Allocation Plan – NAP) kostenlos verteilt. Das so genannte „grandfathering“ wird kontinuierlich begrenzt und mit Auktionierung der Zertifikate ersetzt. Die Emissionsrechte werden an verschiedenen Handelsplätzen (Börsen), aber im großen Teil auch auf dem so genannten OTC-Markt (Over the Counter) meistens bilateral zwischen Unternehmen gehandelt.

In der Zwischenzeit arbeiten alle wesentlichen OECD-Länder (USA, Japan, Australien und Kanada) an der Ausgestaltung von Emissionshandelsprogrammen. Diese nationalen Programme können im Laufe der Zeit verknüpft werden und dadurch einen internationalen Emissionsmarkt bilden.³⁴⁰

Über die EU Linking Directive³⁴¹ erhalten die vom Emissionshandel betroffenen Unternehmen die Option, über JI- und CDM-Projekte generierte Reduktionszertifikate innerhalb des europäischen Emissionshandels anzurechnen.³⁴²

Etwa zwei Drittel der CO₂-Zertifikate werden an Börsen gehandelt, wobei über 90 Prozent des Börsenhandels über die amerikanische Terminbörse ICE abgewickelt werden. In der Abbildung 23 werden die derzeitigen Marktanteile der Klimabörsen am Handel mit CO₂-Emissionsrechten dargestellt.

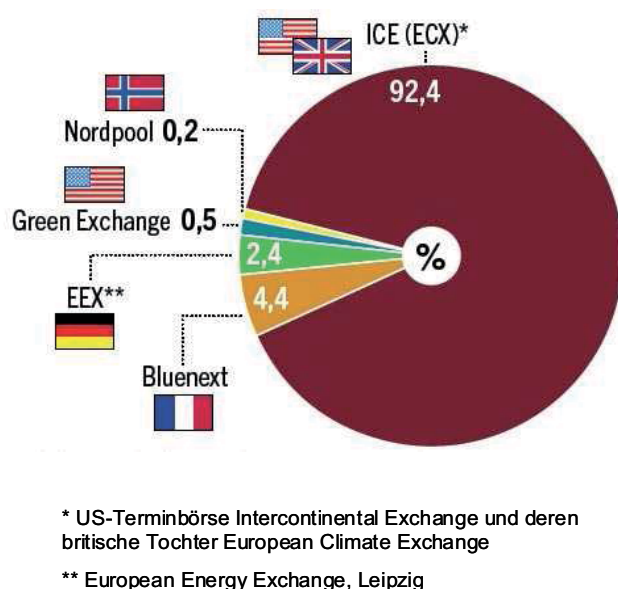


Abbildung 23 weltweiter Emissionszertifikatehandel an Börsen

Quelle: Gerth, M. (2010) S. 88

³⁴⁰ Europäische Kommission – Vertretung in Deutschland (2009) EU-Nachrichten Nr. 28, S. 5.

³⁴¹ Directive 2004/101/EG of the European Parliament and of the Council of 27 October 2004 amending directive 2003/87/EC establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community, in respect of the Kyoto Protocol's project mechanisms (Linking Directive).

³⁴² Ausnahmen stellen Senkenprojekte und große Wasserkraftprojekte dar.

Während das flexible Instrument JI in den Staaten mit eigenem Reduktionsziel eingesetzt wird, erfolgen Klimaprojekte mittels CDM in Schwellen- und Entwicklungsländern.

Die basale Idee des Projektmechanismen-Ansatzes besteht in der Finanzierung von Klimaprojekten durch öffentliche und private Subsysteme in anderen Ländern, wodurch diese Emissionszertifikate zur Erfüllung ihrer Reduktionsverpflichtungen erhalten. Dabei tragen die flexiblen Mechanismen vor allem auch dazu bei, dass in den Entwicklungs- und Schwellenländern das Bewusstsein für die Klima- und Umweltpolitik weiter entwickelt wird.

In der praktischen Umsetzung werden vier Einheiten der Emissionszertifikate unterschieden³⁴³:

- **Assigned Amount Units (AAU)** – Emissionserlaubnisse für Annex I³⁴⁴ – Staaten
- **Certified Emission Reductions (CER)** – Zertifikate, welche durch CDM-Projekte in Schwellen- und Entwicklungsländern generiert werden
- **Emission Reduction Unit (ERU)**³⁴⁵ – Zertifikate, welche durch JI-Projekte (in Annex I-Staaten) generiert werden
- **Removal Units (RMU)** – Zertifikate, welche durch CO₂-Einsparung auf Grund von Landnutzungsaktivitäten in Annex I –Staaten generiert werden.

Verschlechtern sich in einem Land die Produktionsbedingungen, z. B. durch strengere Umweltauflagen oder höhere Steuern, so verringern sich die komparativen Vorteile dieser Volkswirtschaft in der Produktion bestimmter Güter.³⁴⁶

Die Heterogenität der Industrien, Unternehmensstrukturen, Prozesse und handelnden Akteure in den unterschiedlichen Volkswirtschaften lässt eine rein ordnungspolitische und auf Kontrolle ausgerichtete Regulierung der industriellen Kohlenstoffdioxidemissionen nicht als adäquate Lösung erscheinen, wohingegen der marktbasierter Ansatz des Emissionshandels eine größere Zielgenauigkeit impliziert.³⁴⁷

³⁴³ UBA 2008, S. 12, Heins, B. Hillebrand, B. (2002) S. 20.

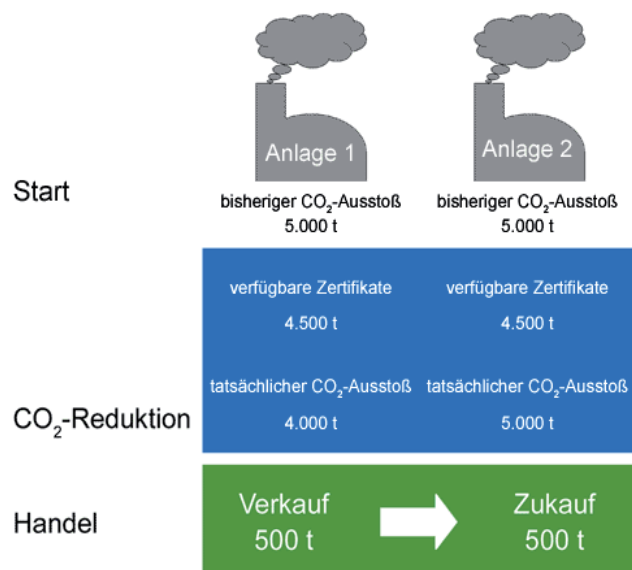
³⁴⁴ Der Annex-I der Klimarahmenkonvention umfasst Australien, Belarus, Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, die Europäische Gemeinschaft, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Japan, Kanada, Lettland, Litauen, Luxemburg, Neuseeland, die Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, die Russische Föderation, Schweden, die Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik, die Türkei, die Ukraine, Ungarn, die USA, Großbritannien und Nordirland. In Annex- II fehlen im Vergleich zu Annex-I die Länder, die sich im Übergang zur Marktwirtschaft befinden, hier durch kursive Schrift gekennzeichnet. Unter Entwicklungsländern werden daher in dieser Arbeit alle Länder verstanden, die nicht in Annex-I der Klimarahmenkonvention aufgeführt werden, also auch die asiatischen Schwellenländer.

³⁴⁵ Abgesehen von ERU, welche aus Landnutzungsaktivitäten generiert werden, erfolgt die Konvertierung in ERUs aus den AAUs.

³⁴⁶ Vgl. Luptáčík und Weiss, C. (2005), S. 10.

³⁴⁷ Vgl. Rogner, H.-H. (1997) S. 14.

Das grundlegende Prinzip des Transfers von Verfügungsrechten über Emissionen wird in Abbildung 24 dargestellt.



Das Ziel der CO₂-Minderung ist erreicht. Anlage A hat mit dem Verkauf der Zertifikate Geld verdient. Anlage B hat sich aufwändige Investitionen erspart.

Abbildung 24 Funktionsweise des Emissionshandels

Quelle: Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) im Umweltbundesamt (2008)

Für das gesamte Emissionshandelssystem (Staat und Unternehmen) wird eine bestimmte Höchstmenge an „erlaubten“ Gesamtemissionen festgelegt. Wirtschaftssektoren und betroffene Anlagen erhalten konkrete Minderungsziele zugeteilt und in diesem Umfang Emissionsberechtigungen in Form von EUAs³⁴⁸ zur Verfügung gestellt. Da die Gesamtmenge der Emissionen begrenzt ist, wird ein Zukauf an Berechtigungen nur möglich, wenn an einer anderen Stelle Kohlenstoffdioxid, z. B. durch Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz, vermindert wurde. Das heißt, wenn sich ein Unternehmen II (mit einer emissionspflichtigen Anlage 2) in Unterdeckung hinsichtlich von Emissionszertifikaten befindet, muss es ein Unternehmen I (mit einer emissionspflichtigen Anlage 1) finden, das einen Überschuss besitzt und zugleich zum Verkauf seiner Berechtigungen bereit ist.

³⁴⁸ EUA European Allowances (europäische Emissionsberechtigungen)

Neben den marktseitigen Wirkungen des Emissionshandels³⁴⁹ beeinflussen in erster Linie folgende Faktoren die Emissionsentwicklung der betroffenen Anlagen:

- die Entwicklung der Rohstoffpreise (Kohle, Öl, Gas);
- die konjunkturelle Entwicklung im In- und Ausland (Nachfrage nach den Produkten der Unternehmen, die am Emissionshandel teilnehmen.);
- die Kosten von Minderungsmaßnahmen;
- der Einfluss anderer Politikinstrumente (Förderung erneuerbarer Energien);
- die Witterung (Nachfrage nach Brennstoffen und nach Energiedienstleistungen);
- außergewöhnliche Ereignisse (Stillstandszeiten in Atomkraftwerken).

Die Preissteuerung der Emissionszertifikate bewirkt eine Reaktion der Marktteilnehmer, welche sich in Form der angepassten Fahrweise von Anlagen über die Durchführung von Effizienzmaßnahmen oder den Brennstoffwechsel bis hin zu langfristigen Investitionsentscheidungen widerspiegelt. Durch die Weitergabe des Preissignals des Emissionshandels von den teilnehmenden Unternehmen an deren Kunden erfolgen auch die Veränderung der relativen Preise von Konsumgütern und damit die Kaufentscheidungen von Verbrauchern.

6.3.1 CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM

Im Gegensatz zu JI-Projekten wurde in den Marrakech Akkorden festgelegt, dass für CDM-Projekte auch eine Anrechnung der Emissionsreduktionen ab dem Jahr 2000 möglich wird. Hierbei erfolgen die Emissionssenkungen in Entwicklungsländern, in welchen die CO₂-Vermeidungskosten am niedrigsten beziehungsweise die Senkungspotentiale am größten sind.³⁵⁰

Die Innovation des CDM- Ansatzes besteht vor allem darin, dass auch die Privatwirtschaft nach Maßgabe der völkerrechtlichen Regelungen an der Erfüllung von Minderungszielen eine Beteiligung erfährt.³⁵¹

Gleichzeitig gefährdet die Generierung zusätzlicher Emissionszertifikate bei CDM-Projekten jedoch die umweltbezogene Integrität der flexiblen Mechanismen, da im Gegensatz zu den JI-Projekten kein Transfer von Zertifikaten vom Gast- in das Investorland, sondern eine Er-

³⁴⁹ Als marktbasierendes Verhalten kann die Veränderung der Preise für Emissionszertifikate nach der UN-Klimakonferenz in Kopenhagen im Dezember 2009 betrachtet werden: Am ersten Handelstag des European Climate Exchange nach Abschluss der Konferenz sanken die Preise für Emissionszertifikate um knapp 7 % auf den niedrigsten Stand seit März 2009. Die Preise für die im Rahmen des Clean Development Mechanism emittierten Carbon credits fielen ebenfalls um etwa 7 %; Quelle: Carr, M. Krukowska, E (2010) auf <http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=20601109&sid=a8TD.WeBNprk&pos=14> am 02.01.10.

³⁵⁰ EU – Memo (2003), S. 1-3.

³⁵¹ Vgl. Umweltbundesamt (2008), S. 4.

langung zusätzlicher Zertifikate erfolgt, wodurch das Cap des Kyoto-Protokolls inflationär reagieren könnte.³⁵²

Zur Feststellung der Zusätzlichkeit der CDM-Maßnahmen wurden spezielle Werkzeuge entwickelt, welche zentral über das Klimasekretariat der Vereinten Nationen bereitgestellt werden. Den schematischen Ablauf einer CDM-Maßnahme stellt die nachstehende Abbildung 25 dar.

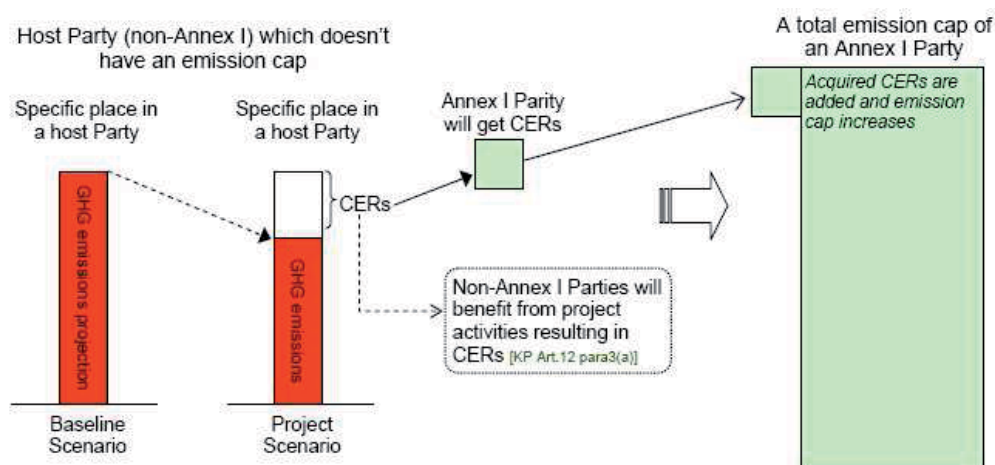


Abbildung 25 Prinzip des CDM

Quelle: Mizuno, Y. (2008), S. 2

Aus Abbildung 25 wird deutlich, dass die CDM-Projekte zusätzliche Emissionszertifikate generieren, welche ohne die Emissionsreduktion nicht existent wären.

In diesem Zusammenhang erfolgt die Prüfung der Zusätzlichkeit der Projekte anhand der nachstehenden Schritte:³⁵³

1. Identifikation von Alternativen zur Projektaktivität
2. Investment-Analyse
3. Barrieren-Analyse
4. Analyse der allgemeinen Praxis

Insbesondere durch die Investment-Analyse kann die Zusätzlichkeit auf Grund der Prüfung der finanziellen Attraktivität des Projektes eingeschätzt werden. So ist ein Projekt nicht zusätzlich, wenn es finanziell attraktiv ist und keine Barrieren existieren. Die Analyse der allgemeinen Praxis stellt fest, inwiefern die einzusetzende Technologie bereits im jeweiligen Sektor bzw. der jeweiligen Region Verbreitung findet.

³⁵² Vgl. Umweltbundesamt (2008) S. 52.

³⁵³ Zu weiteren Kriterien für CDM-Projekte, wie Soziales, Umwelt und Ökonomie sei an dieser Stelle auf Betz (2005) S. 345 f. verwiesen.

Zudem profitieren alle Regionen der Welt ökonomisch durch die sozialen Wohlfahrtseffekte, basierend auf den makroökonomischen Kosteneinsparungen in diesen Ländern und den damit einhergehenden Zugewinnen. Die resultiert nicht zuletzt aus dem wachsenden internationalen Güterhandel.

Die Vertragsstaatenkonferenz von Kopenhagen im Dezember 2009 erzielte eine grundlegende Reformierung des Clean Development Mechanism, alsdass die Umsetzung kleinerer Projekte erleichtert und die Überlastung des CDM-Executivrates reduziert werden konnte. Es ist daher eine breitere Anwendung und die Erhöhung der Wirksamkeit, beispielsweise durch die Realisierung einer Vielzahl bisher unerschlossener kleinerer Potentiale, durch diesen Mechanismus zu erwarten.³⁵⁴

6.3.2 JOINT IMPLEMENTATION

Als häufigen Hindernisgrund der eigenständigen Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen in den betroffenen Teilsystemen werden Informationsmängel, Unsicherheiten, zu geringe Energiepreise³⁵⁵ sowie das Fehlen lokalen Kapitals zur Investition in die Reduzierung der Umweltbelastungen angeführt.³⁵⁶

Das teilweise fehlende Bewusstsein für die Umweltbelastungen geht einher mit der Mentalität in Transformationsländern, wobei manchmal die Auffassung vertreten wird, dass der Staat die Umweltprobleme lösen soll.³⁵⁷ Laut Beschluss der Umweltministerkonferenz können bis zu 50 % der vereinbarten CO₂-Einsparungen im Ausland erzielt werden, also insbesondere durch den Einsatz der projektbasierten Mechanismen JI und CDM.³⁵⁸ Die noch verbreiteten staatlichen Besitzstrukturen verhindern häufig privatwirtschaftliches Engagement bei JI-Projekten, beziehungsweise lassen eine detaillierte Betrachtung der Handlungsoptionen hinsichtlich Joint Implementation aufgrund fehlenden lokalen Kapitals kaum zu.³⁵⁹

Als projektbasierter Mechanismus des Kyoto-Protokolls bietet Joint Implementation die Möglichkeit Projekte mit dem Ziel der Energieeffizienzsteigerung in anderen Teilsystemen durchzuführen und somit Einsparungen an CO₂ zu erzielen, welche positiv auf das Allmendegut³⁶⁰ Umwelt global betrachtet wirken.

³⁵⁴ Schwarze, R. (2010) S. 6-7.

³⁵⁵ So sind in vielen Transformationsländern niedrige Energiepreise für die Industrie sowie Subventionen durch Sozialtarife für Privathaushalte üblich, welche die Anreize zur rationellen Energieanwendung minimieren., Vgl. Ager, D., Nielsen, Z u. V (2006) S. 21

³⁵⁶ Vgl. Michaelowa, A. ; Krause, K. (1997) S. 7, 11; Banholzer, Kai (1996) S.55; Ager, Dina; Nielsen, Z u. V (2006) S. 21

³⁵⁷ Kühne, O. (2003) S. 186, o.V. (1999) S. 262

³⁵⁸ Sattler, M., Amann, E. (2004) S. 25.; In Deutschland sieht die Bundesregierung derzeit eine Beschränkung auf 22 % Emissionsreduktion unter Nutzung der projektbasierten Mechanismen vor.

³⁵⁹ Ager, D.; Nielsen, Z u. V (2006) S. 22f.

³⁶⁰ Allmendegüter sind öffentliche Güter, deren Nutzung nicht ausschließbar ist aber eine Rivalität im Konsum besteht. Dies tritt zum Beispiel bei überfüllten, öffentlichen Straßen oder Fischbeständen in einem Gewässer mit freiem Zugang auf.

Für Joint Implementation existiert keine einheitliche Definition, für die vorliegende Arbeit dient die Definition von BANHOLZER als Basis, wonach JI die gemeinschaftliche Umsetzung und Anwendung eines politischen Programms beschreibt. Die Umsetzung ist demnach der einmalige Prozess des Ingangsetzens, wobei die Anwendung den kontinuierlichen alltäglichen Vollzug des umgesetzten Programms beinhaltet.³⁶¹

Joint Implementation basiert auf dem Ansatz stark unterschiedlicher Grenzvermeidungskosten in den Teilsystemen sowie der Nutzung positiver Externalitäten und Synergieeffekte in Transformationsländern. Demnach ermöglicht der Einsatz effizienterer Produktionsmethoden die Reduzierung des Vorleistungsaufwandes und die Freisetzung von Finanzmitteln für andere Investitionen der Teilsysteme in den Transformationsländern. Entsprechend muss es für die Teilsysteme in den westlichen Industrieländern ökonomisch vernünftiger sein, mit gleichem Finanzaufwand in östlichen Transformationsländern eine signifikant größere Wirkung bei der Reduzierung globaler Belastungsfaktoren zu generieren.

Die gegenseitige Substitution der verfügbaren Emissionszertifikate wird in Abbildung 26 dargestellt.

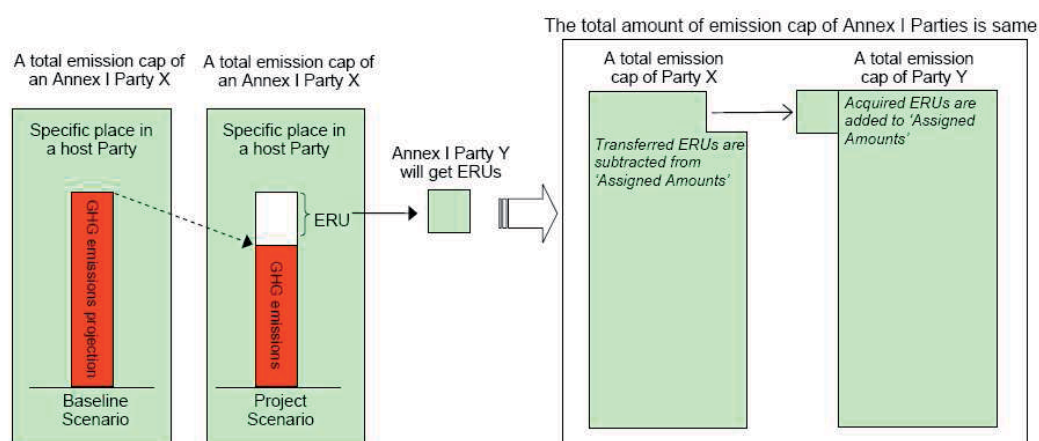


Abbildung 26 Prinzip des JI

Quelle: Mizuno (2008), S. 3

Im Gegensatz zu den CDM erfolgt bei JI ein Austausch von Emissionszertifikaten, das heißt die absolute Summe der verfügbaren Zertifikate bleibt konstant. Es erfolgt eine Umwandlung der AAUs und RMUs in so genannte Emission reduction units (ERUs), welche anschließend vom JI-Gastland auf das Konto des JI-Investorlandes transferiert werden.

³⁶¹ Vgl. Banholzer (1996) S.11 f.



Die durchzuführenden Projekte befassen sich sowohl mit Maßnahmen zur Verringerung oder Vermeidung von Treibhausgasemissionen,³⁶² als auch mit der Schaffung von Speichern und Senken³⁶³ zur Bewältigung dieser Emissionen.

Die tatsächlich investierten Summen in den Gastländern liegen meist über dem Anteil des CO₂-Vertragswertes³⁶⁴ und tragen daher als zusätzliche Investitionen zum Aufbau nachhaltiger (Energie-)Wirtschaftssysteme bei.

Im Sinne einer Win-Win-Situation können sich sowohl für den JI-Investor gleichzeitig neue Märkte erschließen, als auch die Verbesserung der lokalen Lebensbedingungen sowie eine Ausweitung durch Multiplikation und Demonstrationseffekte eintreten.

³⁶² Sogenannte Source-Related JI-Concepts, als Maßnahmen in Energiewirtschaft, Verkehrswesen, Industrie oder Landwirtschaft.

³⁶³ Darunter fallen die Sink-Type JI-Projects, im Sinne der Aufforstung und des Erhalts von Wäldern.

³⁶⁴ Der Anteil der CO₂-Vertragswerte liegt i.d.R. bei 5-10 % der Gesamtprojektkosten, vgl. Sattler, M., Amann, E. (2004) S. 27.

Die nachstehende Abbildung 27 stellt den grundsätzlichen Prozess bei der Durchführung von Joint Implementation Projekten, unterschieden nach den zwei Arten, dar.

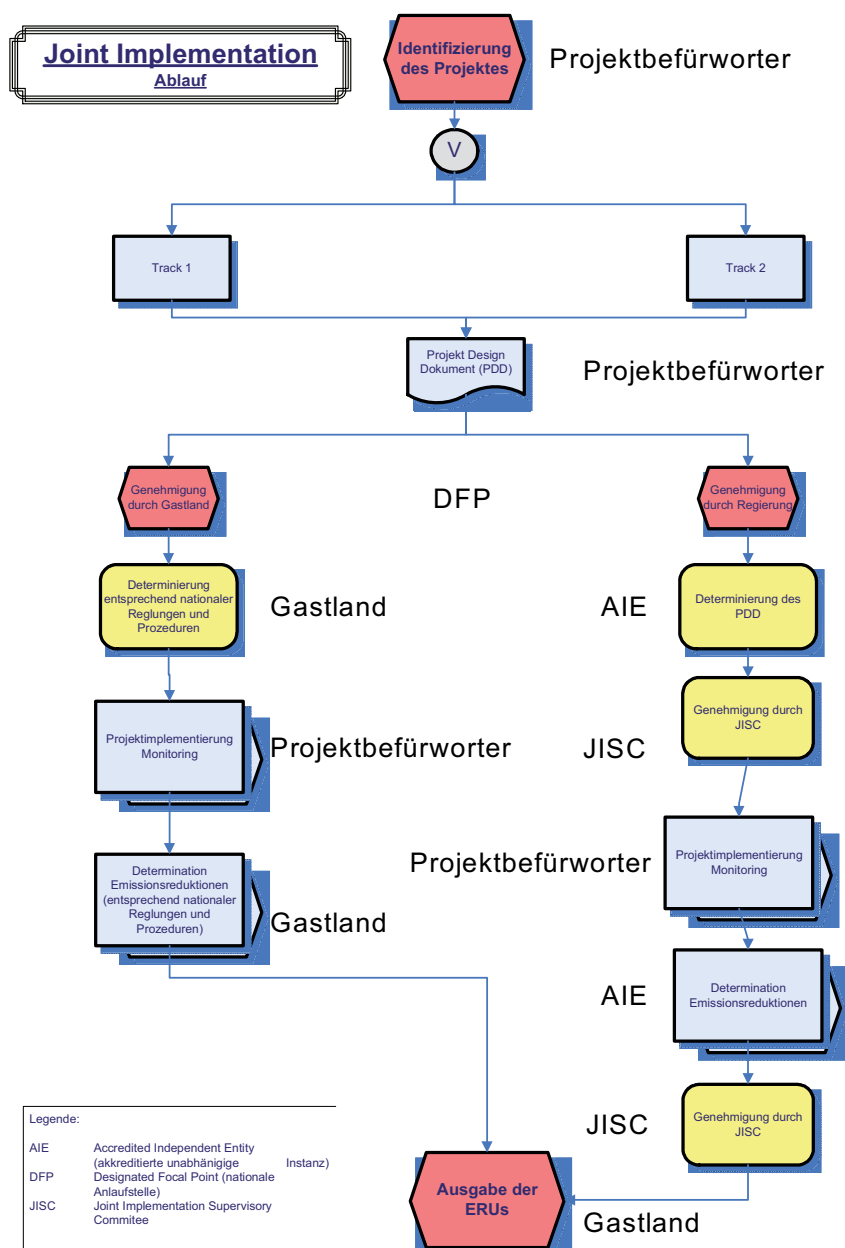


Abbildung 27 Ablaufschema bei JI-Projekten

Quelle: Eigene Erstellung auf Basis von UBA (2008)

Ausgehend von der Form der zwischenstaatlichen Zusammenarbeit lassen sich folgende Arten von Joint Implementation zusammenfassen:

- zwischen OECD, d.h. Annex-I-Staaten (West-West-JI);

- zwischen Industrie- und Entwicklungsländern (Nord-Süd-JI);³⁶⁵
- zwischen westlichen industrialisierten Ländern und östlichen Transformationsländern (West-Ost-JI).

Die vorliegende Arbeit untersucht die letztgenannte Kooperationsform, unter Nutzung des Source-Related JI-Concept, im Bereich des Verarbeiteten Gewerbes. Darüber hinaus wird hierbei die unternehmerisch und flexibel wirkende bilaterale Ebene bzw. Unternehmensbasis betrachtet, welche einen weiter reichenden Einsatz der vorhandenen Einsparungspotentiale ermöglicht, als die zentrale Lösung des multilateralen Systems.³⁶⁶ Zur Differenzierung der bi- und multilateralen Umsetzung von JI-Projekten wird an dieser Stelle auf BANHOLZER (1996) verwiesen.

Um die Transaktionskosten für die beteiligten Projektpartner zu minimieren, erscheint die zentrale Unterstützung und das wirkungsvolle Monitoring der JI-Projekte durch eine internationale Institution zielführend. So fallen im Rahmen des Emissionshandels diverse Gebühren für die Projektaktivitäten, Zustimmungsverfahren, Ermächtigungen und Zertifizierungen an, welche durch die zuständigen Stellen erhoben werden. Es erfolgt hierbei eine Kategorisierung bei welcher die Anzahl der jährlichen Emissionsreduktionseinheiten oder zertifizierten Emissionsreduktionen zugrunde gelegt wird.³⁶⁷

Als kritische Faktoren sind die Festlegung der Basislinien-Emissionen sowie die Bewertung der Zusätzlichkeit des JI-Projektes zu betrachten.

So erfolgt die Festlegung der Basislinien-Emissionen³⁶⁸ im Kontext der jeweiligen nationalen Rahmenbedingungen³⁶⁹, wonach dem existierenden Recht sowie regionalen und sektorspezifischen Politiken und Umständen³⁷⁰ Rechnung getragen werden muss.

Gleichzeitig muss die Festlegung der Basislinie konservativen Annahmen unterliegen und das Projekt darf nicht Bestandteil des Basis-Szenarios, d.h. einer Entwicklung ohne zusätzli-

³⁶⁵ Vgl. Oberthür, S., Ott, H. (2000) S. 213; Banholzer, K (1996). (Annex-I der Klimarahmenkonvention umfasst Australien, Belarus, Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, die Europäische Gemeinschaft, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Japan, Kanada, Lettland, Litauen, Luxemburg, Neuseeland, die Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, die Russische Föderation, Schweden, die Schweiz, Spanien, Tschechien, die Türkei, die Ukraine, Ungarn, die USA, Großbritannien und Nordirland. In Annex-II fehlen im Vergleich zu Annex-I die Länder, die sich im Übergang zur Marktwirtschaft befinden. Unter Entwicklungsländern werden daher in dieser Arbeit alle Länder verstanden, die nicht in Annex-I der Klimarahmenkonvention aufgeführt werden, also auch die asiatischen Schwellenländer. Die damit verbundenen Unschärfen führen zu keiner wesentlichen Veränderung der quantitativen Aussagen bzw. der Ergebnisse. Vgl. Klimarahmenkonvention, Anlage I und Anlage II.

³⁶⁶ Vgl. Banholzer (1996) S.17 f.

³⁶⁷ In Deutschland gelten hierbei 50.000 Emissionsreduktionseinheiten pro Jahr als Schwellenwert der zwei Kategorien, vgl. Projekt-Mechanismen Gebührenverordnung (ProMechGebV) vom 11.08.2007, Deutsche Emissionshandelsstelle (2009a).

³⁶⁸ Dies sind Emissionen, welche im Anfangsjahr der Betrachtung anfallen.

³⁶⁹ Vgl. auch Art. 11 b der Linking Directive und Bundesgesetzblatt (2005) § 3 (1) ProMechG.

³⁷⁰ So z. B. sektorale Reforminitiativen oder die regionale Brennstoffverfügbarkeit.



che Emissionsreduktionen auf Grund der Nutzung der flexiblen Mechanismen, erfolgen. Diese so genannte „business as usual-“ oder auch „baseline-“ Situation stellt die transparente Bewertungsgrundlage für alle Veränderungsprozesse dar.³⁷¹

Die geschilderte Zusätzlichkeit geht einher mit einer Zusätzlichkeit der Investitionskosten, den so genannten „incremental costs“. Auf der monetären Seite setzen sich demnach die Investitionskosten gedanklich immer aus den zwei folgenden Komponenten zusammen: Erstens den Kosten des baseline-Szenarios und zweitens den Zusatzkosten („incremental costs“), welche dadurch entstehen, dass eine Technologie gewählt wurde, welche mit Mehrkosten verbunden ist, die durch den üblichen monetären Ertrag des Vorhabens nicht gedeckt werden.

Dabei kann eine getrennte Finanzierung der beiden Kostenkomponenten erfolgen, sodass ein separater Investor die Zusatzkosten übernimmt, mit dem Ziel Emissionszertifikate zu erwerben.

Zur Wahrung der Integrität dieses Umweltinstrumentes ist es erforderlich, wirksame und harmonisierte Vorschriften zu erlassen, welche die mehrfache Anrechnung der Emissionsreduktionen unterbinden und etwaige innergemeinschaftliche Restriktionen bezüglich des Emissionshandels ausschließen.

Gleichwohl ist gerade für kleine und mittelständische Unternehmen festzustellen, dass diese bisher kaum Gebrauch von den projektbasierten Mechanismen machen, was auf deren hohen Transaktionskosten durch den Verwaltungsaufwand, umfangreiche Vorschriften und das Informationsdefizit hinsichtlich der Partner und Effizienzpotentiale zurückzuführen ist.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Problematik des einerseits durch die nationalen Strategien beabsichtigten Strukturwandels, hin zu einer auf kohlenstoffärmeren Technologien basierenden Wirtschaft und den Vermeidungsoptionen durch die projektbasierten Mechanismen, wodurch eine Fortführung der CO₂-intensiveren Technologien ermöglicht wird.

Global gesehen erlauben die flexiblen Mechanismen jedoch eine Beschleunigung des Transformationsprozesses in den Entwicklungs- und Schwellenländern durch den Strukturwandel ihrer Volkswirtschaften.

³⁷¹ Frank, M. et. al. (2000) S. 178.

Das Prinzip des Emissionshandels und die Wirkung von Joint Implementation (JI) -Projekten verdeutlicht die nachstehende Abbildung 28.

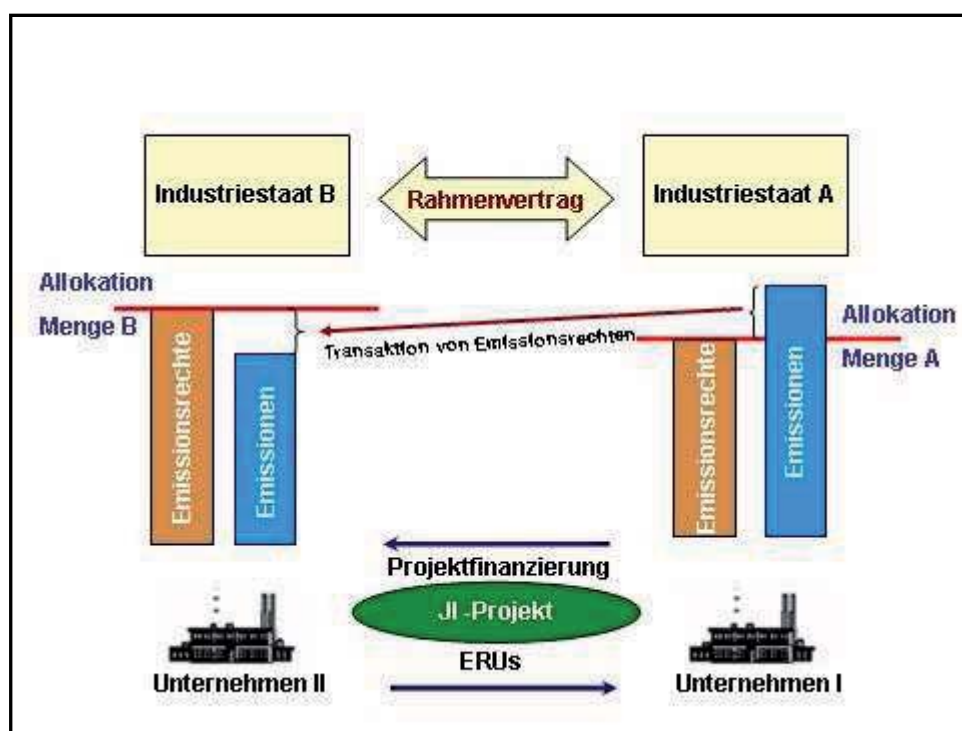


Abbildung 28 Grundprinzip des Joint Implementation

Quelle: Eigene Erstellung

Geschieht der Beitritt von Unternehmen zum Emissionshandel in großer Anzahl, so kann sich eine effiziente Marktform entwickeln, welche die tatsächlichen Grenzvermeidungskosten der Teilnehmer in Form der Preise widerspiegelt.

Damit wird ökologisch und ökonomisch sichergestellt, dass die Senkung der Emissionen an den Orten stattfinden, wo diese die geringsten Kosten verursachen.

Dies impliziert jedoch, dass die Effizienzgewinne durch den Emissionshandel signifikant höher als die Transaktionskosten für die Erfassung und Kontrolle der Marktteilnehmer liegen, wodurch ein Zielkonflikt entstände der die Akzeptanz des Emissionshandels verringern würde.³⁷²

Gleichermaßen ist das Signal hinsichtlich der Investitionsentscheidungen zugunsten kohlenstoffarmer Technologien von der Ausweitung des Emissionshandelssystems auf weitere Sektoren und Treibhausgase sowie Staaten abhängig.

Nur damit kann sichergestellt werden, dass durch eine transparente und eindeutige Zuordnung ein tatsächlicher Marktplatz geschaffen wird, der die Umweltwirksamkeit des Systems

³⁷² Vgl. Betz, R.A. (2003).

erhöht und die Potentiale für die Anwendung der flexiblen Mechanismen Joint Implementation und Clean Development Mechanism ausweitet. Dies gilt ebenso für die zu verstärkenden Anstrengungen der Schaffung von umweltrechtlichen Regelungen und Auflagen für Drittländer, ohne welche es zu Verlagerungseffekten der emissionsverursachenden Tätigkeiten in eben diese Staaten kommen würde.

Insbesondere der letztgenannte Punkt dürfte aus wettbewerbs- und wachstumspolitischen Gründen nur sehr schwer den Konsens der internationalen Staatengemeinschaft finden. Er trägt jedoch wesentlich zur Integrität des Umweltinstruments Emissionshandel bei.

Ein möglicher Ansatz ist die Harmonisierung des Emissionshandelssystems in Hinblick auf die Emissions-Gutschriften, welche durch Projekte im Rahmen der flexiblen Mechanismen des Kyoto-Protokolls generiert werden. Damit wird den Entwicklungs- und Schwellenländern ein Anreiz für die essentielle Unterzeichnung und Ratifizierung eines internationalen Übereinkommens gegeben, wodurch Unternehmen mit der Einführung innovativer und energieeffizienter Technologien in deren Wettbewerbsposition gestärkt werden.

Das Emissionshandelssystem der Europäischen Union wies in der ersten Handelsperiode von 2005 - 2007 Effizienzeinbußen aufgrund der teilweise recht großzügigen kostenlosen Zuteilung von Zertifikaten an emissionshandelspflichtige Anlagen auf.

Daher sollen in der derzeitigen Handelsperiode ein Teil, und ab 2013 alle bisher kostenlos zugewiesenen, Zertifikate versteigert werden; mit einem jährlichen Rückgang der Zertifikatsmenge anhand des linearen Koeffizienten 1,74 %.³⁷³ Ferner soll durch die Einbeziehung weiterer Sektoren und dem Abschluss von Übereinkommen zum Klimaschutz mit weiteren Staaten dem Anspruch auf eine Verringerung der Emissionen um mindestens 20 % bis zum Jahr 2020 Rechnung getragen werden.³⁷⁴

Aus ökonomischer Betrachtung ist die Versteigerung als das Grundprinzip der Zuteilung von Zertifikaten anzustreben, da diese auf effiziente Weise auch neuen Marktteilnehmern den gleichen wettbewerbspolitischen Rahmen setzt.

Jedes zusätzlich erhaltene Emissionsrecht stellt für die Unternehmen einen geldwerten Vorteil dar, wodurch die Wirksamkeit des Umweltinstruments Emissionshandel auf der anderen Seite erschwert wird.

Eine Ausweitung der Handelsperioden sollte vor dem Hintergrund der teilweise langen Investitionszyklen für größere Energieeffizienzinvestitionen eingeführt werden, um den Unterneh-

³⁷³ Vgl. EU (2008), S. 16.

³⁷⁴ Hierbei kommt auch zum Tragen, dass durch das Auslaufen der Kyoto-Reglungen ab 2013 und dem Ausbleiben eines neuen Übereinkommens eine Generierung von neuen ERUs nicht möglich wäre und damit der Anreiz zur Durchführung von Projekten im Rahmen der flexiblen Mechanismen untergraben wird.



men entsprechende Planungssicherheiten, auch in Bezug auf die Anrechenbarkeit der generierten Reduktionszertifikate, zu geben.

Diese Ausweitung dürfte sich zusätzlich positiv auf die Integrität dieses Umweltinstrumentes und damit auf die volkswirtschaftliche Entwicklung auswirken. Gleichwohl könnten die Ausweitung und Schärfung des Emissionshandelssystems durch die angesprochene Auktionierung, insbesondere in den noch im Transformationsprozess befindlichen Volkswirtschaften, zu einer Verzögerung des Anpassungsprozesses an die marktwirtschaftliche Ordnung führen. Daher sind vor dem Hintergrund der angesprochenen Harmonisierung die Verteilung des kostenlosen Anteils von Zertifikaten unter den EU-Mitgliedsstaaten sowie die Erstellung eines EU-weiten Allokationsplanes besonders kritische Handlungsfelder.³⁷⁵

³⁷⁵ Der Vorschlag der EU Kommission sieht daher eine solidarische Berücksichtigung des Pro-Kopf-Einkommens und der Wachstumschancen vor, wobei Staaten, deren Pro-Kopf-Einkommen über 20 % des EU-Durchschnitts liegt einen Beitrag für die angesprochene Verteilung leisten sollen. Dieser Vorschlag wird sicher insbesondere in den betroffenen Ländern für Diskussionen sorgen.

6.4 UNTERNEHMENSSTRATEGIEN UNTER CAP – AND TRADE REGULIERUNG

Dem neoklassischen ökonomischen Modell handelbarer Rechte zufolge, schätzen Unternehmen die langfristigen Kosten von Kohlenstoffdioxid-Zertifikaten in Relation zu ihren eigenen Grenzvermeidungskosten.

Sind diese geringer als die Kosten für den Erwerb von Zertifikaten können zusätzliche Emissionsrechte am Markt verkauft werden, anderenfalls ist es notwendig zusätzliche Zertifikate am Markt zu erwerben.

Unternehmen mit höherer Kapazität, das heißt mit über 100 Mitarbeitern, nutzen die Chancen des Emissionshandels deutlich stärker, als dies bei Unternehmen mit geringerer Kapazität der Fall ist.³⁷⁶

Demnach nutzen größere Unternehmen die flexiblen Mechanismen, Clean Development Mechanism und Joint Implementation, während kleinere und mittlere Unternehmen vielmehr darauf bedacht sind die Regulierungsanforderungen durch interne Maßnahmen oder den Kauf von Zertifikaten am Markt zu erfüllen.

In diesem Zusammenhang spielt die Komplexität des Unternehmens eine entscheidende Rolle, in Korrelation der Inputs und Outputs sowie interner Prozesse. Bei relativ einfachen Prozessen wie beispielsweise der Erzeugung elektrischer Energie sind Entscheidungen in Bezug auf die Energieträgerwahl direkt mit den Outputs verbunden, während das Verarbeitende Gewerbe und andere Industriebereiche deutlich komplexere Prozesse aufweisen. Dabei ist jedoch keine direkte Korrelation von Entscheidungen auf der Inputseite in Bezug auf den Output erkennbar.

Im internationalen Vergleich³⁷⁷ zeigen sich deutliche Unterschiede bei der unternehmerischen Bereitschaft in Klimaschutzmaßnahmen zu investieren. Während beispielsweise jeweils knapp ein Drittel der chinesischen und indischen Firmen angeben ihre Emissionen zu erfassen, überwachen lediglich zwölf Prozent der deutschen Unternehmen ihre Kohlendioxidbilanzen. Dabei ist in der differenzierten Analyse festzustellen, dass lediglich sieben Prozent der kleinen und 41 Prozent der großen Unternehmen ihre CO₂-Bilanz überwachen. Während 61 Prozent der Großunternehmen in die Steigerung der Energieeffizienz investieren, ist dies lediglich für ein Drittel der kleinen und mittleren Unternehmen zutreffend³⁷⁸. Anhand dieser Werte lässt sich die Bedeutung einer stärkeren Sensibilisierung und die Etablierung praxisgerechter Entscheidungsmodelle herausstellen. Im Rahmen dieser Arbeit wird ein Beitrag zur Bewältigung dieser Herausforderung geleistet.

³⁷⁶ Matisoff, D. (2010) S. 15., Matisoff untersuchte in einer Studie das Verhalten von Unternehmen im Rahmen des Europäischen Emissionshandels.

³⁷⁷ Vgl. REGUS (2010), Studie unter 15.000 Beschäftigten in 75 Ländern.

³⁷⁸ Vgl. Barth, M. (2010) in FAZ vom 08.10.2010, S. B3.

Für die Überwachung des Energieverbrauchs³⁷⁹ und die Investitionsplanung in Energieeffizienz³⁸⁰ sind ähnliche Erkenntnisse festzustellen, wie die nachfolgende Abbildung 29 darlegt.

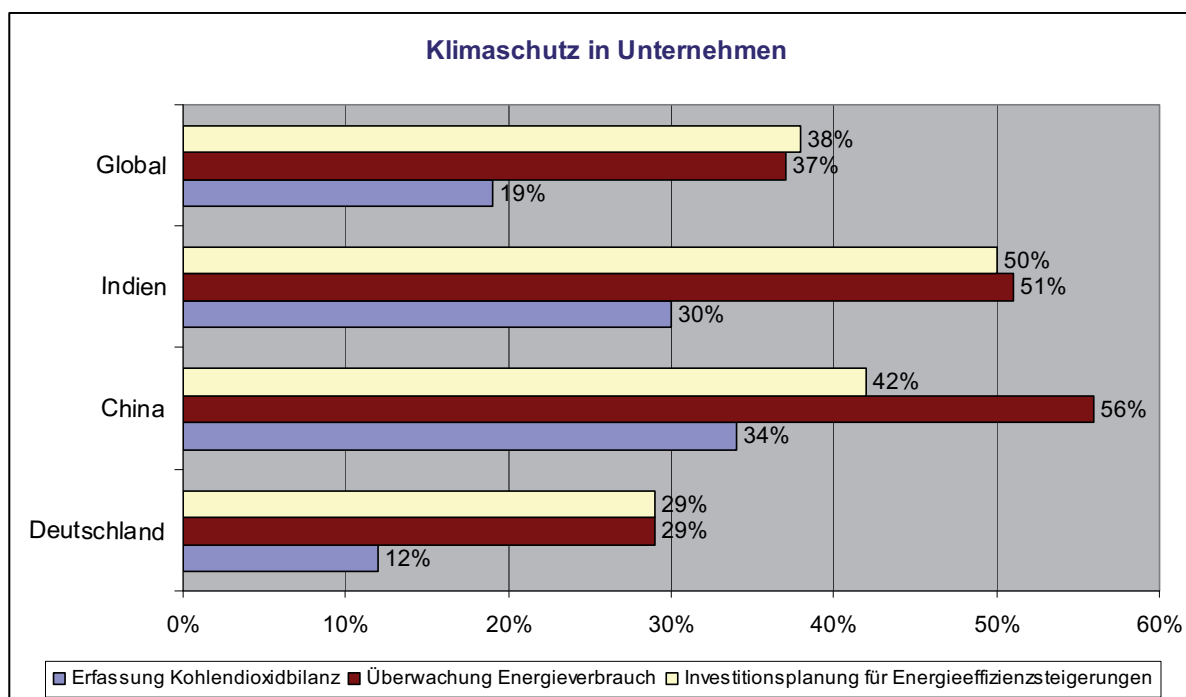


Abbildung 29 Klimaschutz in Unternehmen

Quelle: in Anlehnung an REGUS (2010)

Diese Werte sind insbesondere vor dem Hintergrund geringerer Energierohstoffverfügbarkeiten und einer restriktiveren Umweltpolitik in Deutschland kritisch zu betrachten und können mittelfristig zu weiteren Wettbewerbsnachteilen³⁸¹ auf dem globalen Markt führen.

³⁷⁹ Deutschland 29%, während 56 % der chinesischen und 51 % der indischen Unternehmen ihren Energieverbrauch erfassen.

³⁸⁰ Wiederum 29% der deutschen Unternehmen, im Vergleich zu 42% der chinesischen und 50% der indischen Unternehmen planen Investitionen in Energieeffizienz.

³⁸¹ Neben den Energiekosten sind bereits die durchschnittlichen Arbeitskosten in Asien deutlich niedriger, als auf dem europäischen Markt.

Die diversen Unternehmensstrategien in Bezug auf diese Aspekte sind in der folgenden Tabelle 20 dargestellt.

Tabelle 20 Unternehmensstrategien unter cap - and -trade Regulierung

	Geringe Komplexität	Hohe Komplexität
Hohe Kapazität³⁸²	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kauf von Emissionsrechten ▪ Investitionen in Windenergie und Biomasse ▪ Investitionen in die Energieeffizienzsteigerung und Kraft-Wärme-Kopplung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kauf von Emissionsrechten
Geringe Kapazität	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Investitionen in Joint Implementation und Clean Development Mechanism ▪ Handel mit Emissionsrechten ▪ Energieträgerwechsel ▪ Investitionen in die Energieeffizienzsteigerung und Kraft-Wärme-Kopplung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kauf von Emissionsrechten, um die Regulierungsanforderungen zu erfüllen ▪ Investitionen in Joint Implementation und Clean Development Mechanism ▪ Investitionen in die Energieeffizienzsteigerung und Kraft-Wärme-Kopplung

Quelle: Vgl. Matisoff, D. (2010) S. 15

Die mittel- und langfristige Unsicherheit hinsichtlich der Bezugskosten von Energieträgern wirkt sich auch auf dementsprechende Investitionen aus. So sind beispielsweise Planungsphasen von bis zu neun Jahren zur Realisierung eines Kohlekraftwerkes notwendig. Steigende Kosten für den Bezug von Erdgas und die Unsicherheit der Laufzeit von Kernkraftwerken machen Kohle daher zu einer interessanten Alternative. Aus diesem Grund ist die Intensivierung der Erforschung von Technologien zu kohlenstoffdioxidarmer Energieerzeugung aus Kohle, wie beispielsweise Carbon Capture and Storage (CCS) oder anderen clean coal Technologien notwendig, um den negativen Implikationen dieses CO₂-intensiven Energieträgers gerecht zu werden.

Dabei gilt diese Einschätzung für Unternehmen mit hoher wie geringer Kapazität in Relation zu geringer Komplexität gleichermaßen.

Für Unternehmen, die eine hohe Komplexität ihrer Prozesse aufweisen, stellen die Energiekosten den entscheidenden Faktor dar, ihr unternehmerisches Verhalten nachhaltig zu ändern. Aufgrund der langfristigen gesetzlichen Unsicherheit in Bezug auf die Regulierungsbestimmungen des Emissionshandels wird der Faktor CO₂ derzeit kaum in langfristige Entscheidungen einbezogen. Einsparungen von CO₂ über die zugeteilten Minderungsziele hin-

³⁸² Unter höherer Kapazität werden gemäß Matisoff, D (2010) Unternehmen mit mehr als 100 Beschäftigten verstanden, geringere Kapazität stellen entsprechend Unternehmen mit weniger als 100 Beschäftigten dar.

aus werden daher eher als die „Kirsche auf dem Kuchen“ betrachtet und sind kein primäres Entscheidungskriterium. Die Erweiterung des Emissionshandelsmarktes um weitere Branchen und einen längeren Zeitraum schafft die Rahmenbedingungen, um dieser Herangehensweise wirksam entgegenzuwirken.

Es liegt folglich nahe, dass die zusätzliche Reduzierung von CO₂ als unternehmerischer bottom-up-Prozess geschieht, in der Form, dass Prozessverbesserungen im Rahmen des Umweltmanagements die zusätzliche Reduzierung von CO₂ implizieren.

Besonders kleine und mittlere Unternehmen mit komplexen Prozessen sind durch deren meist geringe Kapazitätsausstattung mit dem derzeitigen Emissionshandel überfordert. Vielfach fehlt auch das Verständnis für den Emissionshandel und die Anwendung der flexiblen Mechanismen. Eine häufige Änderung von Bestimmungen im Umgang mit dem Emissionshandel, wie die Allokation von Emissionsrechten, Verifizierungen oder Monitoringregeln, und deren Anpassung in den einzelnen europäischen Staaten stellt eine zusätzliche Herausforderung für die involvierten Akteure dar, welche das Emissionshandelssystem insgesamt lähmen und dessen praktischen Nutzen reduzieren.

In Bezug auf diese Instabilität sollte eine verbindliche Lösung implementiert werden, welche auch langfristige Preissignale aussendet, um die tatsächlichen Potentiale durch die Anwendung von Marktmechanismen zu nutzen.

Es ist daher ein Verhalten zu bemerken, welches dem neoklassischen Modell entgegensteht, sodass zusätzliche Investitionen in Energieeffizienz oder Kosten-Nutzen-Betrachtungen vielfach ausbleiben, obwohl kurze Amortisationszeiten und eine Prozessverbesserung häufig offensichtlich sind.³⁸³

Folglich sollte der Fokus der Regulierungsstellen darauf gelegt werden, insbesondere kleine und mittlere Unternehmen bei der Implementierung neuer Regelungen zu unterstützen, da der Emissionshandel als komplexes, aber sehr wirkungsvolles Instrument der Umweltpolitik, möglichst viele Bereiche erfassen sollte, um eine breite Wirkung bei der Bewältigung des Klimawandels zu erzielen.

Der Fokus des in dieser Arbeit vorgestellten Entscheidungsmodells liegt daher auf den kleinen und mittleren Unternehmen. Es erscheint notwendig, diesen Unternehmen mit einem Instrument Unterstützung zu geben und gleichzeitig einen Beitrag zur Erreichung globaler Ziele zu leisten.

Ineffizienzen im Rahmen des Emissionshandels generieren volkswirtschaftliche Kosten, welche die Gesellschaft trägt und die somit nicht dem Verursacherprinzip gerecht werden. Es sollte daher der Fokus auf anwendbare Lösungen gelegt werden, welche rechtssicher sind und eine globale Emissionsreduktion zu den geringsten Kosten ermöglichen, was theoretisch durch den Emissionshandel in Kombination mit den flexiblen Mechanismen erreichbar ist.

³⁸³ Hierbei ist selbstredend auch die häufig geringe Kapitalausstattung dieser Unternehmen in die Analyse einzubeziehen.



Teil D Energieeffizienzinvestitionen entlang der Wertschöpfungskette

7 Herausarbeitung des Handlungsbedarfes für Investitionen in Energieeffizienztechnologien – das ENEFFTECH-Entscheidungsmodell

7.1 ANFORDERUNGEN AN DAS ENEFFTECH-ENTSCHEIDUNGSMODELL

Aus den in Kapitel 5.8.7 dargestellten generellen Anforderungen an ein Entscheidungsmodell werden in den nachstehenden Kapiteln konkrete Anforderungen an das ENEFFTECH-Entscheidungsmodell abgeleitet. Dabei wird den basalen Kriterien hinsichtlich Einfachheit, Roboustheit, leichter Kontrollierbarkeit, Adaptierbarkeit, Vollständigkeit sowie der Kommunikationsfähigkeit Rechnung getragen.

Darüber hinaus sind die Fragen nach den in der Datenbank zu erfassenden Daten und deren Erfassungsmethode zu beantworten. Gleichmaßen ist die Analyse der Abhängigkeit der Daten voneinander und deren Beziehungen untereinander für die Implementierung und Verflechtung der zugrundeliegenden Datentabellen essentiell. Das Datenmodell muss generell die Kontrolle über die Daten zulassen (gemeinsame Nutzung durch die Wertschöpfungspartner) und redundanzfrei sein. Die Datenintegrität ist durch Zugriffskontrollen (Datenschutz), den Erhalt der logischen Datenintegrität sowie durch den Mehrbenutzer-Betrieb sicherzustellen. Aufgrund der zumeist heterogenen Anwendungssysteme innerhalb der Unternehmen der Wertschöpfungskette ist ebenfalls dem Kriterium der Datenunabhängigkeit Rechnung zu tragen. Dies bedeutet, dass die unternehmensinternen (Software-)Anwendungen unabhängig von der Organisation und Speicherung der Daten funktionieren müssen. In den folgenden Kapiteln werden die Module und deren Zusammenwirken erläutert und die Datenmodellierung dargestellt. Eine Bewertung des ENEFFTECH-Strukturmodells sowie der Vergleich mit den in Kapitel 5.8.2 erläuterten Entscheidungsmethoden erfolgt in Kapitel 7.7.4.

7.2 DAS ENEFFTECH-STRUKTURMODELL

Den nachstehenden Überlegungen hinsichtlich der Herausarbeitung der Entscheidungsproblematik sei voran gestellt, dass im Rahmen der vorliegenden Arbeit ein modularer Modellaufbau präferiert wird, um einen flexiblen Einsatz in Unternehmen zu ermöglichen.

Es erfolgt demnach die Unterscheidung in eine Informations-, Datenerfassungs- sowie eine Entscheidungsebene, wobei jeweils die progressive Entwicklungsfähigkeit der Module gewährleistet wird.

In der nachstehenden Abbildung 30 werden die drei Ebenen dargestellt und in den folgenden Kapiteln näher ausgeführt.

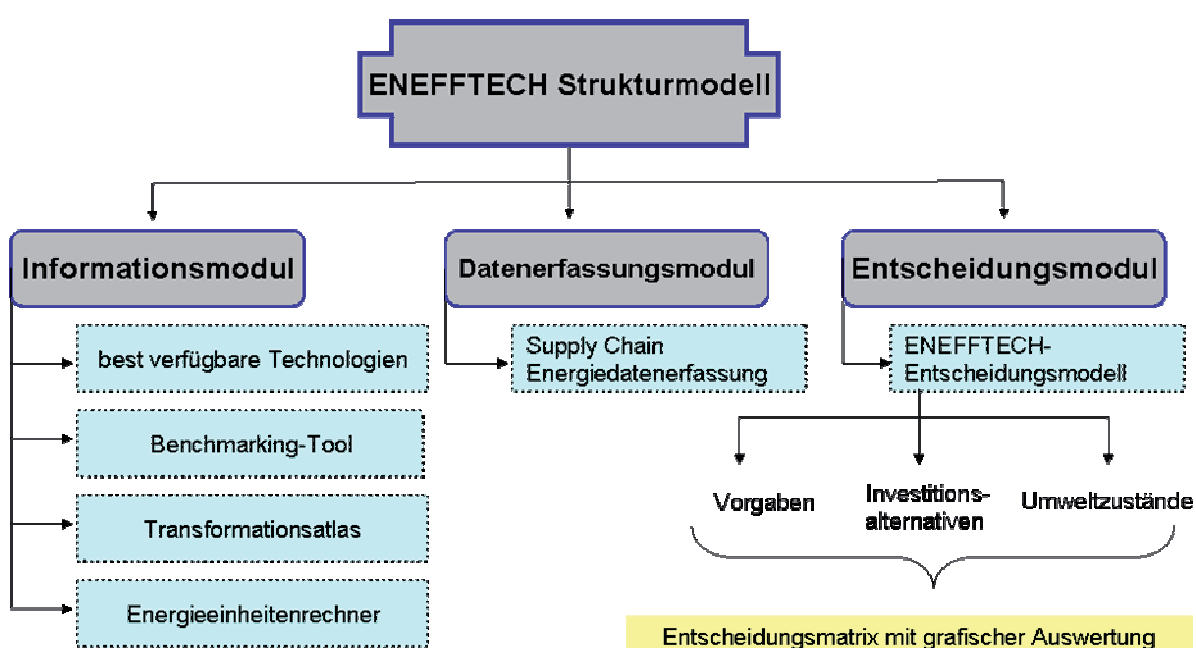


Abbildung 30 ENEFFTECH-Strukturmodell

Quelle: Eigene Erstellung

Das *Informationsmodul*, mit einer branchenspezifischen Erfassung der besten verfügbaren Technologien in einer Datenbank, stellt eine Basis für die Entscheidungsvorbereitung dar. Zur Einordnung des eigenen Unternehmens im Hinblick auf dessen Energieeffizienz ermöglicht ein Benchmarking-Tool die spezifische Bewertung nach Unternehmensgrößenklassen mit Hilfe relativer Kennzahlen. Der Transformationsatlas fasst die Rahmenbedingungen in Transformationsländern zusammen und beinhaltet vor allem qualitative Informationen zu Transformationsländern und die Option diese Kriterien gegenüber zu stellen. Als Ergänzung ermöglicht der ebenfalls integrierte Energiedatenrechner die energieträgerspezifische Bewertung von Verbrauchswerten.

Das *Datenerfassungsmodul* ermöglicht in einem zweiten Schritt die mandantenfähige Erfassung der für das Entscheidungsmodell relevanten Daten entlang der Supply Chain.

Im Rahmen des *Entscheidungsmoduls* erfolgt die eigentliche Entscheidungsfindung, indem die definierten Vorgaben zu Preisentwicklungen, Reduktionsverpflichtungen, Kostenbestandteilen etc. in die Investitionsalternativenbetrachtung integriert, unter diversen Umweltzuständen in der Ergebnismatrix dynamisch verdichtet und grafisch dargestellt werden.

Die eben geschilderten Module werden nun in den folgenden Kapiteln im Gesamtkontext erläutert, wobei dem integrativen Ansatz des ENEFFTECH-Entscheidungsmodells Rechnung getragen wird.

7.3 DATENMODELLIERUNG IM ENEFFTECH-STRUKTURMODELL

7.3.1 GRUNDSÄTZE DER DATENMODELLIERUNG IM ENEFFTECH-STRUKTURMODELL

Im Rahmen der Arbeit besteht das Ziel in der Projizierung einer integrierten und auf die Lieferkette bezogenen Gesamtstruktur, welche die persistente, sichere und flexible Verwaltung der Unternehmensdaten gewährleistet.

Eine Datenbank ist die systematische Sammlung von Daten, welche über ein Datenbankmanagementsystem dem Nutzer zur Verwaltung und Anwendung zur Verfügung gestellt wird. Dieses Datenbankmanagementsystem ist die Zusammenfassung aller Programme, welche für den Umgang mit Daten erforderlich sind. Es verhindert den unkontrollierten Zugriff auf den Datenbestand und stellt eine effiziente Zugriffsmöglichkeit auf die in der Regel sehr großen Datenbestände dar. Dabei kommt dem Datenbanksystem, als strukturierte Kombination aus Datenbank und Datenbankmanagementsystem eine entscheidende Funktion zu. Die ausführliche Darstellung der Datenbankthematik aus informationstechnischer Sicht würde den Rahmen der Arbeit sprengen, gleichwohl soll in den nachstehenden Kapiteln auf die Datenmodellierung eingegangen werden.³⁸⁴ Hierbei spielen insbesondere die Struktur und die Eigenschaften der Datenelemente eine wesentliche Rolle, um den Ansatz des ENEFFTECH-Entscheidungsmodells zu konkretisieren und den Lösungsansatz anhand des Anforderungskatalogs zu untersetzen. Der Anspruch dieser Arbeit liegt in der Entwicklung eines praxisgerechten und auf kleine und mittlere Unternehmen fokussierten Entscheidungsmodells. Aus diesem Grund wird ein semantisches Datenmodell in Form des Entity-

³⁸⁴ Zum grundlegenden Umgang mit Datenbanken und deren Modellierung siehe Moos, A. (2004); Klug, U. (2008); Schicker, E. (2000); Staud, J. (2006); Vossen, G. (2008).

Relationship-Modells zugrunde gelegt, welches durch, bereits am Markt verfügbare, Standardsoftware unterstützt werden kann.

Als Entität (engl. entity) wird ein wohlunterscheidbares und konkretes Objekt definiert, welches mit anderen Objekten in Beziehung (engl. Relationship) steht und als semantisches Beschreibungselement eine Rolle einnimmt.³⁸⁵

Dabei werden Entitäten und Beziehungen durch Attribute beschrieben, welche die Eigenschaften darlegen. So besteht beispielsweise die Entität *Unternehmen* unter anderem aus den Attributen *Unternehmensnummer (KAdr_ID)* und *Firmenname (KAdr_Firma)* und die Beziehung *kooperieren* beispielsweise aus den Attributen *Kooperationsvertragsnummer* und *Datum_Kontaktaufnahme*. Formal sind drei Arten von Beziehungen möglich:

- 1:n-Beziehung,
- 1:1-Beziehung
- und die m:n-Beziehung.³⁸⁶

So entspricht bei der 1:n-Beziehung ein Datensatz in der übergeordneten Tabelle (Mastertabelle) keinem oder mehreren Datensätzen in der Detailtabelle. Ein Unternehmen kann zum Beispiel mehrere verschiedene Energieträger einsetzen. Bei der 1:1-Beziehung hingegen entspricht ein Datensatz der Mastertabelle exakt maximal einem Datensatz in der Detailtabelle. Die Einführung dieser Relation kann notwendig sein, wenn beispielsweise Auftragsarten unterschieden werden müssen und spezifische Abrechnungen nach Gebührentabellen oder divergierenden Stundensätzen erfolgen. Eine m:n-Beziehung liegt dann vor, wenn in der Master- und der Detailtabelle sich gleichzeitig mehrere Datensätze entsprechen. So können zum Beispiel mehrere Investitionsalternativen in Form der Querschnittstechnologien (Beleuchtung, Antriebe, Lüftung, etc.) in mehreren Unternehmen (Zulieferer 1 aus Rumänien, Zulieferer 2 aus Polen, etc.) vorhanden sein und in mehreren Unternehmen diverse Querschnittstechnologien als Investitionsalternativen zur Verfügung stehen.

Die Daten werden in einer Menge von Tabellen gespeichert, deren Name die jeweilige Relation beschreibt. Die Zeilen stellen jeweils einen zusammengehörigen Datensatz, als sogenanntes Tupel einer Relation dar, während die Spalten die Attribute eindeutig beschreiben. Mit Hilfe eines Primärschlüssels werden die Datensätze eindeutig identifiziert.³⁸⁷

³⁸⁵ Vgl. Schicker, E (2000) S. 137; Moos, A. (2004) S. 11; Thalheim, B. (2000) S. 4.

³⁸⁶ Brosius, G. (2002) S. 171-174.

³⁸⁷ Vgl. Schmeling, H. (2007) S. 95.

7.3.2 INFORMATIONENSARCHITEKTUR UND PROZESSGESTALTUNG FÜR STRATEGISCHES SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Der Fokus des ENEFFTECH-Entscheidungsmodells liegt in der Unterstützung der Entscheidungsfindung und Durchführung von Maßnahmen mittels der Bereitstellung qualifizierter und effizienter Informationen auf Unternehmensebene sowie entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Demnach konzentriert sich das Modell auf die Auswertung und Zusammenfassung von Daten, welche aus anderen Systemen (z. B. Materialmanagement im ERP-System, Ökobilanzen, Umweltmanagementinformationssysteme für EMAS oder ISO 14001, etc.) stammen, erhoben respektive vorgehalten werden. Es geht demzufolge nicht darum, derartige Softwarelösungen zu ersetzen, sondern vielmehr um die Strukturierung und Verdichtung dieser Informationen von einem oder mehreren Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette.

Die für die Entscheidungsvorbereitung zu erfassenden Daten bedürfen einer einheitlichen Grundlage und prozessualen Erhebung für die gesamte Supply Chain³⁸⁸. Wird beispielsweise der Elektroenergieverbrauch eines Unternehmens mit einem Durchschnittswert erfasst, so ist sicherzustellen, dass dieser Verbrauch in einem anderen Unternehmen nicht aus den Originalwerten des Energielieferanten generiert wird, um keine Datenverzerrungen zu erzeugen.

Zur Einhaltung der Redundanzfreiheit des ENEFFTECH-Entscheidungsmodell basiert dieses auf einer mehrdimensionalen relationalen Datenbank mit einer eigenen Benutzeroberfläche und gliedert sich in die Informationsebene, die Datenerfassungsebene sowie die Entscheidungsebene. Diese werden in einer Datenbanklösung integriert und so dem Entscheider und Nutzer in einer Anwendung zur Verfügung gestellt. Dabei ist die Mehrbenutzerfähigkeit, wie bereits im Anforderungsprofil für das Entscheidungsmodell in Kapitel 7.1 beschrieben, sichergestellt. Die Klassifizierung der Supply Chain Partner erfolgt anhand einer ABC-XYZ-Analyse, wie sie in Kapitel 7.5 beschrieben wird. Somit können kritische Ansatzpunkte für Effizienzsteigerungen entlang der Lieferkette identifiziert und bewertet werden.

Für die Umsetzungsplanung der ENEFFTECH-Anwendung gilt es zunächst die Fragen nach der Anwendungsentwicklung und der Form der Softwarelösung zu beantworten. Generell spielen dabei die Aspekte der Technik, der Verbreitungsmöglichkeiten, des Entwicklungsaufwandes und des Nutzens sowie der Verfügbarkeit die wesentliche Rolle.³⁸⁹

³⁸⁸ Vgl. Keßeler, T. (2000) S. 137-139.; Blume, V. Haasis, H.-D. (2000) S. 146.

³⁸⁹ Krcmar, H. (2000) S. 346.

Diese Aspekte werden in Tabelle 21 in Form eines morphologischen Kastens unter den Ausprägungen der Entwicklung durch einen Softwarehersteller, beziehungsweise die Supply Chain-Partner oder einer Individualsoftware, die Lösung als Datawarehouse³⁹⁰, Client-Server-Architektur sowie als integrierte Standardsoftwarelösung gegenübergestellt.

Tabelle 21 morphologischer Kasten zur ENEFFTECH-Anwendung

Parameter	Softwarehersteller entwickelt	Entwicklung durch Supply Chain (SC) Partner	Individualsoftware	Datawarehouse (DW)	Client-Server-Lösung mit Schnittstellen	Standardsoftware integriert
Technik	Effizienzgewinne durch Standardisierung	Anpassungsoptionen für spezifische Supply Chain	exakte Anpassung an jeweiligen Supply Chain Partner	Nutzung von DW-Werkzeugen (z.B. OLAP), flexible Datenkombination, längerfristige Datenspeicherung	Plattformunabhängig Verknüpfung von "best practice-Modulen"	Benutzerfreundlich, Datenredundanzen reduziert, Datenkonsistenz
Verbreitungsmöglichkeiten	hoch	potentiell an alle SC-Partner (Tier 1-3)	gering	Kombination dezentraler Datenbestände	flexibel, modular mit unterschiedlichen Systemen anwendbar	hoch, in Abhängigkeit vom Durchdringungsgrad anwendbar
Verfügbarkeit	größere internationale Verbreitung	meistens Supply-Chain bezogen	keine Übertragbarkeit	dezentrale Datenbestände können verbunden werden	erhöhter Integrationsaufwand durch Schnittstellen	monolithisches System zumeist unflexibel
Nutzen	universell einsetzbar, branchenunabhängig	zielgerichtet auf SC, ausgerichtete Lösung	bessere Anpassung an jeweiligen SC-Partner, aber Schnittstellen integration komplizierter	sehr vielseitige Datenanalyse durch Verdichtung möglich	Verbreitung sind theoretisch keine Grenzen gesetzt	minimaler zusätzlicher Datenerfassungsaufwand
Entwicklungsaufwand	hoch, aber schneller amortisiert	Entwicklungsaufwand auf SC-Partner verteilt	sehr hohe Entwicklungs- und Betriebskosten für Anwenderunternehmen	hoch	abhängig von Ausbaustufe	hoch

Quelle: Eigene Erstellung unter Einbezug von Krcmar, H. (2000) S. 346-349

Die Informationsarchitektur der ENEFFTECH-Anwendung gliedert sich entsprechend Abbildung 31 in eine Anwendungs- sowie eine Datenhaltungsebene. Die Datenhaltungsebene beinhaltet auch die Daten, welche dem Nutzer auf der Informationsebene zur Verfügung gestellt werden. Das primäre Ziel für das Strategische Supply Chain Management besteht in einer konsistenten Erfassung der Energiedaten für die einzelnen Supply-Chain-Partner, um mögliche Investitionsentscheidungen ganzheitlich für die Wertschöpfungskette analysieren und bewerten zu können. Der Einsatz einheitlicher Standards reduziert den Aufwand des Informationsaustausches und damit auch die Transaktionskosten. Dies bezieht sich ebenfalls auf die Verarbeitung und Bewertung der Informationen, welche auf den vor- und nachgelagerten Stufen der Wertschöpfungskette weitergegeben werden sollen.

³⁹⁰ Im Datawarehouse, als Form eines Datenbanksystems, werden Daten integriert, schwerpunktmäßig nach Sachzusammenhängen geordnet und zeitpunktbezogen abgespeichert, Vgl. dazu weiter u.a. Goecken, M. (2006) S. 17 f., Kemper, A., Eickler, A. (2006) S. 496, Wilmes, C. et. al. (2004) S. 8 f.

Es ist daher nahe liegend, dass sich das ENEFFTECH-Entscheidungsmodell an den standardisierten Informationsaustausch des Supply-Chain-Council-Referenzmodells³⁹¹ anlehnt.

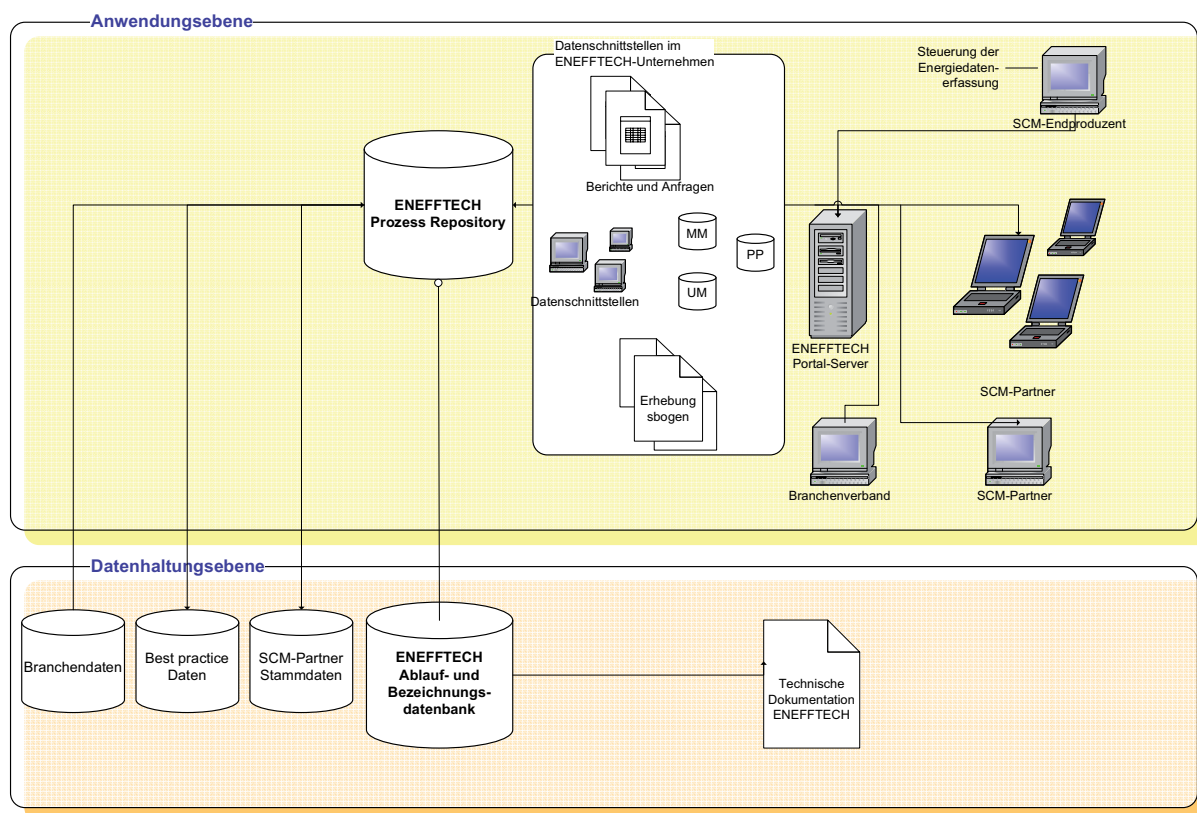


Abbildung 31 Informationsarchitektur der ENEFFTECH-Anwendung

Quelle: Eigene Erstellung

Dementsprechend erfolgt die Dateneingabe durch die verteilten Nutzer entlang der Supply Chain³⁹² mittels Zugriff auf einen mehrbenutzerfähigen ENEFFTECH-Portal-Server. Dieser wiederum greift auf ein Repository³⁹³ zu, in welchem die Prozessbeschreibungen sowie die Verknüpfungen zu den Stammdaten auf der Datenhaltungsebene hinterlegt sind und die Übertragung der Änderungen in die ENEFFTECH Prozess-Datenbank gesteuert wird.

Die Datenhaltungsebene erfasst separat die Stammdaten der SCM-Partner sowie Branchendaten für das Benchmarking ebenso wie die best-practice-Lösungen. Die konkreten Prozesse sind in der ENEFFTECH-Ablauf- und Bezeichnungsdatenbank gespeichert. Eine technische Dokumentation stellt die Prozesstransparenz sicher.

Der SCM-Endproduzent steuert die Energiedatenerfassung entlang der Supply Chain, welche die Basis für die Generierung von Investitionsalternativen bildet.

³⁹¹ Vgl.: Supply-Chain-Council (2009) auf <http://www.supply-chain.org>.

³⁹² Die Nutzer werden als SCM-Partner (supply chain management-Partner) bezeichnet.

³⁹³ In der Informationstechnologie üblicher englischer Begriff für einen Datenspeicher.

Eine Übersicht zu den Funktionalitäten des ENEFFTECH-Entscheidungsmodells stellt Abbildung 32 dar:

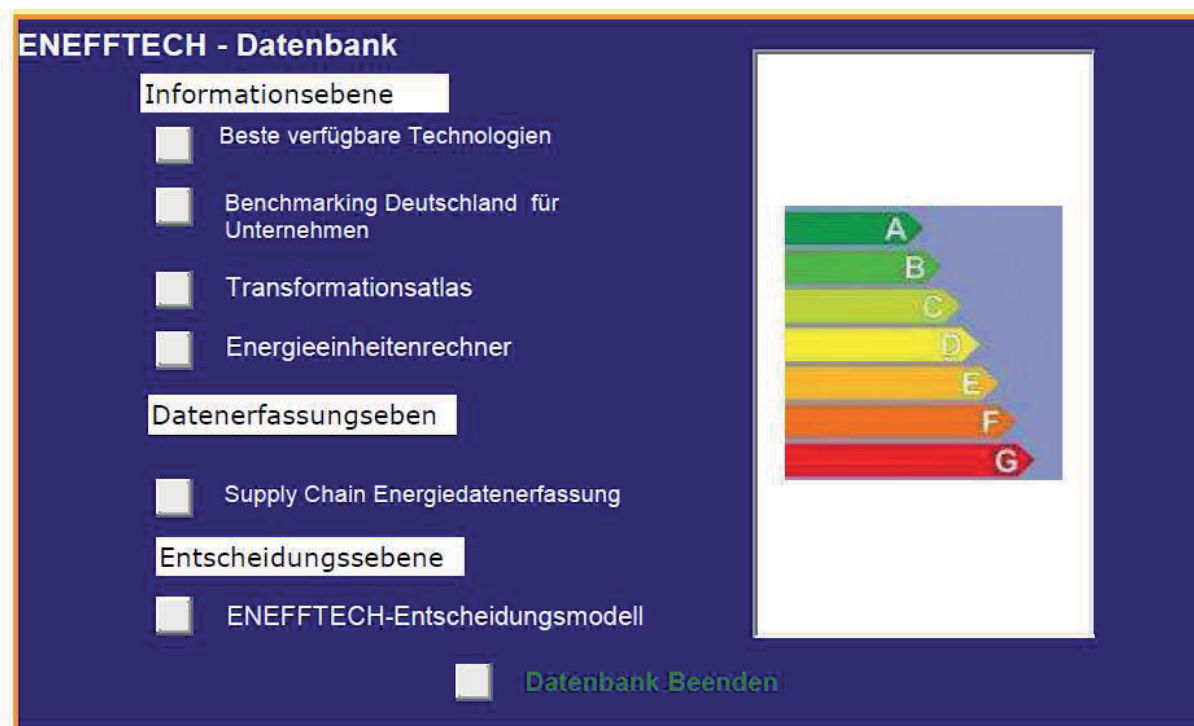


Abbildung 32 ENEFFTECH-Datenbank Startseite

Quelle: Eigene Erstellung

Die unternehmensspezifische Datenerfassung erfolgt durch eine mehrbenutzerfähige Datenbanklösung, wie in Abbildung 37 aufgezeigt, womit die energetische Analyse und Bewertung der Unternehmen entlang der gesamten Supply Chain vorgenommen werden kann. Über Online Analytical Processing (OLAP) besteht darüber hinaus die Option diverse Analysen flexibel vorzunehmen. Die Datenhaltung erfolgt dabei, trivial ausgedrückt, in Würfelform, wobei die Datenanalysen durch „Drehung“ dieser Würfelfanten und „Schnitte“ durch den Würfel erfolgt (Slice and Dice). Damit ist eine interaktive und echtzeitgerechte Auswertung mit kennzahlenübergreifenden Bezugsoptionen möglich.³⁹⁴

Die in Abbildung 32 aufgeführten Module der ENEFFTECH-Datenbankanwendung beschränken sich auf die für die Entscheidungsfindung relevanten Kriterien und Werkzeuge. Dies ist notwendig, weil für den Einsatz in der unternehmerischen Praxis eine leichte Handhabbarkeit und Übersichtlichkeit einer derartigen Softwarelösung von großer Bedeutung sind.³⁹⁵

³⁹⁴ Vgl. Fahrback, M. et. al. (2000) S. 93-95.

³⁹⁵ Vgl. Keßeler, T. (2000) S. 140.

Eine Gesamtübersicht zum hinterlegten ENFFTECH-Datenmodell stellt Abbildung 33 dar.

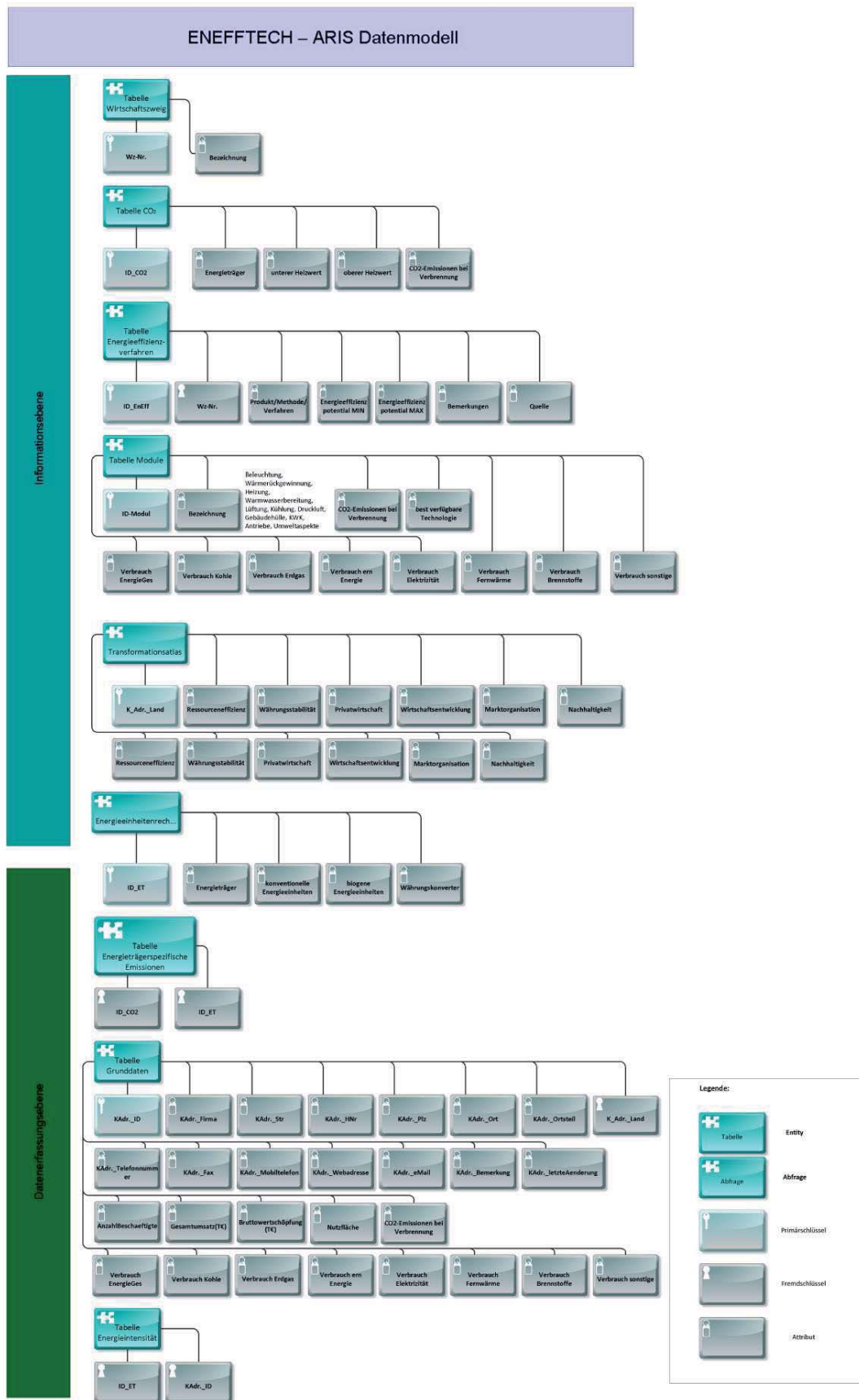


Abbildung 33 ENEFFTECH - ARIS Datenmodell

Quelle: Eigene Erstellung unter Nutzung des ARIS –Datenmodell-Werkzeuges.

Aus dem Datenmodell werden Abfragen generiert, welche die Entscheidungsfindung unterstützen, wie in nachstehender Abbildung 34 dargestellt.

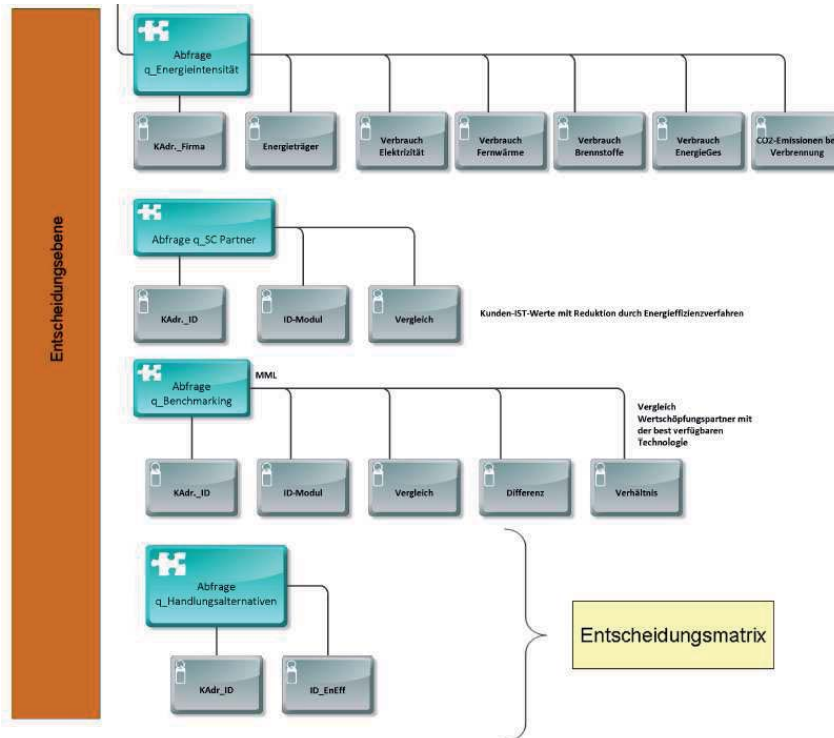


Abbildung 34 ENEFFTECH-Entscheidungsebene

Quelle: Eigene Erstellung unter Nutzung des ARIS –Datenmodell-Werkzeuges

7.3.3 DATENMODELL - INFORMATIONSEBENE

Die Informationsebene bündelt die unternehmensspezifischen Daten, fasst die Daten der Wirtschaftszweige zusammen und enthält darüber hinaus auch die Heiz- und Emissionswerte diverser Energieträger.

Des Weiteren sind die Potentiale und Methoden von Effizienzverfahren nach deren Einsatz im jeweiligen Wirtschaftszweig differenziert erfasst.

Eine Kategorisierung erfolgt durch variable Beschäftigungskategorien und Umsatzwerte von Vergleichsebenen für das Benchmarking. Hierbei können vorgefertigte Abfragen zum Vergleich zwischen Unternehmen und der Branche genutzt werden.

Das Entscheidungsmodell unterstützt den Abbau von Hemmnissen zur Durchführung von JI-Projekten. Hierzu ist ein Transformationsatlas³⁹⁶, dargestellt in Abbildung 35, in das Modell integriert. Der Transformationsatlas beinhaltet die Option, makroökonomische und politische Entwicklungen potentieller JI-Projektländer der SC-Unternehmen gegenüberzustellen und auszuwerten.

Eine vertiefende Beschäftigung mit den in der nachstehenden Abbildung 35 verglichenen Transformationsländern Polen und Rumänien erfolgte in den Kapiteln 5.6.3 und 5.6.4.

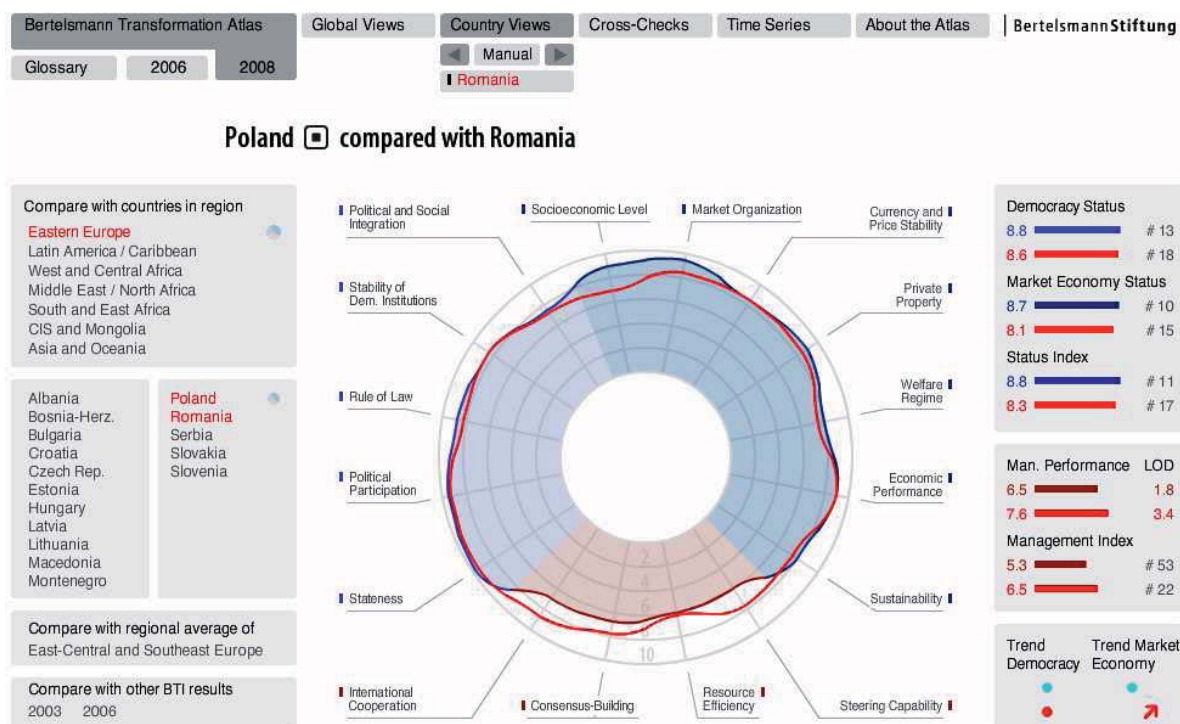


Abbildung 35 ENEFFTECH-Modul "Transformationsatlas"

Quelle: Bertelsmann-Transformationsatlas (2009)

³⁹⁶ Der Bertelsmann-Transformationsatlas BTA2008v0.3 ist als Flashanwendung in das ENEFFTECH-Entscheidungsmodell integriert.



Mit Hilfe des Transformationsatlas können potentielle Projektrisiken, welche die Transaktionskosten erhöhen, bereits im Vorfeld identifiziert und in die Entscheidung einbezogen werden. Dabei erfolgt die gegenüberstellende Index-Analyse von Transformationsländern anhand von Kriterien wie beispielsweise der Marktorganisation, Preisstabilitäten, politischer und sozialer Integration, Ressourceneffizienz oder ökonomischer Leistungsfähigkeit.

Die multimediale und interaktive implementierte Anwendung ermöglicht den Vergleich zwischen den Herkunftsländern der Wertschöpfungspartner, um eine Bewertung der Investitionssicherheit vornehmen zu können.

Dabei hat sich die Analysefähigkeit durch eine Kombination von quantitativen und qualitativen Methoden als sehr flexibel bewiesen, um insbesondere rechtliche Rahmenbedingungen, Staatsformen, Marktwirtschaft sowie soziale Rahmenbedingungen der potentiellen Investitionsländer betrachten zu können.

Für den Einsatz im Rahmen des Entscheidungsmodells kommen in erster Linie folgende Kriterien in Frage:

- makroökonomische Stabilitätskriterien (z.B. Währungsstabilität, Stabilität der Preise)
- Marktorganisation (Bankwesen, Antimonopol-Organisation, liberaler Außenhandel)
- privatwirtschaftliche Eigentumsverhältnisse
- Ressourceneffizienz
- Nachhaltigkeit (Umwelt -und Bildungspolitik)

Als weiteres Instrument der Informationsebene ist ein multimedialer Energieeinheitenrechner der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen integriert, dargestellt in Abbildung 36, welcher sowohl die Umrechnung von konventionellen als auch von biogenen Energieeinheiten realisiert und internetbasiert Preisberechnungen mit Hilfe eines Währungsrechners ermöglicht.

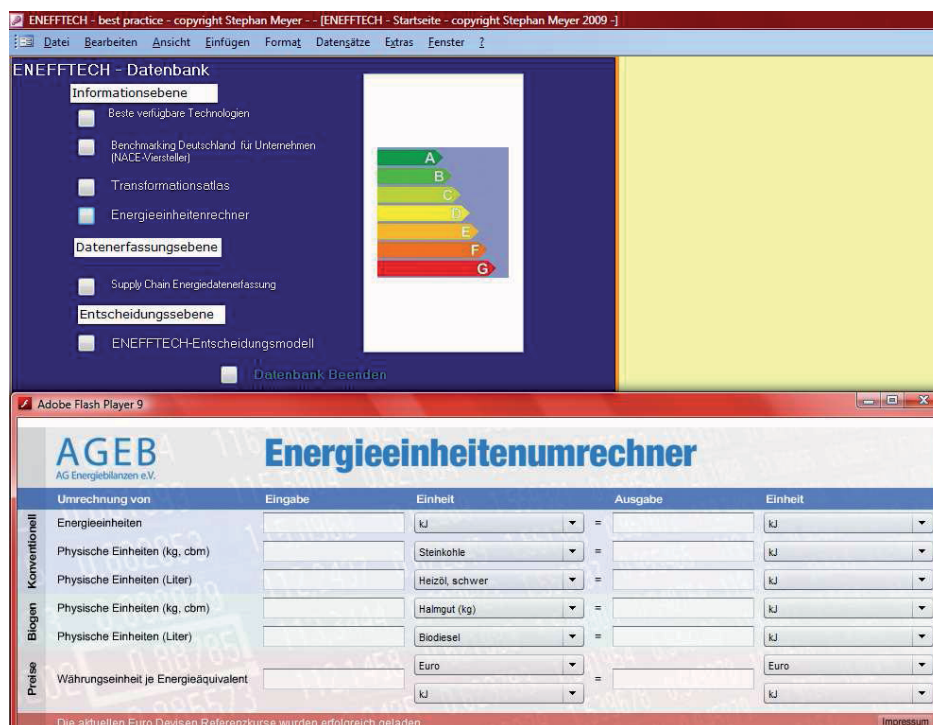


Abbildung 36 Energieeinheitenrechner

Quelle: Eigene Erstellung – Energieeinheitenrechner Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (2008)

Bei der Arbeit mit Energiepreisen ist oft zugleich die Umrechnung in eine andere Währungseinheit erforderlich. Um diese Aufgabe zu bewältigen, verfügt der Energieeinheitenrechner über die Funktion, Energiepreise je Energieeinheit in verschiedenen Währungen auszugeben. Die dazu notwendigen Währungskurse werden beim Programmstart automatisch online durch Daten der europäischen Zentralbank aktualisiert.

7.3.4 DATENMODELL - DATENERFASSUNGS-EBENE

Die Datenerfassungsebene stellt die unternehmensspezifischen Daten der Wertschöpfungspartner für die Informations- und die Entscheidungsebene zur Verfügung.

Als relevante Datenfelder werden hierbei in der Tabelle Grunddaten redundanzfrei und atomar erfasst:

Für den Branchenvergleich werden folgende Informationen bereitgestellt:

- Wirtschaftszweignummer
- Bezeichnung
- Anzahl der Beschäftigten
- Anzahl der Betriebe
- Gesamtumsatz (in 1000 EURO)
- Bruttowertschöpfung (in 1000 EURO)
- Verbrauch Energie gesamt
- Verbrauch Kohle
- Verbrauch Heizöl
- Verbrauch Erdgas
- Verbrauch erneuerbare Energien
- Verbrauch Elektrizität
- Verbrauch Fernwärme
- Verbrauch sonstige Energieträger
- Verbrauch Brennstoff

Die relevanten Unternehmensbereiche mit Querschnittstechnologien werden ebenso erfasst und durch deren Auswertung und Maßnahmenplanung einer Energieeffizienzsteigerung zugeführt. Diese Querschnittstechnologien sind in der Regel entlang der Lieferkette vergleichbar, wohingegen spezifische Kernprozesse in den Produktionsprozessen der Unternehmen divergierende sowie individuelle Technologien und Prozesse beinhalten und somit keinen expliziten Gegenstand des Entscheidungsmodells darstellen. Bei der Bewertung des Ist-Zustandes, im Rahmen des Benchmarkings divergierender Kennzahlen, erfolgt die Identifizierung von Handlungsalternativen indem die Querschnittsmodule priorisiert werden.

Für jedes Unternehmen der Supply Chain werden die Stammdaten erfasst und eine modulbezogene und kennzahlenbasierte Betrachtung der Querschnittstechnologien vorgenommen.

Die Eingabemaske zur Stammdatenerfassung des Mandanten ist in Abbildung 37 dargestellt.

Abbildung 37 Eingabemaske zur Erfassung der Stammdaten des Mandanten

Quelle: IDU (2008)³⁹⁷

Durch eine Datenmodellierung und -Implementierung mittels eines Datenbanksystems wird eine konsequente Trennung zwischen Datenerfassung/-speicherung, Präsentation und Administration möglich und auch realisiert. Für das Modul „Supply Chain Energiedatenerfassung“ der ENEFFTECH-Datenbanklösung besteht die Möglichkeit des Datenexports und des Imports in eine zentrale Statistikanwendung. Diese Anwendung dient der Verwaltung der einzelnen übermittelten Datensätze und erlaubt den selektiven Export in Drittsysteme zur Visualisierung, womit die Auswertbarkeit für Branchenverbände gegeben ist. Hierfür dient die Implementierung des Mikro-Makro-Links, welcher in Kapitel 7.7.1 ausführlicher erläutert wird.

³⁹⁷ Die Datenerfassungsebene in Abbildung 37 wurde als Vorstufe zum Sächsischen Gewerbeenergiepass durch IDU und EQU entwickelt und erweist sich als geeignetes mehrbenutzerfähiges Erfassungstool, welches sich in das ENEFFTECH-Entscheidungsmodell eingliedern lässt.



7.3.5 DATENMODELL - ENTSCHEIDUNGSEBENE

Die Entscheidungsebene basiert auf einer datenbank-integrierten Excel-Anwendung, deren Lösungen innerhalb einer Entscheidungsmatrix konzentriert werden und die folgende Informationen enthält:

- (1) Vorgaben zur Berechnung
- (2) Investitionsalternativen
- (3) Umweltzustände
- (4) Graphische und rechnerische Ergebnisauswertung

7.3.5.1 VORGABEN ZUR BERECHNUNG

Die Berechnung der Investitionsalternativen unterliegt den nachstehenden Basisdaten:

- a) Informationen zur Emissionsreduktion
 - Emissionszertifikate im Basisjahr [Stück]
 - Reduktionsverpflichtung [Stück]
 - Emissionsäquivalente nach Durchführung des Projektes [Stück]
 - Startpreis für CO₂-Zertifikate [EUR/tCO₂]
 - angenommene Preisentwicklung [%]
 - Energiepreis (Strom) im Basisjahr [EUR/kWh]
 - Energiepreisentwicklung [%]³⁹⁸
 - Reduktionsverpflichtung [%/a]³⁹⁹
 - Transaktionskostenzuschlag⁴⁰⁰

³⁹⁸ Hierbei wird die durchschnittliche Preisentwicklung 2000-2007; Quelle: BMWI; Internationaler Energiepreisvergleich für Industrie; Stand Januar 2008 unterstellt.

³⁹⁹ Diese wird mit 1,74% pro Jahr unterstellt; Quelle: Standpunkt des Europäischen Parlaments festgelegt in erster Lesung am 17. Dezember 2008 im Hinblick auf den Erlass der Richtlinie 2009/.../EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Verbesserung und Ausweitung des EU-Systems für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten.

⁴⁰⁰ Der Transaktionskostenzuschlag wird mit 8% zugrundegelegt; entspricht 8% TAK; Quelle: Cames, M. Anger (2007) weltweite Delphie-Studie (Institut für angewandte Ökologie; Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH, 2007) mit 262 Teilnehmern (gilt für Projekte von 100.000-200.000 US\$).



b) Kapitalstruktur des investierenden Unternehmens

- Eigenkapital
- Fremdkapital
 - Langfristige Verbindlichkeiten
 - Kurzfristige Verbindlichkeiten
 - Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen
 - Rückstellungen
 - Pensionsrückstellungen
 - Steuerrückstellungen
- Gesamtkapital

c) zugrunde gelegte Zinssätze

- langfristige Verbindlichkeiten
- kurzfristige Verbindlichkeiten (Kontokorrent)
- Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen
- Risikoloser Zins⁴⁰¹
- Rendite des effizienten Marktportfolios
- Risikofaktor β (beta)
- Steuersatz⁴⁰²

Anhand dieser Daten erfolgt die Ermittlung der durchschnittlichen gewichteten Kapitalkosten (WACC), welche in Kapitel 7.6 erläutert wird.

7.3.5.2 INVESTITIONSMALTERNATIVEN

Die Investitionsalternativen werden aus dem Datenerfassungsmodul aus Kapitel 7.3.4 abgeleitet und in der Matrix von Tabelle 23 eingetragen. Dabei erfolgt eine Verknüpfung mit den Stammdaten der Wertschöpfungspartner über das Datenerfassungsmodul, sodass den Alternativen der jeweilige Kreditor⁴⁰³, das Land und eine Kurzbeschreibung der Alternative zugeordnet werden kann. Es werden die Gesamtinvestitionskosten und die für das JI-Projekt anrechenbaren Investitionskosten im Sinne der Zusätzlichkeit (vgl. Kapitel 6.3.2) erfasst. Die Matrix enthält die jeweiligen Einsparungen von Erdgas, Heizöl und Strom, welche kumuliert

⁴⁰¹ Zum Beispiel Annahme der Verzinsung von Bundesschatzbriefen bei 4,24% p.a.; Quelle: Bundesrepublik Deutschland Finanzagentur GmbH im Internet:

<https://www.bundeswertpapiere.de/bundesschatzbriefe> am 17.06.2009

⁴⁰² durchschnittliche effektive Unternehmensbesteuerung von Kapitalgesellschaften in Deutschland; Quelle: BDI (2008) S. 16.

⁴⁰³ Die Bezeichnung „Kreditor“ wird hierbei innerhalb der Stammdaten verwendet, um die Wertschöpfungspartner zu klassifizieren und von den Kunden zu unterscheiden.

die Gesamtenergieeinsparung abbilden. Darüber hinaus wird optional eine eventuelle Wassereinsparung durch die Investition erfasst.

Anhand der in der Datenmodell-Informationsebene hinterlegten Kohlenstoffdioxid-Äquivalente werden die jährlichen CO₂-Emissionsreduktionen durch die Investitionen spezifisch je Handelsjahr der Reduktionsperiode errechnet und die CO₂-Einsparungen kumuliert. Die erzielbaren CO₂-Einsparungen bilden die Grundlage für eine Priorisierung der Alternativen und deren Zusammenfassung zu einer Gesamtinvestition gemäß der spezifischen Investitionskosten.

7.3.5.3 UMWELTZUSTÄNDE

Die Umweltzustände werden in der Datenerfassungsebene des Modells als Kombination von Energie – und CO₂-Zertifikatspreisveränderung gebildet. Die Präferenzverteilung ist durch den Entscheidungsträger spezifisch veränderbar, wobei Wertgrenzen durch das System vorgegeben werden, in welchen sich die maximale Veränderung, empirisch belegt, bewegen kann.

Für die definierten Umweltzustände erfolgen die Berechnungen der Kapitalwerte der Investitionen und deren Zahlungsströme im Vergleich zur Handlungsoption an der Energiehandelsbörse.

Die Profitabilitätskennzahl als Quotient aus Kapitalwert und Investitionsausgaben unterlegt die relative Vorteilhaftigkeit der einzelnen Alternativen.

Wie bereits in Kapitel 5.8.6 beschrieben, ist die Auswahl der Alternativen abhängig von der Präferenz und der Risikobereitschaft des Entscheiders. Innerhalb des Datenmodells werden in der Entscheidungsebene daher die Lösungen nach dem Savage-Niehans, dem Minimax, dem Laplace sowie dem Hurwicz-Kriterium berechnet.

7.4 ABGRENZUNG VON BILANZRÄUMEN

Im Rahmen der betrieblichen Prozesse entlang der Wertschöpfungskette erfolgt gemäß dem zweiten thermodynamischen Hauptsatz kein Verbrauch von Energie. Vielmehr ist deren Umwandlung in andere Energieformen, vor allem in Wärme, charakteristisch. Diese Feststellung kennzeichnet die Basis zur Erstellung von betrieblichen Stoff- und Energiebilanzen und die Abgrenzung von Bilanzräumen.

Das Prinzip der Stoff- und Energiebilanz (SuE-Bilanz) wird in der nachstehenden Abbildung 38 dargestellt.

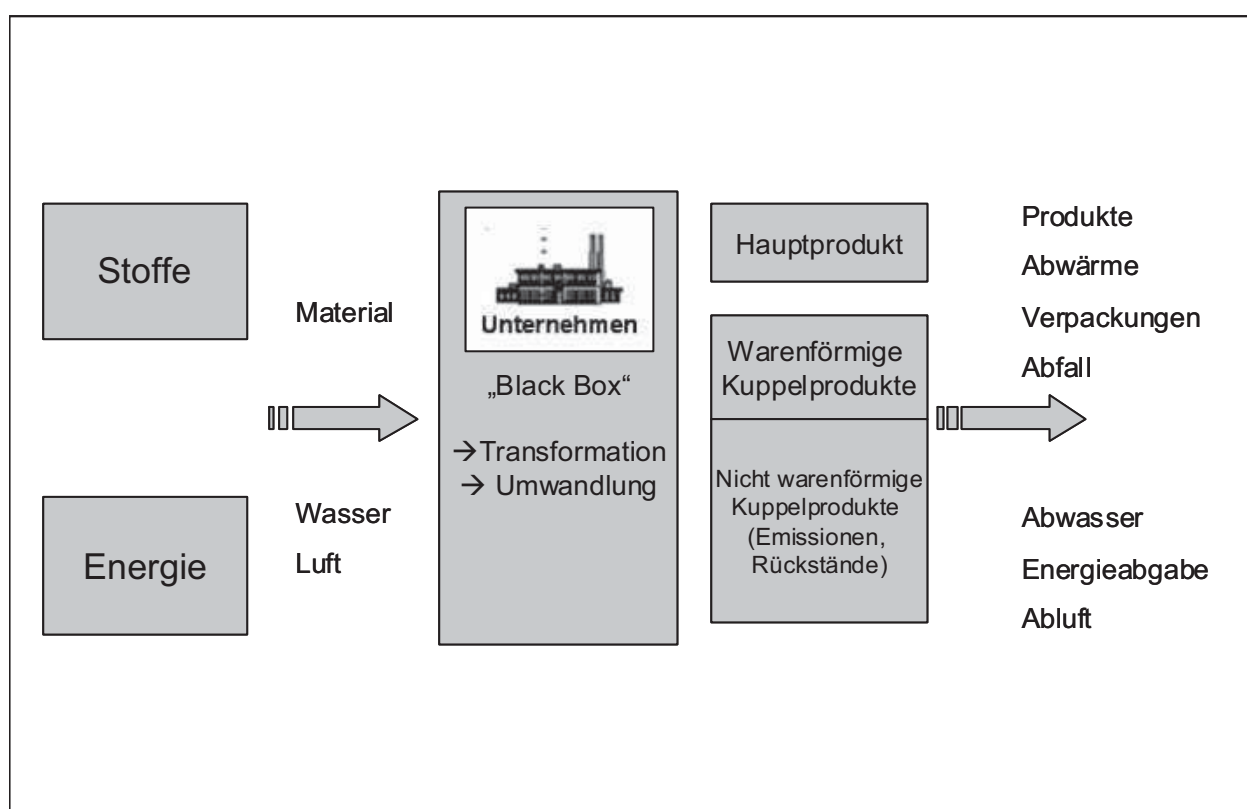


Abbildung 38 Stoff- und Energiebilanz

Quelle: Eigene Erstellung, in Anlehnung an Krcmar, H. (2000) S. 54 und Perl, E. (2006) S. 45

Durch die SuE-Bilanz werden Umwandlungsprozesse strukturiert dargestellt, indem eingehende SuE-Flüsse den ausgehenden Flüssen gegenübergestellt werden. Der thermodynamische Energieerhaltungssatz begründet, dass die Differenz aus Inputs und Outputs, bei vollständiger Erfassung aller SuE-Flüsse, gleich Null ist.

Dies mag auf den ersten Blick trivial erscheinen, ist in der Praxis jedoch mit größeren Schwierigkeiten verbunden beziehungsweise ökonomischer Rationalität unterworfen. Häufig stehen einer vollständigen Erfassung wirtschaftliche Grenzkosten entgegen oder behindern

räumliche, organisatorische, rechtliche oder stoffliche Aspekte eine vollständige Erfassung aller Daten.

Mit Hilfe der Abbildung 39 wird der Funktionsbaum der Stoff- und Energiebilanz abgebildet, aus welchem sich die Schritte zur Aufstellung einer solchen ableiten lassen.

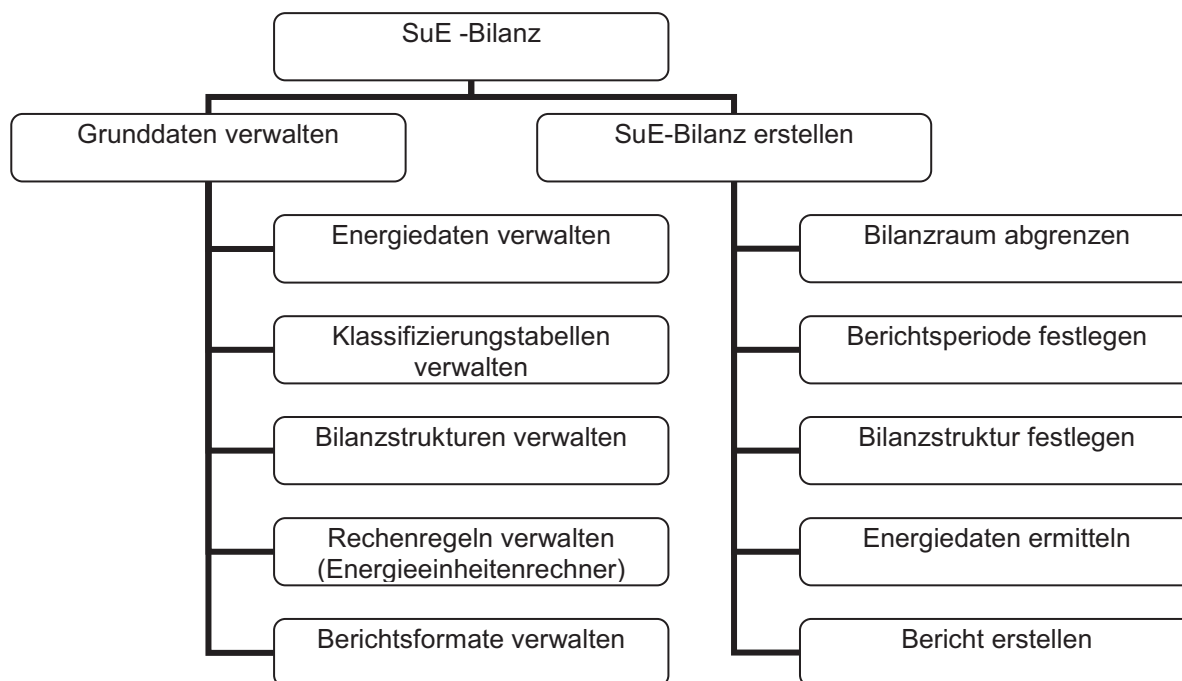


Abbildung 39 Funktionsbaum der SuE-Bilanz

Quelle: Eigene Erstellung in Anlehnung an Krcmar, H. (2000) S. 56

Um festzulegen, für welches Objekt eine SuE-Bilanz erstellt werden soll, sind die Bilanzräume zunächst als bilanzierende Einheiten wie folgt abzugrenzen:⁴⁰⁴

- Supply Chain
- gesamtes Unternehmen
- gesamter Standort (gate-to-gate Bilanz)
- einzelnes Werk
- Anlage
- Prozess

Mit der Festlegung der Bilanzperiode wird der Zeitraum festgelegt, in welchem bilanziert werden soll. Durch die Bilanzstruktur wird auch die Art der Datenstruktur definiert. Die Ermittlung der erforderlichen Daten für die in der Bilanzstruktur festgelegten Parameter erfolgt im

⁴⁰⁴ Vgl. Dyckhoff, H. (2000) S. 140-141; Perl, E. (2006) S. 45; Krcmar, H. (2000) S. 57, Kostka, S., Hassan, A. (1997) S. 154-156.

nächsten Schritt. Anschließend wird die Berichtserstellung vorgenommen, um die Ergebnisse der Stoff- und Energiebilanz zu verdeutlichen und zur transparenten Darstellung für die Supply Chain Partner beizutragen.

Eine differenzierte Darstellung der Bilanzräume einer Supply Chain zeigt Abbildung 40.

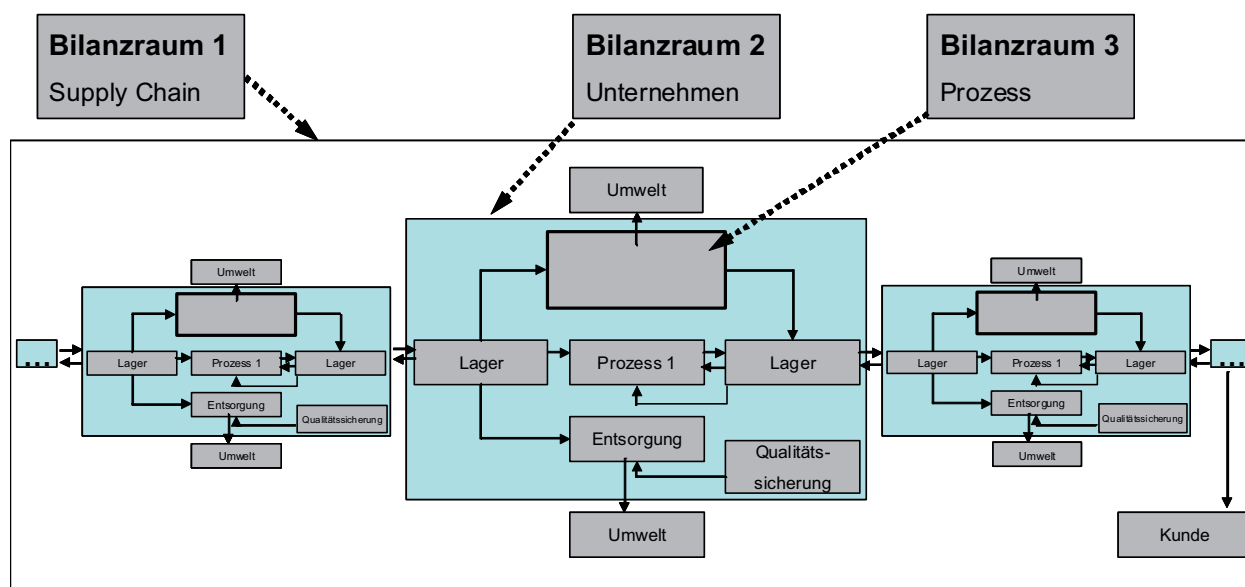


Abbildung 40 differenzierte Bilanzräume einer Supply Chain

Quelle: Eigene Erstellung

Die Festlegung unterschiedlicher Bilanzräume ermöglicht eine flexible Auswertung der erfassten Energiedaten, insofern als sowohl die Aggregation als auch die Disaggregation der Daten erfolgen kann.

Zwischen dem Einsatz fossiler Energieträger und deren spezifischen CO₂-Emissionen besteht ein naturgesetzlich proportionales Verhältnis.⁴⁰⁵ Eine aufwändige Ermittlung direkter Emissionen ist daher nicht erforderlich, sondern kann anhand der eingesetzten Energieträger abgeleitet werden. Die Brennstoffe selbst werden im Rahmen von Erhebungen ermittelt und in Energiebilanzen zusammengefasst. Die Berechnung der konkreten Emissionen erfolgt auf Basis der im Modell hinterlegten empirisch erfassten Emissionswerte für die eingesetzten Brennstoffe.

⁴⁰⁵ Heins, B. Hillebrand, B. (2002) S. 14.

Wenngleich die eingesetzten Brennstoffe hinsichtlich ihrer Emissionen nicht homogen sind lassen sich folgende Durchschnittswerte in der Stromerzeugung annehmen:

Tabelle 22 CO₂-Emissionswerte bezogen auf Brennstoffe bei der Elektrizitätserzeugung

Energieträger	t CO ₂ /MWh	Wirkungsgrad der Stromerzeugung	t CO ₂ /MWh Strom
Braunkohle	0,40	41,0 %	0,97
Steinkohle	0,34	42,5 %	0,80
Heizöl	0,27	40,5 %	0,67
Erdgas	0,20	55,5 %	0,36

Quelle: Heins, B. Hillebrand, B. (2002) S. 13

Die CO₂-Emissionen in oben stehender Tabelle 22 sind abhängig von der Höhe des Anlagenwirkungsgrades und des eingesetzten Brennstoffes.

Gegenwärtig erreicht der Energiemix bei der Stromerzeugung in Deutschland einen durchschnittlichen elektrischen Netto-Nutzungsgrad⁴⁰⁶ von rund 41,7 % (2007), wohingegen im Jahr 1990 nur 36,5 %⁴⁰⁷ zu verzeichnen waren. Diese Entwicklung ist insbesondere durch einen Rückgang der fossilen Energieträger wie Erdöl und Kohle geprägt und wird durch den Zuwachs moderner Gas- und Dampfturbinenkraftwerke auf Erdgasbasis sowie den Ausbau der Erneuerbaren Energien befördert. Mit 575 gCO₂/kWh Kohlenstoffdioxidemissionen liegen die Emissionen zwar deutlich unter dem Wert im Jahr 1990 (744 gCO₂/kWh)⁴⁰⁸; die Stromerzeugung in Deutschland weist jedoch mit rund 85 % fossiler und Kernenergieerzeugung⁴⁰⁹ deutliche Reduktionspotentiale auf. Eine künftige intelligente Verknüpfung fossiler und erneuerbarer Stromerzeugung ist essentiell um die Nutzungsgradverluste durch die notwendige Regelenergie in den fossilen Kraftwerken zu minimieren.⁴¹⁰ Es ist essentiell teilweise noch erhebliche Effizienzpotentiale der Steigerung des Nettonutzungsgrades durch verstärkte Forschung und Entwicklung zu realisieren.⁴¹¹

⁴⁰⁶ Der Netto-Nutzungsgrad ist ein Maß für die tatsächlich erzeugte Strommenge eines Kraftwerkes. Dabei werden Verluste der Anlage mit einbezogen und so die Gesamtanlageneffektivität abgebildet.

⁴⁰⁷ Umweltbundesamt (2008), Berechnungen nach Daten der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen.

⁴⁰⁸ Umweltbundesamt (2010b) FG I 2.5., Stand März 2010.

⁴⁰⁹ Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (2010) am 06.07.10.

⁴¹⁰ Umweltbundesamt (2010a) Daten zur Umwelt auf www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de am 06.07.10.

⁴¹¹ Für Braun- und Steinkohlekraftwerke sind demnach 50 % Wirkungsgrad (derzeit 43-44% bzw. 45-46%) und für Gas- und Dampfturbinenkraftwerke 60 % (derzeit 58%) erzielbar, vgl. Umweltbundesamt (2010a) Daten zur Umwelt auf www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de am 06.07.10.



7.5 FORMULIERUNG DES ENTSCHEIDUNGSPROBLEMS

Die Entscheidung in Bezug auf Investitionen in Energieeffizienztechnologien (ENEFFTECH-Investitionen) zur Reduzierung der Unternehmensemissionen entlang der Wertschöpfungskette in Abbildung 41, ist determiniert durch divergierende Grenzvermeidungskosten von CO₂ in unterschiedlichen Unternehmen des Lieferantennetzwerkes.

Die betrachteten Lieferantennetzwerke sind strategische Wertschöpfungspartnerschaften und haben die Stärkung der Lieferkette mit ganzheitlichem Fokus zum Ziel.

Hierbei gilt es den Produktionsfaktor Energie, welcher zusätzlich durch den Marktpreis von Kohlenstoffdioxid beeinflusst wird, so einzusetzen, dass eine bestmögliche Allokation der anderen Produktionsfaktoren erreicht wird und mit Hilfe der integrierten Betrachtung der gesamten Lieferkette die Lieferantenentwicklung durch ENEFFTECH erfolgen kann.

Bisherige Ansätze des Supply Chain Managements (SCM) legten den Fokus auf eine kosten- und zeit- beziehungsweise qualitätsorientierte Entwicklung der Lieferkette.⁴¹² Im Zuge des globalen Emissionshandels und der projektbasierten Mechanismen⁴¹³ Clean Development Mechanism (CDM) und Joint Implementation (JI) erscheint eine Ausweitung des SCM-Ansatzes als zielführender Weg und innovativer Ansatz, um diese Instrumente gerade auch der bisher restriktiven Nutzung in kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) des verarbeitenden Gewerbes zugänglich zu machen.⁴¹⁴

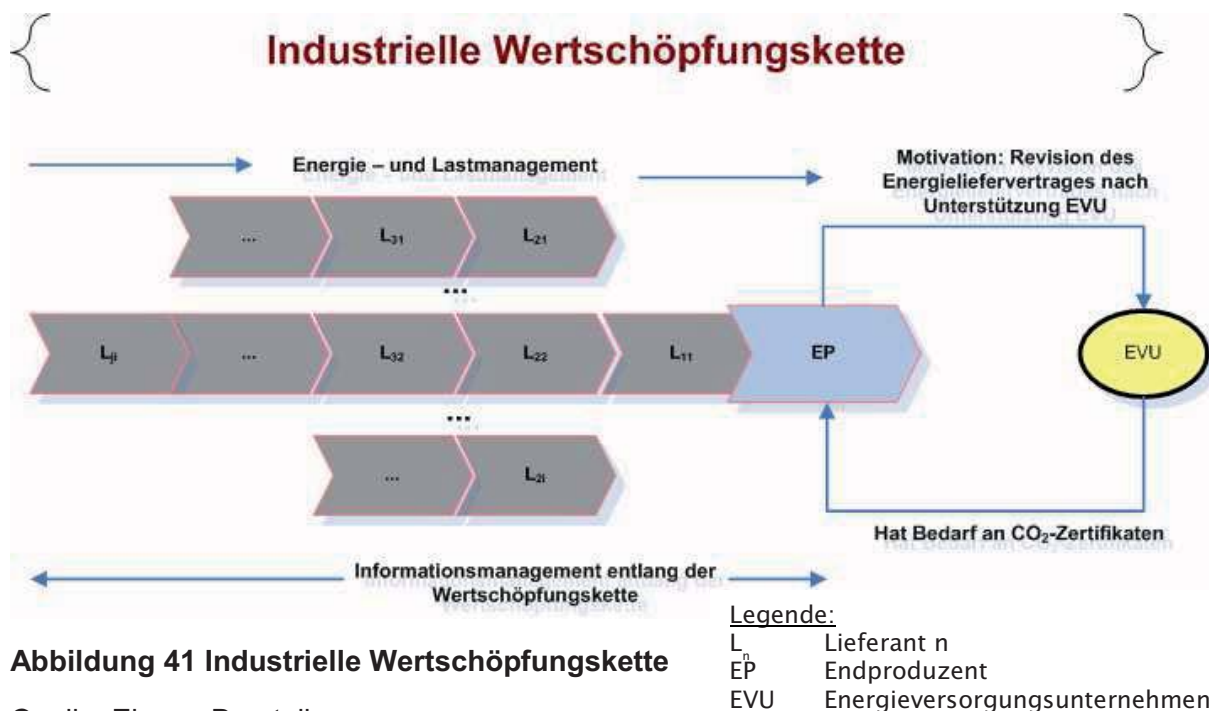
Hierin liegt der wesentliche Beitrag zum wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn, der durch diese Arbeit geleistet werden soll.

⁴¹² Vgl. Porter (1985), VDI.

⁴¹³ Emissionshandel, Joint Implementation, Clean Development Mechanism; eine Erläuterung der Mechanismen erfolgt in der Arbeit.

⁴¹⁴ Derzeit werden auf der Internetseite zu den flexiblen Mechanismen in Deutschland nur sechs Projekte aufgezeigt <http://www.carbonprojects.de/page/index.php?id=10416> am 19.11.08.

Den erweiterten Ansatz des Supply Chain Managements stellt Abbildung 41 dar.



Derzeit unterliegen dem Emissionshandel vor allem energieintensive Unternehmen,⁴¹⁵ deren Tätigkeiten in Anhang I der Emissionshandelsrichtlinie⁴¹⁶ beschrieben sind. Die Zuteilung der Emissionsrechte erfolgte für die Handelsperiode 2008-2012 kostenlos. Wie bereits erwähnt sind zu Beginn der neuen Handelsperiode ab 2013 hingegen eine Versteigerung der Zertifikate sowie eine Ausweitung auf weitere Branchen vorgesehen.⁴¹⁷

Gemäß der Darstellung in Abbildung 41 beliefern Energieversorgungsunternehmen (EVU) die Endproduzenten (EP) mit Energie, deren Kostenbestandteile auch die Kosten für CO₂-Zertifikate beinhalten. Bei einer Überschreitung der zulässigen Höchstmenge an CO₂-Emissionen ist das EVU gezwungen eine Reduktion vorzunehmen.

Dies kann entweder durch eine Investition in die unternehmenseigenen Anlagen erfolgen oder aber durch eine gegebenenfalls kostengünstigere Emissionsreduktion in einem Unternehmen entlang der Supply Chain des Endproduzenten, welches im günstigsten Fall ebenso dem Emissionshandel unterliegt.

⁴¹⁵ Dies sind Unternehmen der Energieumwandlung und -umformung, Eisenmetallerzeugung und -verarbeitung, Mineralverarbeitende Industrie sowie sonstige Industriezweige.

⁴¹⁶ Vgl. EU (2008) Richtlinie 2003/87/EG.

⁴¹⁷ BMU (2008) S. 11.

Für den Endproduzenten bietet sich im Falle der Kooperation eine Revision des bestehenden Energieliefervertrages mit dem EVU an, sodass eine so genannte Win-Win-Situation⁴¹⁸ eintritt.

Die Abbildung 42 zeigt, ausgehend von der Zuteilungsmenge und der prognostizierten Emissionsmenge, die Handlungsoptionen und Entscheidungsfaktoren für die Unternehmen.

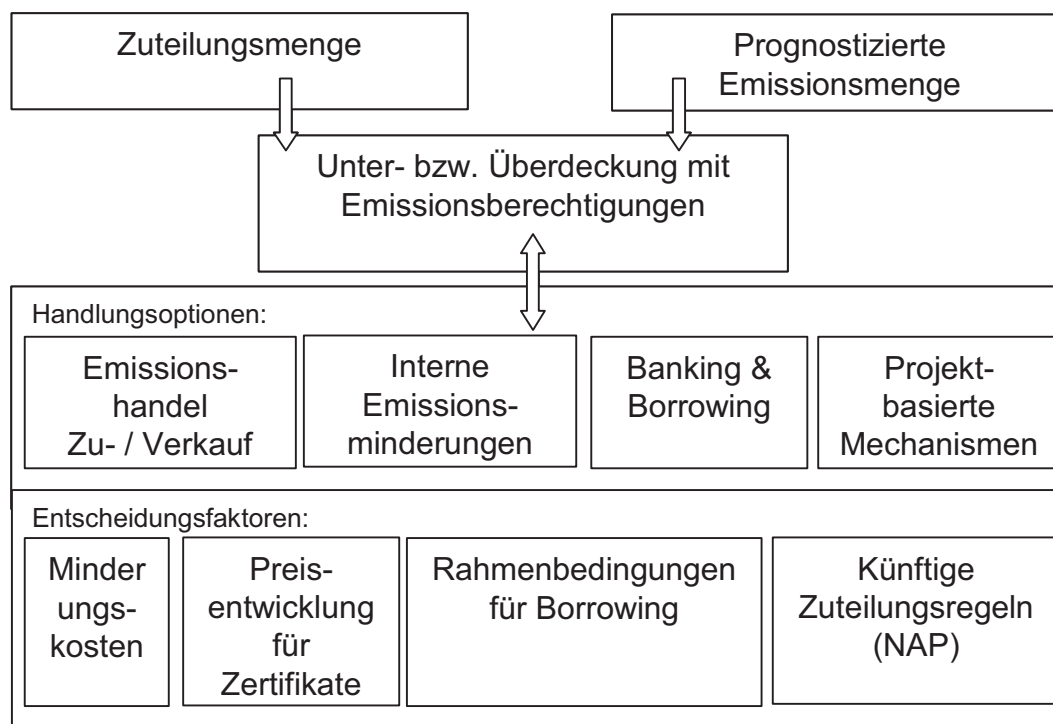


Abbildung 42 Handlungsoptionen und Entscheidungsfaktoren für Unternehmen⁴¹⁹

Quelle: Eigene Erstellung auf Basis von Betz (2005) S. 253

Das Ziel des Entscheidungsmodells besteht demnach darin, eine mehrbenutzerfähige Energiedatenerfassung der gesamten Supply Chain zu ermöglichen und darauf basierend Investitionsentscheidungen abzuleiten.

⁴¹⁸ Die Win-Win-Situation ist als sogenannte „Doppelsieg“-Situation bekannt und beschreibt eine Problemlösung, bei welcher die handelnden Akteure beide einen Nutzen erzielen. Ähnliche Interessen der Beteiligten sind eine notwendige Voraussetzung für diese Form der Problemlösung. Die Win-win lässt sich als einen Extremfall des Kooperationswettbewerbs auffassen.

⁴¹⁹ Unter Banking (Borrowing) in Abbildung 42 versteht man die Nutzung von Emissionszertifikaten aus dem Vorjahr im nachfolgenden Handelsjahr (aus dem nachfolgenden Jahr im gegenwärtigen Handelsjahr). Diese flexible Methodik ist in Deutschland für die jeweilige Handelsperiode zulässig; Vgl. Zwingmann, K. (2007) S. 296 f.

Als basale Grundlage sind die divergierenden Grenzvermeidungskosten und Vermeidungshebel der einzelnen Technologien zu berücksichtigen, wie Abbildung 43 für ausgewählte Vermeidungstechnologien aus der Entscheidungsträgerperspektive darlegt.

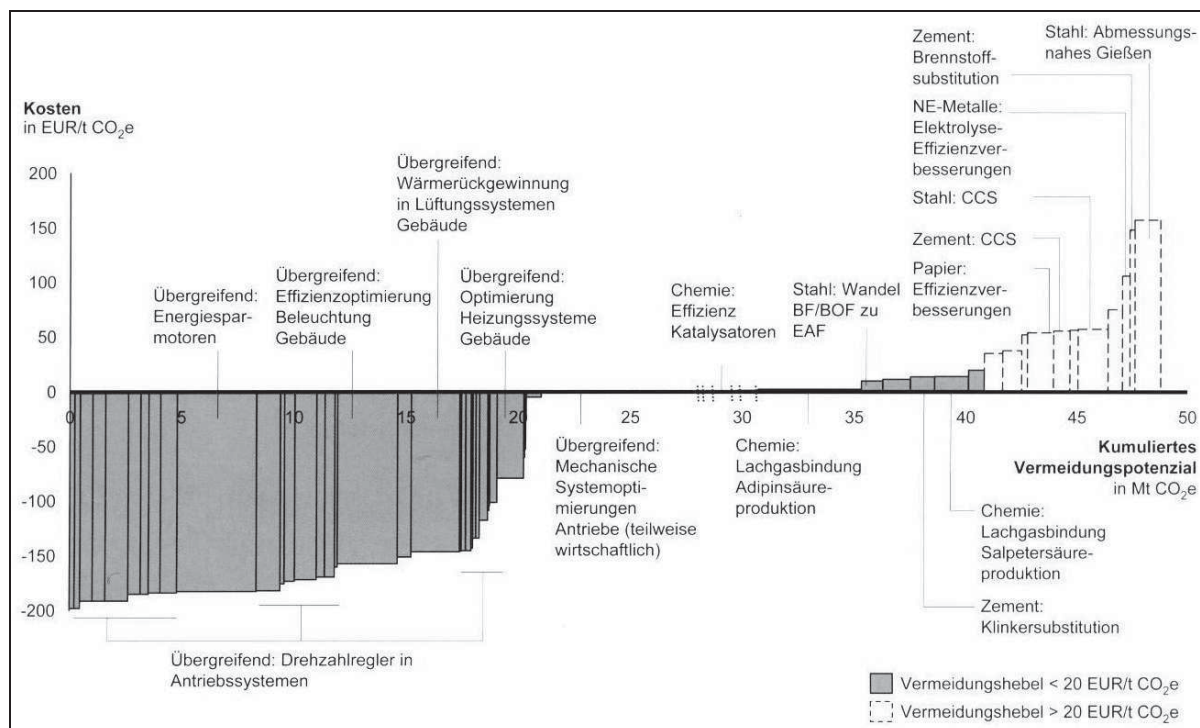


Abbildung 43 Industriesektor: Vermeidungskostenkurve 2020 aus der Entscheidungsträgerperspektive

Quelle: McKinsey & Company (2007) S. 35

Es wird deutlich, dass eine Vielzahl der Technologien die Unternehmen in die Lage versetzt, mit geringen Kosten (Vermeidungshebel unter 20 EUR je Tonne CO₂) Emissionen zu vermeiden. Dabei konzentrieren sich die Maßnahmen in erster Linie auf die energieintensiven Industrien, ein Teil der Potentiale kann jedoch auch in weniger energieintensiven Industriezweigen realisiert werden. Dabei spielen vor allem die Verbesserung von Antriebssystemen und die Energieeffizienz der Gebäude eine entscheidende Rolle.⁴²⁰

Zur Identifikation von energetischen Schwachstellen im Unternehmen, beziehungsweise entlang der Supply Chain, sowie geeigneter Technologien bietet sich eine ABC-XYZ-Analyse als nutzwertanalytischer Ansatz⁴²¹ an. Dabei werden die entscheidenden Faktoren hinsichtlich ihres Problembeitrages in Kategorien eingeteilt. Die **Kategorie A** drückt hierbei den

⁴²⁰ Vgl. McKinsey & Company (2007) S. 35.

⁴²¹ Vgl. Kapitel 5.8.3.2.



größten Beitrag eines Faktors aus, **C** den geringsten und Faktoren mit unklarem Problembetrag fallen in die Kategorie **B**.⁴²²

Mit einer, an die ABC-Analyse angeschlossenen, XYZ-Betrachtung werden zusätzlich die Mengeneffekte der Umweltwirkungen abgeschätzt und ebenfalls relativ in Klassen eingestuft. Dabei steht die Kategorie **X** für ein hohes, **Y** für ein mittleres und **Z** für ein geringes Einsatzvolumen.

Die Kombination der ABC- und XYZ-Analyse ermöglicht eine schwerpunktmäßige Identifikation und Verdeutlichung qualitativer und quantitativer Umweltwirkungen von Stoffen, Produkten und Verfahren.

Ingesamt könnte der Industriesektor in Deutschland seine Treibhausgasemissionen bis 2020 gegenüber dem derzeitigen Stand der Technik, bei Anwendung eines Vermeidungshebels von unter 20 EUR /tCO₂e um bis zu 41 Mt CO₂e senken. Dies entspricht einer jährlichen Steigerung der Energieeffizienz des Industriesektors von 1,6 Prozent pro Jahr.⁴²³

Wie bereits in Kapitel 6 beschrieben, divergieren die Grenzvermeidungskosten der CO₂-Emissionen entlang der internationalen Wertschöpfungskette teilweise erheblich und lassen daher einen ganzheitlichen Fokus auf die Supply Chain nahe liegend erscheinen.

Ausgehend von den Querschnittstechnologien werden Bereiche und Unternehmen der Lieferkette identifiziert in welchen eine ENEFFTECH-Investition ökonomisch sinnvoll ist. Darüber hinaus wird die Generierung handelbarer ERU⁴²⁴ ermöglicht, wodurch ein Beitrag zur unternehmerischen Wertschöpfung geleistet wird. In der Gesamtbetrachtung erfolgt die Lieferantentwicklung der oben erwähnten strategischen Wertschöpfungspartnerschaften.

⁴²² Als Faktoren können u.a. die internalisierten Umweltkosten, das CO₂-Gefährdungspotential, die Einhaltung umweltrechtlich -und politischer Anforderungen, negative externe Effekte, etc. in Betracht gezogen werden; Vgl. Krcmar, H. (2000) S. 112-114.

⁴²³ McKinsey & Company (2007) S. 35; mit 371 Mt CO₂e liegen die Gesamtemissionen des Industriesektor 25 Prozent unter denen des Basisjahres 1990 (488 Mt CO₂e).

⁴²⁴ ERU – emission reduction unit, Handelbares CO₂-Zertifikat aus Joint Implementation Projekten mit Unternehmen anderer Industriestaaten.

7.6 IDENTIFIZIERUNG VON HANDLUNGSMALTERNATIVEN AUF UNTERNEHMENSEBENE

Die exakte Kenntnis der Wertschöpfungskette stellt die Basis für eine energetisch effiziente Ausrichtung der Strukturen dar. Hierfür ist neben der Prozessanalyse die Durchführung eines Supply Chain Benchmarkings⁴²⁵ erforderlich. Aufgrund der Heterogenität der Supply Chain konzentrieren sich die Betrachtungen in erster Linie auf die Querschnitt- und Effizienztechnologien, weil diese branchen- und unternehmensübergreifend zum Einsatz kommen. Um die Erhebung der Daten zur Durchführung des Benchmarkings zu ermöglichen, werden in den Unternehmen der Supply Chain die Datenquellen⁴²⁶

- Produktionsplanung- und steuerung (PPS)
- Kostenrechnung sowie;
- die betrieblichen Umweltinformationssysteme des Umwelt- und Energiemanagements genutzt.

Die EDV-Systeme der Produktionsplanung – und steuerung erfassen die Prozessabläufe in Form von Mengen- und Zeitdaten und stellen somit eine wichtige Datenbasis für die energetische Effizienzverbesserung durch organisatorische Maßnahmen entlang der Supply Chain dar.

Über die Kostenrechnung erfolgt die kostenstellenbezogene beziehungsweise gemeinkostenorientierte Erfassung des Energieverbrauchs im Unternehmen. Die Kern- und Querschnittsprozesse werden dabei differenziert betrachtet, wodurch bei der nachfolgenden Investitionsplanung auch eine spezifische Analyse der Wirkungen diesbezüglicher Handlungsoptionen vorgenommen werden kann.

Wie bereits in Kapitel 7.3.3 angeführt stellen Querschnitts- und Effizienztechnologien modulartige Handlungsalternativen dar, welche eine ENEFFTECH-Investition umfassen können:

Querschnittstechnologien:

- Beleuchtung
- Heizung
- Warmwasserbereitung
- Lüftung
- Kühlung
- Druckluft
- Antriebe

⁴²⁵ Zum Begriff des Benchmarkings siehe Glossar.

⁴²⁶ Vgl. Luczak, H. (2004) S. 38-39; Beucker, S. (2000) S. 83.

Energieeffizienztechnologien:

- Gebäudehülle
- Kraft-Wärme-Kopplung
- Wärmerückgewinnung

Das Benchmarking-Objekt sollte demnach hinsichtlich der Systemgrenzen, Prozesse und Kennzahlen vergleichbar sein und aktuelle sowie zukünftige Anforderungen berücksichtigen.⁴²⁷

Für die Bildung von Investitionsalternativen (IA) werden folgende ENEFFTECH-Investitionen entsprechend der oben genannten Module abgeleitet:

IA_{BEL} (Beleuchtung)

IA_{HEI} (Heizung)

IA_{WW} (Warmwasserbereitung)

IA_{LUE} (Lüftung)

IA_{KUE} (Kühlung)

IA_{DRU} (Druckluft)

IA_{GEB} (Gebäudehülle)

IA_{KWK} (Kraft-Wärme-Kopplung)

IA_{WR} (Wärmerückgewinnung)

IA_{ANT} (Antriebe)

Im Rahmen der Durchführung eines Joint Implementation Projektes, dessen Grundlagen bereits in Kapitel 6.3.2 ausführlich erläutert wurden, ist es bereits in der aktuellen Handelsperiode (2008-2012) möglich; kleinere Energieeffizienzmaßnahmen in einem Projekt zu bündeln und damit kleine und mittelständische Unternehmen in die Lage zu versetzen, am Emissionshandel teilzunehmen.⁴²⁸ Ermöglicht wird dies durch den speziellen Programmtyp, dem Programme of Activities (PoA), wobei eine Zusammenfassung der Investitionsalternativen erfolgen kann und somit ein Gesamtprojekt die gebündelten Handlungsalternativen abbildet und über die Teilnahme am internationalen Emissionshandel daraus CO₂-Zertifikate generiert.

⁴²⁷ Luczak, H. (2004) S. 57.

⁴²⁸ Vgl. Hentrich, H.-J. (2010) S. 16.

Die ENEFFTECH-Investitionen werden unternehmensspezifisch in Form von Alternativen a_m kombiniert und hinsichtlich ihrer CO₂-Reduktionspotentiale analysiert.

Eine Alternative a_m kann demnach, wie exemplarisch in Formel 5 dargestellt, unternehmensspezifisch gebildet werden und orientiert sich an den jeweiligen unternehmerischen Gegebenheiten:

Formel 5 Alternativenbildung - Beispiel

$$a_m = \{IA_{BEL}; IA_{WW}; IA_{DRU}; IA_{KWK}\}$$

Die nachstehende Matrix in Tabelle 23 fasst die Handlungsoptionen für eine Alternative der ENEFFTECH-Investitionen unternehmensspezifisch zusammen:

Tabelle 23 Handlungsoptionen für ENEFFTECH-Investitionen

Unternehmen i	1	2	...	I
Investitionsalternative IA				
IA _{BEL}				
IA _{HEI}				
IA _{WW}				
IA _{LUE}				
IA _{KUE}				
IA _{DRU}				
IA _{GEB}				
IA _{KWK}				
IA _{WR}				
IA _{ANT}				

Spezifische Investitionskosten je Alternative und Unternehmen

Durch die Bildung von Alternativen a_i wird das konstitutive Element des Entscheidungsmodells in Form der Alternativenmenge $A_i = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ erfüllt.

Aus der Formel 5 geht hervor, dass eine Alternative aus n-Tupel von Ausprägungen dieser Investitionsmodule besteht und mehrere Entscheidungsvariablen beinhaltet.

Die zweite Komponente des Entscheidungsmodells ist die Zielfunktion, welche die Ergebnisse der Alternativenmenge A_i in Zielbeiträge überführt. Dabei kommen die subjektiven Entscheidungsregeln zum Tragen, wie sie in Kapitel 5.8.6 bereits beschrieben wurden. Der zusammengefasste Nutzenbeitrag je Alternative ergibt sich aus der Überführung der Zielbeiträge in die Nutzenfunktion des Entscheidungsträgers. Die Festlegung einer eindimensionalen Zielfunktion trägt dem Kriterium der Wohlstrukturierung des Entscheidungsproblems in der klassischen Planung Rechnung, wodurch rationale und nachvollziehbare Entscheidungen getroffen werden können.⁴²⁹

Gleichwohl stellt dieser Optimierungsansatz gegenüber der realen Marktsituation, mit deren vielschichtigen Akteuren eine gewisse Vereinfachung dar, zumal den Wertschöpfungspartnern gleiche Strategien und Informationsstände unterstellt werden. Diese Vereinfachung erscheint jedoch auf Grund der Langfristigkeit des Planungsansatzes entlang der Wertschöpfungskette als vertretbar, da die unterschiedlichen Abweichungen des realen Systems gegenüber der vorgenommenen Betrachtung sich über einen langfristigen Betrachtungszeitraum ausgleichen dürften.⁴³⁰

Die Anwendung mehrdimensionaler Zielfunktionen ist selbstredend auch möglich, jedoch setzt dies die Bearbeitung in der komplexen Informationstechnologie (IT) voraus⁴³¹ und trägt zu einer Komplexitätserhöhung und damit verbundenen Anwendungsvorbehalten bei den Wertschöpfungspartnern bei, da insbesondere Wertschöpfungspartner in Osteuropa über derartige IT (noch) nicht verfügen.

Mit dem Kapitalwertverfahren, als Methode der dynamischen Investitionsrechnung, wird eine rationale Einschätzung der Entscheidungssituation ermöglicht, indem die finanziellen Konsequenzen einer Investitionsentscheidung komprimiert quantifiziert werden und darauf aufbauend eine Entscheidungsempfehlung gegeben wird. Als eines der am weitesten verbreiteten dynamischen Investitionsrechenverfahren ist die Kapitalwertmethode zu betrachten. Dabei erfolgt die Maximierung des Erwartungswertes unter der Berücksichtigung risikorelevanter Restriktionen.⁴³² Die Erfolge einer Handlungsstrategie gehen somit in allen Datensituationen mit ihren spezifischen Wahrscheinlichkeiten ein.⁴³³

⁴²⁹ Vgl. Schütte, R.; Vering, O. (2004) S. 51-52; Fromen, B. (2004) S. 69; Hahn, D., Laßmann, G. (1993) S. 275-276; Becker, J, Schütte, R. (2004) S. 189; Matzler, K.; Pechlaner, H.; Renzl, B. (2003) S. 116.

⁴³⁰ Siehe dazu auch Möst, D., Fichtner, W.; Grunwald, A. (2008), S. 136.

⁴³¹ Poggensee, K. (2008) S. 298.

⁴³² Ebenda.

⁴³³ Vgl. Adam, D. (1996) S. 216.

Die Berechnung des Kapitalwertes erfolgt durch die Abzinsung aller Zahlungen auf den Beginn der Investition, wodurch eine Vergleichbarkeit der Investitionsalternativen sichergestellt und die Entscheidung abgeleitet werden kann.

Der Kapitalwert errechnet sich wie in Formel 6 dargestellt:

Formel 6 Berechnung des Kapitalwertes

$$C_0 = -I_0 + \sum_{t=1}^T \frac{z_t}{(1+i)^t} \text{ [€]}$$

Legende:

C_0	Kapitalwert
I_0	Investitionsauszahlung
T	Planungszeitraum
t	Zeitindex
z_t	Rückflüsse je Zeitabschnitt
i	Zinssatz

Zur Ermittlung des Zinssatzes werden die gewichteten durchschnittlichen Kapitalkosten verwendet. Hierbei wird im Rahmen des Discounted Cash Flow-Verfahrens der WACC⁴³⁴ – Zinssatz ermittelt.

Für die Bewertung wird das kapitalmarktorientierte Capital Asset Pricing Model (CAPM)⁴³⁵, das Preismodell für Kapitalgüter, herangezogen, welches den linearen Zusammenhang zwischen dem systematischen Marktrisiko und der vom Investor erwarteten Rendite gemäß Formel 7 beschreibt.

Formel 7 CAPM-Modell

$$r_{EK} = r_R + \beta * (r_M - r_R)$$

Legende:

r_{EK}	Mindestrenditeforderung der Shareholder
r_R	Zinssatz risikoloser Anlagen
β	Risikofaktor
r_M	Rendite eines effizient diversifizierten, risikobehafteten Marktportfeuille

Grundannahme des CAPM ist die Einforderung einer Risikoprämie für jede risikobehaftete Investition (Kapitalanlage) und der enge Zusammenhang zwischen der vom Shareholder

⁴³⁴ WACC steht für Weighted Average Cost of Capital; übersetzt gewichtete durchschnittliche Kapitalkosten.

⁴³⁵ Zur unterschiedlichen Vorgehensweise bei ein- und mehrperiodigen sowie eigen- und fremdfinanzierten Investitionen mit Hilfe des CAPM vgl. Kruschwitz, L. (2004) S. 285-305.

geforderten Eigenkapitalrendite r_{EK} und dem Risiko β ⁴³⁶. Dabei werden idealtypisch ein vollkommen informationseffizienter Kapitalmarkt, homogene Erwartungen des Investors hinsichtlich Renditen und Varianzen sowie ein risikoloser Zinssatz für beliebig hohe Kapitalanlagen angenommen.⁴³⁷

Bezogen auf die Bilanzstruktur setzt sich der WACC aus dem für das Eigenkapital angesetzten Zinssatz⁴³⁸ sowie dem Fremdkapitalzinssatz zusammen. Dieser Durchschnittszinssatz ist ein Ausdruck für die Refinanzierung des Cash Flow mittels Fremd- und Eigenkapital, woraus sich schlussfolgern lässt, dass die damit verbundenen Kapitalkosten zunächst verdient werden müssen.⁴³⁹

Die Kapitalkosten werden gemäß der nachstehenden Formel 8 und Formel 9 berechnet.

Formel 8 Renditeberechnung

$$r = \frac{EK}{GK} * r_{EK}$$

Formel 9 Berechnung des gewichteter Kapitalkostensatz (WACC)

$$WACC = \frac{EK}{GK} * r_{EK} + r_{FK} * (1-t) * \frac{FK}{GK}$$

Legende:

EK	Eigenkapital
FK	Fremdkapital
GK	Gesamtkapital
r	Rendite
r_{EK}	Mindestrenditeforderung der Shareholder
r_{FK}	Zinssatz des Fremdkapitals
t	Steuersatz
WACC	Weighted average cost of capital (gewichteter Kapitalkostensatz)

Die Kosten für das Fremdkapital ergeben sich aus bestehenden Kreditverträgen und deren Verzinsung und werden entsprechend ihres Anteils am gesamten Fremdkapital ermittelt. Dabei erfolgt die Unterscheidung in *Verbindlichkeiten*, wie Anleihen, Verbindlichkeiten gegenüber Kreditinstituten oder aus Lieferungen und Leistungen sowie *Rückstellungen*, beispielsweise in Form von Pensions- oder Steuerrückstellungen⁴⁴⁰.

⁴³⁶ Vgl.: Drosse, V. (1998) S. 66 f., zum Test des CAPM und des Risikofaktors β s. Benninga, S., Czaczkes, B. (2000) S. 185-188.

⁴³⁷ Vgl. Fabozzi, F., Focardi, S., Kolm, P. (2006) S. 208 f.; Für die Annahme des risikolosen Zinssatzes kann beispielsweise eine Anlage in Form von Bundesschatzbriefen unterstellt werden.

⁴³⁸ Dieser Zinssatz auf das Eigenkapital wird als Opportunitätszinssatz bzw. kalkulatorischer Zinssatz angenommen.

⁴³⁹ Schierenbeck, H., Lister, M. (2002) S. 102.

⁴⁴⁰ Vgl. Alvarez, M. (2004) S. 247 f. sowie Barthélemy, F., Willen, B.-U. (2005) S.116.

Die Ermittlung der Verzinsung des Eigenkapitals basiert auf einem risikoneutralen Sockelzinssatz, welcher beispielsweise bei Bundesschatzbriefen⁴⁴¹ r_R unterstellt werden kann und dessen Kombination mit dem Zinssatz eines effizienten Marktportfolios r_M , gewichtet mit dem Branchen-Risikofaktor β .

Der Branchen-Risikofaktor β ⁴⁴² gilt als Maßstab für das systematische Risiko eines Wertpapiers als Beitrag zum Marktrisiko und beschreibt die Sensitivität dieses Wertpapiers bei Schwankungen des Gesamtmarktes. Er misst die Volatilität der Investition in Bezug auf die Benchmark des Marktes in Relation zur Wertbasis des Indexes 1. Demnach gilt für $\beta < 1$, dass eine schwache und für $\beta > 1$ eine überzeichnete Zyklizität vorliegt. Es wird somit eine Risikobewertung einer energieeffizienteren Investitionsoption vorgenommen.

Mit Hilfe des durch Formel 9 ermittelten WACC-Zinssatzes erfolgt die Ermittlung des Kapitalwertes C_0 unter Verwendung der Formel 6.

Es wird die Alternative ausgewählt, welche den höchsten positiven Kapitalwert aller Alternativen aufweist. Hierbei spielt die Risikopräferenz des Entscheidungsträgers eine wesentliche Rolle, indem dieser eine der dargestellten Entscheidungsregeln⁴⁴³ für sich identifizieren und folglich eine individuelle Entscheidung treffen muss.

⁴⁴¹ Vgl.: Bundesrepublik Deutschland Finanzagentur GmbH (2009) im Internet: <https://www.bundeswertpapiere.de/bundesschatzbriefe> am 17.06.2009

⁴⁴² Vgl. Burger, A., Ulbrich, P. (2005), S.552. Die von den Autoren angesprochene Problematik der Branchenabgrenzung kann unter Einbezug der Klassifikation der Wirtschaftszweige nach der Nomenklatur NACE 2008 berücksichtigt werden. Eine Zusammenstellung branchenspezifischer Risikofaktoren gibt auch Alvarez, M. (2004) S. 427.

⁴⁴³ Vgl. Kapitel 5.8.6.



7.7 ABLEITUNG VON AUSSAGEN AUF BRANCHENEBENE

Das Zielsystem des ENEFFTECH-Entscheidungsmodells verfolgt zwei Aspekte. Zum einen sollen Unternehmen in die Lage versetzt werden, Investitionsentscheidungen in Energieeffizienztechnologien entlang ihrer Wertschöpfungskette unter ökonomischen Gesichtspunkten zu treffen. Zum anderen wird das Ziel verfolgt, durch eine breitere Anwendung der Methodik verallgemeinerbare Erkenntnisse ableiten zu können und somit Branchenverbänden eine Informationsgrundlage in Bezug auf die Entwicklung der Energieeffizienz innerhalb einer bestimmten Branche geben zu können.

Anhand dieser verallgemeinerbaren Informationen zur Entwicklung der Energieeffizienz werden Aussagen in Bezug auf die Förderpolitik für Branchen generiert.

Durch ein Benchmarking⁴⁴⁴ erfolgt zunächst der Vergleich des eigenen Unternehmens mit der Branche auf der Ebene der Viersteller der NACE-Klassifikation der Wirtschaftszweige. Diese Klassifizierung enthält als Standardmodul statistisch erfasste empirische Daten auf der Ebene der Wirtschaftszweige und es ist daher möglich die einzelbetriebliche Realität in Form von korrekten Informationen wiederzugeben. Aufgrund der Erfassung aller Wirtschaftszweige eignet sich die NACE-Klassifikation als Standardmodul mit spezifischem Branchenfokus. Hierbei kann eine flexible Betrachtung der Kennzahlen zur Wertschöpfung, des Umsatzes sowie der Beschäftigten und der Auswahl von zu betrachtenden Energieträgern und insbesondere der Elektroenergie, als Indikator für technologischen Fortschritt vorgenommen werden.

Das Benchmarking soll dem Entscheidungsträger eine erste Orientierung in Bezug auf die energetischen Kennzahlen des eigenen Unternehmens im Vergleich zur Branchenstatistik auf der Ebene der NACE-Viersteller⁴⁴⁵ geben.

7.7.1 MIKRO-MAKRO-LINK (MML)

Die Informationen über die Energieeffizienz in Unternehmen der Supply Chain sind für das Wertschöpfungsketten-Controlling, also die Planung, Kontrolle und Steuerung der unternehmensübergreifenden Transformationsprozesse, essentiell.

In den einzelnen Unternehmen werden im Rahmen des Umweltmanagements spezifische Informationssysteme⁴⁴⁶ eingesetzt, deren Informationen zur Ableitung allgemeiner Aussagen auf Branchen, nationaler sowie supranationaler Ebene abgestimmt werden sollen.

⁴⁴⁴ Für das Verarbeitende Gewerbe im jeweiligen Land des Supply-Chain-Partnerunternehmens.

⁴⁴⁵ Die Wirtschaftszweige werden in der internationalen NACE-Klassifikation auf Unternehmensebene statistisch erfasst und bilden die Grundlage des Benchmarkings

⁴⁴⁶ nachfolgend in Kapitel 7.3.2 näher erläutert.

So wird beispielsweise die zeitnahe Befassung mit den Reduktionspotentialen bei Treibhausgasen für die Unternehmen zunehmend zu einem Kostenfaktor, welcher die Gewinnmargen teilweise erheblich beeinflusst, wie die folgende Tabelle 24 verdeutlicht.

Tabelle 24 Einfluss der Emissionskosten auf den erwarteten Gewinn im Jahr 2013

Industriebranche	Emissionsintensität in t CO ₂ / Mio € Gewinn (EBITDA)	Gesamte Emissionskosten in Prozent des Gewinns
Energieversorger	6903 bis 39195	15 bis 65,85
Transport / Logistik	146 bis 46946	0,14 bis 28,87
Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe	513 bis 15152	0,27 bis 14,63
Pharma	216 bis 23772	0,15 bis 24,03
Investitionsgüter	50 bis 23468	0,04 bis 11,68
Automobil	9 bis 1619	0,01 bis 1,42

Quelle: Bassen, A. (2009) Carbon Disclosure Project Report Germany S. 45.

An der weltweiten Studie mit über 475 Unternehmen, welche der Tabelle 24 zugrunde liegt, beteiligten sich auch 102 deutsche Unternehmen, welche ihre Emissionen pro Jahr im Durchschnitt um 2,8 Prozent senken wollen. In der weltweiten Analyse geht man hingegen von einer jährlichen Senkung von 1,9 Prozent aus. Als Maßnahmen zur Erreichung der Minderungsziele steht in erster Linie die Steigerung der Energieeffizienz im Vordergrund, jedoch auch Prozessmodifikationen, wie Abfallmanagement, Mitarbeiterschulungen oder die unternehmensinterne Logistik.⁴⁴⁷

Aus dieser Betrachtung heraus erscheint die branchenspezifische Analyse der Wertschöpfungskette als notwendig und zielführend, um die bereits oben erwähnte Informationsgrundlage für Branchenverbände zu entwickeln.

Das zu betrachtende Zielsystem gliedert sich demnach in zwei Ebenen:

1. **Unternehmensebene:** energetisch-orientierte Verbesserung und Steuerung der Supply Chain
2. **Branchenebene:** Entwicklung der Wertschöpfung durch die energetische Verbesserung der Supply Chain

Die Zielgrößen erfordern eine einheitlich erfasste Datenbasis, um die internationale Vergleichbarkeit der Daten sicherzustellen.

⁴⁴⁷ Bassen, A. (2009) S. 40.



Diese Unterscheidung ist notwendig, um die Optimierungsgrößen operationalisierbar und für die Unternehmen anwendbar zu gestalten. Die statistischen Daten sind durch die Unternehmen an die jeweiligen statistischen Ämter zu melden, wodurch eine zusätzliche Datenerfassung nicht erforderlich wird. Es werden also keine völlig neuartigen Datenarten von den Unternehmen gefordert, sondern vielmehr auf bereits bekannte Daten der diversen Unternehmensbereiche, wie Materialflussmengen, Anlagenkennzahlen oder Stoff- und Energieflüsse, zurückgegriffen.

Mit Hilfe eines Mikro-Makro-Links (MML)⁴⁴⁸ soll diese Datenerfassung zwischen den Unternehmen und den statistischen Institutionen abgestimmt werden.

Die folgenden Institutionen sind in die entsprechende Datenerfassung involviert:

- in Deutschland das Statistische Bundesamt, im Rahmen der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (**UGR**) des Umweltstatistikgesetzes (**UStatG**) und den Unternehmensstatistiken;
- auf der Ebene der Europäischen Union, das Europäische Statistikamt **EUROSTAT** und damit einhergehend die zuständigen Stellen für die EMAS-Verordnung;
- international, im Rahmen der Vereinten Nationen sind Arbeitsgremien, wie die Commission for Sustainable Development (**CSD**) und die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit (**OECD**) sowie die International Organisation for Standardization (**ISO**) für die Datenerfassung- und auswertung zuständig.

Der MML soll demnach eine Brückenfunktion zwischen der Makroebene (statistische Institutionen) und der Mikroebene (Unternehmen der Wertschöpfungskette) übernehmen. Der Prozess der Datenharmonisierung ist jedoch ein kontinuierlicher Prozess und aufgrund der, teilweise stark divergierenden, Datengrundlagen und Bilanzkreise, mit großen Herausforderungen verbunden.

Die statistischen Ämter fordern von den Unternehmen Daten, welche in spezifische Fragebögen eingetragen werden müssen. Die Unternehmen werden dabei repräsentativ ausgewählt, wobei ein Unternehmen für mehrere Kategorien und Kriterien der Ausfüllpflicht unterliegen kann.⁴⁴⁹

Zur wirksamen Funktion des Mikro-Makro-Links sind Datenanforderungen zu definieren, welche eine Harmonisierung der von den statistischen Institutionen verwendeten Werte ermögli-

⁴⁴⁸ Vgl. Krcmar, H. (2000) S. 235-236 und 271. Der MML verbindet die Unternehmensstatistiken mit den institutionellen statistischen Erfassungen.

⁴⁴⁹ Ein beispielhafter Erhebungsbogen, als Erhebungsbogen Energieverwendung für das Jahr 2008, wird in der Anlage III dargestellt.

chen. So empfehlen sich beispielsweise die Erfassung der Energiedatenart (z. B. Elektroenergie), die Periode (z. B. Jahreszeitraum), der Anlagenbezug (Anlage zugeordnet zum jeweiligen Supply-Chain-Partner), als auch Bezugsgrößen, die den Vergleich erleichtern (z. B. Anzahl der Beschäftigten, Umsatz, etc.). Dabei können Stoff- und Energiebilanzen die Datenanforderungen für die Verbrauchsdaten generieren.

Die Datenverwaltung für den Mikro-Makro-Link wird mit der nachstehenden Abbildung 44 verdeutlicht.

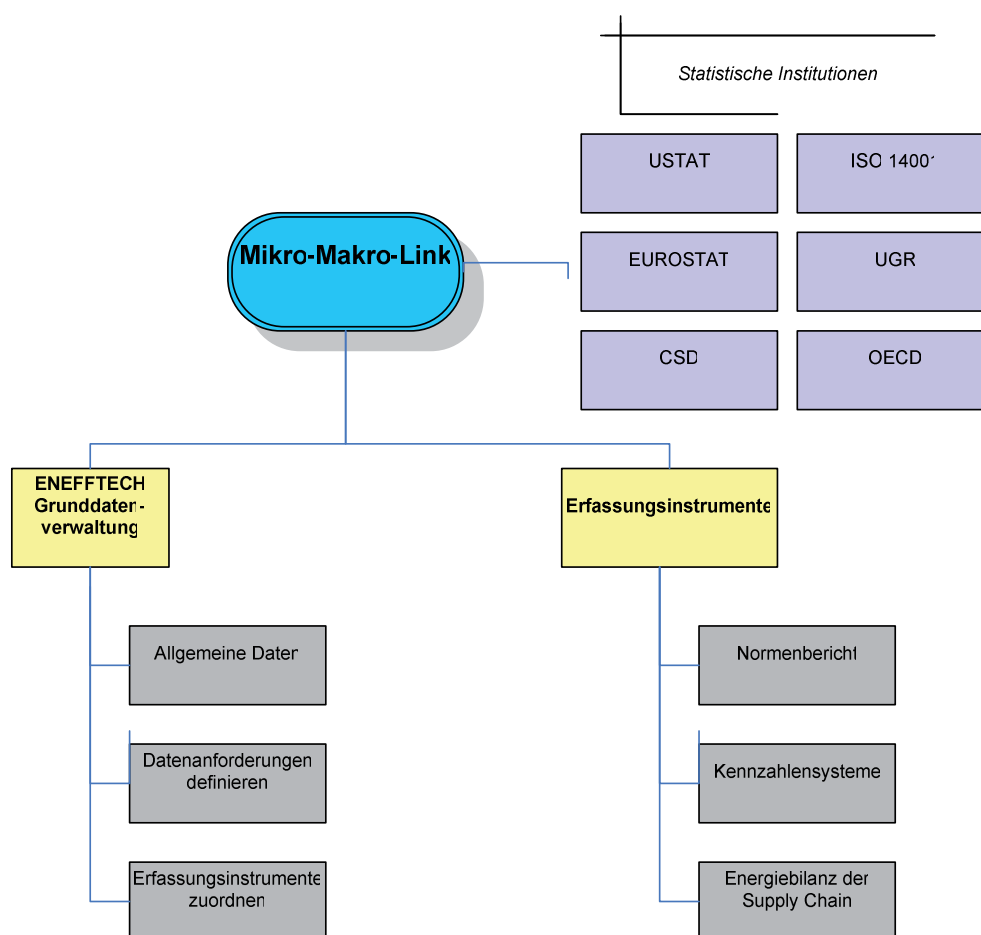


Abbildung 44 Datenverwaltung für Mikro-Makro-Link

Quelle: Eigene Erstellung in Anlehnung an Krcmar, H. (2000) S. 271 und 272.

7.7.2 ERFASSUNG RELEVANTER DATEN ZUR ABLEITUNG VON BRANCHENAUSSAGEN

Neben den Emissionen wird als Bezugsgröße der Endenergieverbrauch erhoben, welcher in den Unternehmen ebenfalls im Kontext der statistischen Datenübermittlung erfasst wird. Dabei erfolgt die Erfassung in Kategorien, wobei sich die bereits erwähnte NACE-Klassifikation der Wirtschaftszweige als besonders geeignet herausgestellt hat.⁴⁵⁰

Der Anteil der Sekundärenergie im Energieflussbild, welcher den Verbraucher erreicht, wird als Endenergie⁴⁵¹ bezeichnet und setzt sich entsprechend Formel 10 zusammen:

Formel 10 Berechnung des Endenergieverbrauchs

<ul style="list-style-type: none"> + Elektroenergieverbrauch [kWh] + Fernwärmeverbrauch [kWh] + Erdgasverbrauch [kWh] + Heizölverbrauch, leicht [kWh] + sonstiger Energieverbrauch [kWh] = Endenergieverbrauch des Unternehmens (EEV) [kWh]
--

Zur Umrechnung von Energiedimensionen ist in das ENEFFTECH-Entscheidungsmodell ein Energieeinheitenrechner⁴⁵² als Softwareanwendung integriert.

Durch Implementierung der nachstehenden Formel 11 in die energetische Betrachtung werden die energieträgerspezifischen Bezugskosten c_{FUEL} und der Preis p_{CO_2} für die CO₂-Emissionen (bewertet mit dem Emissionsfaktor f_{CO_2}) in Relation gesetzt, indem die Emissionskosten als Summe der Brennstoffkosten und der mit dem Preis bewerteten brennstoffspezifischen Emissionsfaktoren gebildet werden.

Formel 11 Emissionsspezifische Energiekostenbetrachtung (e)

$$e = c_{FUEL} + (p_{CO_2} * f_{CO_2}) \text{ [€/kWh]}$$

⁴⁵⁰ Krcmar, H. (2000) S. 251.

⁴⁵¹ Vgl: Bockhorst (2002) S. 267.

⁴⁵² Energieeinheitenrechner als Anwendung der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. auf www.eefa.de.

Die damit vorliegenden Daten stellen die Basis für die weiteren Betrachtungen dar. Zur Messung der Energieeffizienz wird mit dem Energieeffizienzindikator EEI in Formel 12 eine Kennzahl eingeführt, welche sich wie folgt definiert:

Formel 12 Energieeffizienzindikator⁴⁵³

$$EEI_{ji} = \frac{EEV_{ji}}{NWS_{ji}} \text{ [kWh/€]}$$

Der Energieeffizienzindikator EEI_{ji} des Unternehmens i aus der Branche der NACE⁴⁵⁴-Klassifikation j setzt sich gemäß Formel 12 als Quotient aus dem Endenergieverbrauch EEV_{ji} und der, auf das Unternehmen bezogenen, Nettowertschöpfung NWS_{ji} zusammen. In Kapitel 5.3 wurde bereits auf die Differenzierung der Indikatoren nach natürlichen und ökonomischen Kennzahlen eingegangen. Demnach ist der Energieeffizienzindikator EEI_{ji} eine ökonomische Kennzahl, welche den Endenergieverbrauch in Relation zur generierten Wertschöpfung setzt. Dabei hat sich die Nettowertschöpfung als statistisch gut verfügbare Größe herausgestellt, wodurch die Implementierung dieses Indikators zielführend ist.

Die Endenergieeffizienz ($EEFF_{ji}$), das heißt das Verhältnis aus dem Nutzen (Nettowertschöpfung) in Relation mit dem Aufwand (Endenergieverbrauch), wird durch den reziproken Wert des Energieeffizienzindikators EEI_{ji} in Formel 13 abgebildet:

Formel 13 Endenergieeffizienz

$$EEFF_{ji} = \frac{1}{EEI_{ji}} \text{ [€/kWh]}$$

Eine Aussage über die Tendenz der Endenergieeffizienz lässt sich durch ein Benchmarking erreichen, welches als basaler Bestandteil in das ENEFFTECH-Entscheidungsmodell und dessen Applikation integriert ist.

Dem Benchmarking liegt eine statistische Rechnung zugrunde, welche Daten verwendet und den entsprechenden Input- und Outputmengen gegenüberstellt. Diese statistischen Werte können aus den Stammdaten, konstant oder laufend ermittelten Verhältniswerten oder auch beliebigen anderen Werten bestehen.⁴⁵⁵ In der Praxis wird beispielsweise häufig die elektrische Arbeit, in Form des monatlichen Stromverbrauches von Anlagen durch Multiplikation der Anschlussleistung der jeweiligen Anlage mit ihrer monatlichen Laufzeit, berechnet. Dadurch ist zugleich die Integration in das unternehmerische Controlling durch die entspre-

⁴⁵³ Formel: eigene Abgrenzung.

⁴⁵⁴ NACE-Klassifikation der Wirtschaftszweige- Die "Nomenclature générale des activités économiques dans les Communautés Européennes (NACE)" ist ein System zur Klassifizierung von Wirtschaftszweigen, das von Seiten der Europäischen Union auf Basis der ISIC Rev. 3 (International Standard Industrial Classification of all Economic Activities) der Vereinten Nationen entworfen wurde.; Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (2008) auf www.zew.de am 24.10.08.

⁴⁵⁵ Vgl. Krcmar, H. (2000) S. 328.

chende Zuordnung zu einer Kostenstelle, als eigenständigen und transparenten Verantwortungsbereich, gegeben.⁴⁵⁶

Bei Durchführung der energetisch-induzierten Optimierung der Supply Chain durch eine Vielzahl von Unternehmen lassen sich zusätzlich Aussagen über die Auswirkungen auf die Energieeffizienz auf Branchenebene treffen. Dies setzt selbstredend eine ausreichend große Stichprobe voraus, um signifikante mesoökonomische Aussagen ableiten zu können.

Zur theoretischen Fundierung und wissenschaftlichen Vollständigkeit der vorliegenden Arbeit ist eine Darlegung der volkswirtschaftlichen Aspekte essentiell, um die Konsistenz des Modells zu verifizieren.

Der quantitativen Erforschung der Auswirkungen von ENEFFTECH-Investitionen auf Branchenebene liegt das Konzept der Produktionsfunktion zugrunde.

Hierzu wurde das PRISE-Optimierungsmodell⁴⁵⁷ entwickelt, welches eine entsprechende Optimierung auf Branchenebene ermöglicht.

Demnach wird die Wertschöpfung q , beschrieben in

Formel 14, durch die Faktorkombinationen aus Kapital k , Arbeit l und Energie e beeinflusst.⁴⁵⁸

Formel 14 Allgemeine Produktionsfunktion⁴⁵⁹

$$q = q[k(t), l(t), e(t); t] \text{ [€]}$$

Unter der Annahme, dass die Wertschöpfung einer zeitlich determinierten Veränderung unterliegt, ergibt sich die Wachstumsgleichung der Wertschöpfung in Formel 15, welche die Produktionselastizitäten α (Kapital), β (Arbeit) sowie γ (Energie) enthält.

Formel 15 Wachstumsgleichung der Wertschöpfung

$$\frac{dq}{q} = \alpha \frac{dk}{k} + \beta \frac{dl}{l} + \gamma \frac{de}{e} + Cr$$

Der Kreativitätsterm Cr erfasst hierbei alle Einflüsse, welche in den anderen Faktoren nicht enthalten sind.⁴⁶⁰ Dies können unter anderem technische Innovationen, Geistesarbeit im Sinne von prozessseitigen Optimierungen oder menschliches Erfahrungswissen sein.

⁴⁵⁶ Zur Abgrenzung von Kostenstellen s. Sönke, P.; Brühl, R. (2005) S. 220, Ebert, G. (2004) S. 58, Liening, F.; Scherleithner, S. (2001) S. 315.

⁴⁵⁷ Lindenberger, D.; Kümmel, R. (2002) S. 104 f.

⁴⁵⁸ Lindenberger (2008) S 11-13.

⁴⁵⁹ Die Allgemeine Produktionsfunktion wird hierbei volkswirtschaftlich als Wertgröße dargestellt, während betriebswirtschaftliche Produktionsfunktionen von mengenmäßigen Faktoreinsätzen ausgehen.

⁴⁶⁰ Vgl. Lindenberger, D. in Brune, W. (2000) S. 57.

Die Produktionselastizitäten stellen die partiellen Ableitungen nach den Produktionsfaktoren dar und geben die jeweilige Änderung der Bruttowertschöpfung in Bezug auf eine Veränderung des Produktionsfaktor-Inputs an.

Da die neoklassische Wirtschaftstheorie von konstanten Skalenerträgen des Produktionssystems ausgeht, gilt entsprechend Formel 16:

Formel 16 neoklassisch konstante Skalenerträge

$$\alpha + \beta + \gamma = 1$$

Für die industrielle Betrachtung muss jedoch eine Abwandlung vorgenommen werden, da ohne eine adäquate Berücksichtigung der Faktoren Arbeit und Energie, d.h. nur mit Ausweitung des Produktionsfaktors Kapital, keine Output-Erhöpfung generiert werden kann, wie in Formel 17 darlegt.

Formel 17 Randbedingungen für die Produktionsfaktoren⁴⁶¹

$$\alpha = a_0 \frac{(l+e)}{k}, \beta = a_0 \left(\frac{c_t l}{e} - \frac{l}{k} \right), \gamma = 1 - \alpha - \beta$$

Durch Addition von l/k und e/k in α wird die langfristige Substituierbarkeit von Arbeit/Kapital durch Energie/Kapital-Kombinationen im Zuge der ENEFFTECH-Investitionen abgebildet. Der Automatisierungsgrad (a - für Automatisierung) wird in β für die Entwicklung von $e \rightarrow e_a$ und $k \rightarrow k_a$ abgebildet, wobei $c_a = e_a/k_a$ gilt.

Durch Einsetzen dieser Annahmen für α (Kapital), β (Arbeit) sowie γ (Energie) in Formel 18 erhält man nach Integration der Faktoren die erste LINEX-Produktionsfunktion⁴⁶², welche die Grundlage des Modells auf Branchenebene bildet:

Formel 18 erste LINEX-Produktionsfunktion

$$q_{L1} = q_0 \cdot e \cdot \exp \left[a_0 \left(2 - \frac{l+e}{k} \right) + a_0 c_a \left(\frac{l}{e} - 1 \right) \right] [\text{€}]$$

⁴⁶¹ Mit c_t als Energiebedarf einer definierten Automatisierung zum Zeitpunkt t .

⁴⁶² ebenda S.59

Hierbei sind drei zentrale Parameter zu bestimmen:

- a_0 , als Gewichtungsfaktor für Arbeit/Kapital und Energie/Kapital-Kombinationen in Bezug auf die Produktionselastizität des Kapitals β ;
- c_a , als Energiebedarf einer definierten Automatisierung;
- q_0 , als Wertschöpfungsbetrag vor Durchführung der ENEFFTECH-Investition.

Die Erweiterung der LINEX-Produktion besteht im ENEFFTECH-Entscheidungsmodell in der konkreten Betrachtung des Energieeinsatzes und der Energieträger-spezifischen Emissionen.

An dieser Stelle sei auf die bereits erwähnte Berücksichtigung der CO₂-Kosten, als Bestandteil der Energiebezugskosten in Formel 11 verwiesen.

Damit gelingt die Kopplung der Optimierungskriterien, um die Zielfunktion $q = q[k(t), l(t), e(t); t] \rightarrow \text{MAX}$, zu maximieren.

Entscheidend für die wirksame Umsetzung der Strategien ist ein effektives Zusammenwirken der unterschiedlichen Lösungsansätze. So existieren in den Unternehmen modernste technologische Lösungen, deren Zusammenspiel die Effizienzpotentiale zu heben vermag.

Es gilt demnach, strategische Allianzen zu etablieren und branchenübergreifend im Sinne von „Coopetition“⁴⁶³ innovative Lösungen gemeinsam umzusetzen. Es ist folglich nahe liegend, dass sich hierbei strategische Herangehensweisen im Rahmen des Supply Chain Managements als zielführend herausstellen.

Im nachfolgenden Abschnitt 7.7.3 werden die oben beschriebenen Zusammenhänge auf der Unternehmensebene erläutert und anhand einer Fallstudie in Kapitel 8 vertieft.

⁴⁶³ Das Kunstwort beschreibt die Symbiose aus Wettbewerb (competition) und Kooperation (cooperation) als gegenseitige Vorteilhaftigkeit bei Zusammenarbeit von im Wettbewerb stehenden Unternehmen, vgl. Wiedmann, K. (2010).



7.7.3 ERWEITERUNG DES ANSATZES AUF EMISSIONSREDUZIERENDE ENERGIEEFFIZIENZSTEIGERUNG

Auf der Grundlage der in Kapitel 5.5 beschriebenen Rahmenbedingungen und Zielstellungen des Supply Chain Managements erfolgt die Erweiterung des bisherigen Zielkorridors.

Über die Generierung von Kosten-, Zeit-, und Qualitätsvorteilen werden die Reduktion von Emissionen und der Umweltschutz entlang der Supply Chain in den Zielkorridor einbezogen. Damit wird, neben den oben genannten, ein neues Element im Rahmen der Optimierungsentscheidungen des Supply Chain Managements eingeführt.

Der Fokus des Supply Chain Managements liegt hierbei auf der rationellen Energieanwendung und der Identifikation von Energieeffizienzpotentialen sowie den Grenzkosten für Effizienzinvestitionen entlang der Wertschöpfungskette in Korrelation mit den Preisen für Emissionszertifikate an der Strombörse.

Die Zielstellung dieses erweiterten Ansatzes von Supply Chain Management besteht in der Entwicklung der Partnerunternehmen entlang der internationalen Wertschöpfungskette und damit in der Schaffung von Wettbewerbsvorteilen der gesamten Kette.

Durch den Einbezug der Partnerunternehmen in das Entscheidungsspektrum für Energieeffizienzinvestitionen wird die Alternativenmenge wesentlich erweitert und ermöglicht kostengünstigere Emissionsminderungen für emissionshandelspflichtige Unternehmen.

Diese Erweiterung des Entscheidungsspektrums wird in der nachstehenden Abbildung 45 für alle Unternehmensbereiche im funktionalen Sinne des Energieeffizienzmanagements illustriert.

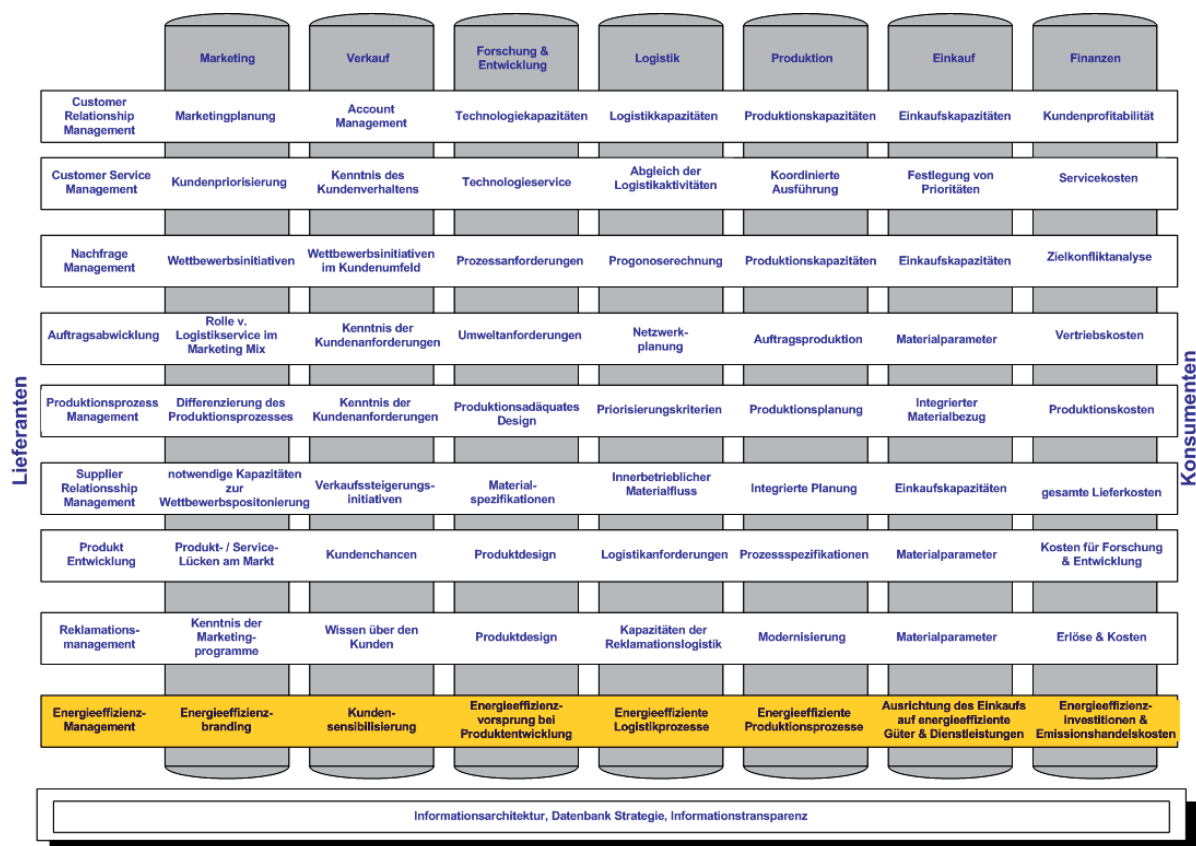


Abbildung 45 Erweitertes Supply Chain Management

Quelle: Eigene erweiterte Darstellung in Anlehnung an Lambert, D. (2006) S. 23.

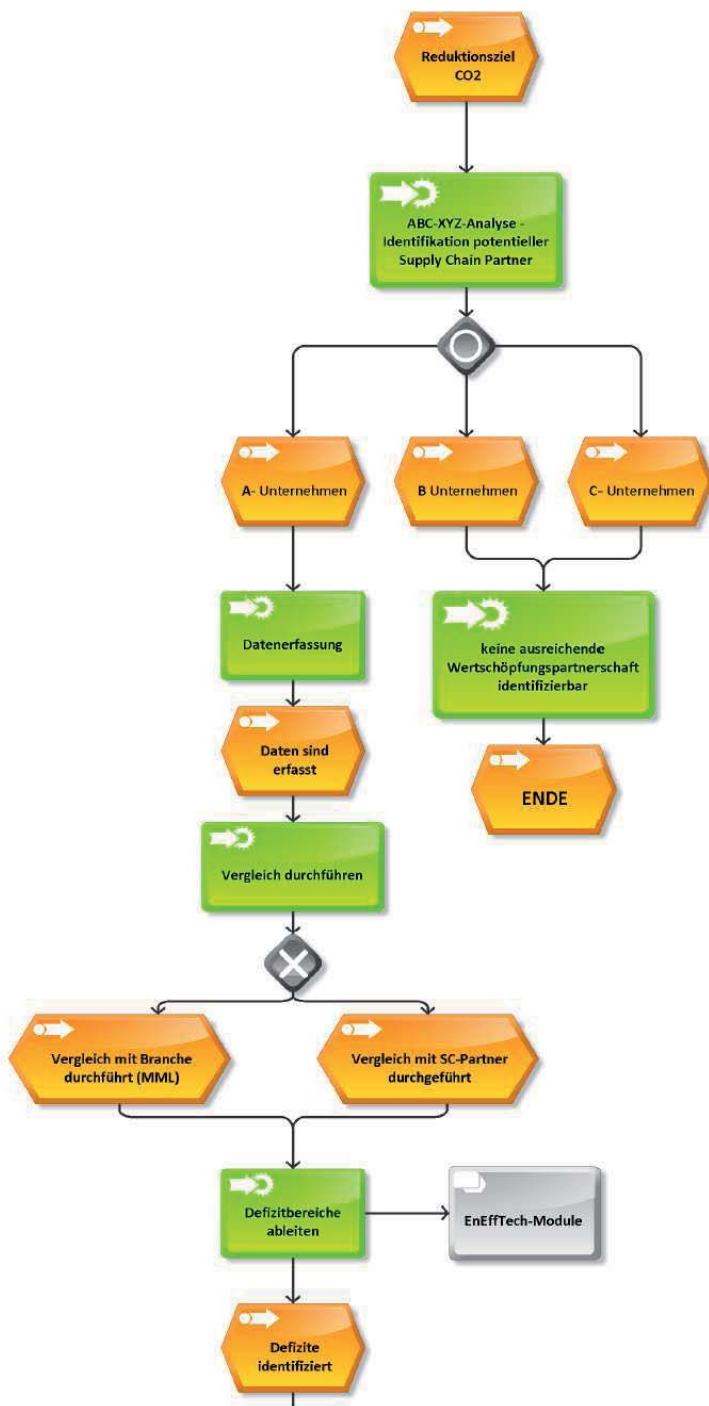
Wie aus der Abbildung 45 ersichtlich ist, geht es im Rahmen der kundennahen Unternehmensbereiche vor allem um die Sensibilisierung und Imageprägung, also die Herausarbeitung so genannter „weicher Faktoren“. Die technische Komponente des Energieeffizienzmanagements hingegen ist in erster Linie im Bereich der Produktion, Forschung und Entwicklung sowie der unternehmensinternen sowie externen Logistik zu verzeichnen. Hier gilt es, durch die Einführung und Anwendung der besten verfügbaren Technologien einen Wettbewerbsvorteil im Handlungsfeld der Energieeffizienz zu erlangen.

Über den Einkauf und die dem Finanzbereich zugeordnete Investitionsplanung gelingt es, die Wertschöpfungspartner entlang der Supply Chain in das Energieeffizienzmanagement einzubeziehen.

Einen prozess- und funktionsübergreifenden Erfolgsfaktor stellt die zugrunde liegende Informationsarchitektur und Datenbankstrategie dar, welche die notwendige Transparenz entlang der Supply Chain sicherstellt und daher eine konsistente Anwendung bedingt. Mit Hilfe des folgenden Vorgehensmodells in Abbildung 46, welches sich aus dem in Kapitel

7.3 dargelegten Datenmodell ergibt, erfolgt eine visuelle Zusammenfassung des ENEFFTECH-Entscheidungsmodells.

ENEFFTECH – ARIS Vorgehensmodell



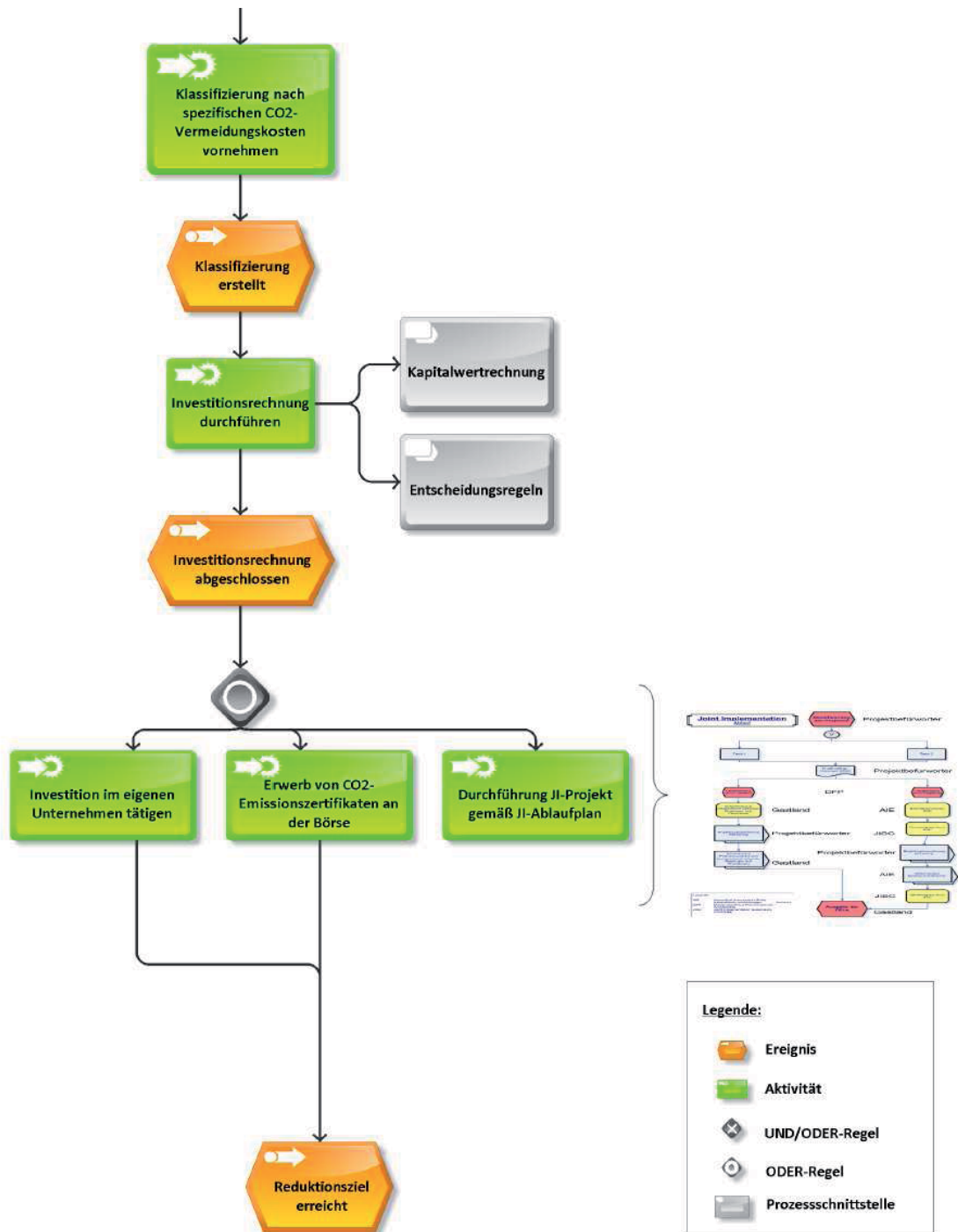


Abbildung 46 ENEFFTECH - ARIS Vorgehensmodell

Quelle: Eigene Erstellung unter Nutzung des ARIS - Geschäftsprozessmodells

7.7.4 BEWERTUNG DES ENEFFTECH-ENTSCHEIDUNGSMODELL UND VERGLEICH MIT ANDEREN ENTSCHEIDUNGSMETHODEN

In der folgenden Tabelle 25 erfolgt eine Bewertung des ENEFFTECH-Strukturmodells anhand der in Kapitel 5.8.7 grundsätzlich für Entscheidungsmodelle erläuterten und in Kapitel 7.3.1 in Bezug auf die Datenmodellierung abgeleiteten Anforderungen. Dabei wird das entwickelte Entscheidungsmodell den unternehmenspolitischen Entscheidungsmethoden Argumentenbilanz, Nutzwertanalyse und Portfolioanalyse sowie dem Verfahren des Entscheidungsbaums, welche in Kapitel 5.8.2 erläutert wurden, gegenübergestellt und bewertet.

Die Bewertung hinsichtlich des Erfüllungsgrades der gestellten Anforderungen erfolgt in den Kategorien „++“ als sehr gut bis hin zu „-“, als sehr schlecht.

Tabelle 25 Bewertung des ENEFFTECH-Entscheidungsmodells

Anforderungen	Entscheidungsmethode				
	Argumentenbilanz	Nutzwertanalyse	Portfolioanalyse	Entscheidungsbaum	Entscheidungsmatrix (ENEFFTECH-Entscheidungsmodell)
Einfachheit	+	+	+	+	++
Robustheit	-	+	-	+	+
Leichte Kontrollierbarkeit	+	+	-	+	+
Adaptierbarkeit	+	-	+	-	+
Vollständigkeit	--	--	--	-	+
Kommunikationsfähigkeit	+	+	+	+	+
Datenkontrolle	+	-	-	+	+
Redundanzfreiheit	+	-	-	+	-
Datenintegrität	-	-	-	-	+
Datenunabhängigkeit	--	+	+	--	+

Quelle: Eigene Darstellung

Es wird deutlich, dass die unternehmenspolitischen Entscheidungsansätze auf der einen Seite einfach strukturiert und kommunikativ gut darstellbar sind, auf der anderen Seite jedoch in Bezug auf die Vollständigkeit und die Datenintegrität deutliche Nachteile aufweisen.

Gerade diese Aspekte stellen jedoch im unternehmerischen Bereich wesentliche Wettbewerbselemente dar und sind durch das Entscheidungsmodell explizit zu erfüllen.

Es wird jedoch ebenso deutlich, dass die Argumentenbilanz in Bezug auf eine erste Orientierung, in Kombination mit einem quantitativen Verfahren, durchaus als geeignet zu betrachten ist und zur Visualisierung und Sensibilisierung für Investitionen zur Steigerung der Energieeffizienz der Wertschöpfungspartner einen Beitrag leisten kann.⁴⁶⁴

Die Entscheidungsbaum-Methode hingegen ist für den Einsatz im Rahmen der internationalen Wertschöpfungskette weniger geeignet, da sie ebenso in punkto Datenintegrität- und Datenabhängigkeit sowie Adaptierbarkeit und Vollständigkeit Defizite aufweist. Gleichwohl der Entscheidungsbaum sowohl unbeeinflussbare (Umwelt-) Faktoren, planbare Unterneh-

⁴⁶⁴ Kagelmann, U. (2001) S. 147-148.; Simmschek, R. (2008) S. 53.



mensentscheidungen und Reaktionen der Umwelt auf diese Entscheidungen abbilden kann, wird dieser schnell recht umfangreich und unübersichtlich.⁴⁶⁵

Obwohl das dem ENEFFTECH-Entscheidungsmodell zugrundeliegende Supply Chain Management noch keine vollständige Verbreitung im Bereich der KMU gefunden hat und bisher vorrangig in multinationalen Großunternehmen zum Einsatz kommt, stellt das SCM-Konzept eine geeignete Basis dar.

Hierzu ist die spezifische Anpassung des Konzeptes an die Anforderungen der kleinen und mittleren Unternehmen erforderlich, um deren Wertschöpfungsnetzwerke strukturell so zu konzipieren, dass die in dieser Arbeit aufgezeigten Potentiale gehoben werden können. Dies bedingt jedoch stabile Betriebsstrukturen – und abläufe. Die bereits in Kapitel 5.5 dargestellte Erweiterung des Supply Chain Managements vom vormalig reinen Logistikkonzept zu einem funktionsintegrierten und interdisziplinär ausgerichteten Gesamtkonzept bestätigt auch die empirische Analyse von SOMMER (2007).⁴⁶⁶

Das ENEFFTECH-Entscheidungsmodell erfüllt die gestellten Anforderungskriterien fast vollständig. Aufgrund der heterogenen Daten und der Vielzahl von potentiellen Wertschöpfungspartnern kann nicht ausgeschlossen werden, dass Daten teilweise mehrfach entlang der Lieferkette erfasst und bei den Unternehmen gespeichert werden. Gleichwohl das ENEFFTECH-Entscheidungsmodell auf die Daten der Umweltmanagementsysteme in den Unternehmen zugreift, besteht die Möglichkeit, dass lokal eine weitere Datenverarbeitung – und speicherung erfolgt. Folglich werden diese Daten teilweise redundant erfasst, wobei dies keine Auswirkungen auf die Entscheidungsfindung hat, im Gesamtsystem jedoch erwähnt werden sollte.

Die komplexen Interdependenzen der Wertschöpfungskette werden hingegen einfach dargestellt, wodurch die Anwendungsorientierung des Entscheidungsmodells unterstrichen wird.

Als wesentliche Kriterien sind die Datenintegrität und die Unabhängigkeit der Daten gegeben. Aufgrund der Erfassung der Daten auf Basis der Umweltmanagementinformationen kann die Vollständigkeit als erfüllte Anforderung bewertet werden.

⁴⁶⁵ Baldeweg, D. (2006) S. 176.; Zimmermann, W., Stache, U. (2001) S. 153-154.; Drews, G., Hillebrand, N. (2010) S. 61, Ferstl, O. et. al. (2005) S. 1316.

⁴⁶⁶ Sommer, P. (2007) S. 268.



8 Modelltest: Fallstudie zum ENEFFTECH-Entscheidungsmodell⁴⁶⁷

8.1 ENERGIEEFFIZIENZINVESTITIONEN ENTLANG DER SUPPLY CHAIN AM BEISPIEL EINES MITTELSTÄNDISCHEN ENERGIEVERSORGERS

8.1.1 ALLGEMEINE INFORMATIONEN UND RAHMENBEDINGUNGEN

Das regionale Energieversorgungsunternehmen (EVU) Stadtwerke ENEFFTECH-Stadt GmbH unterliegt mit seinen Anlagen dem Emissionshandel und steht vor der Herausforderung in der Handelsperiode 2013-2020 seine CO₂-Emissionen von 100.000 t CO₂ im Basisjahr um insgesamt 13.101 t CO₂⁴⁶⁸ zu reduzieren.

Ausgehend von dieser Verpflichtung stehen den Stadtwerken ENEFFTECH-Stadt GmbH folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- Emissionsreduktion im eigenen Unternehmen durch Investitionen in emissionsärmere Technologien;
- Teilnahme am Emissionshandel und Erwerb von Zertifikaten an der Börse;
- Emissionsreduktion mit Hilfe der flexiblen Kyotomechanismen Joint Implementation oder Clean Development Mechanism bei Projektpartnern.⁴⁶⁹

Das EVU verfügt bereits über moderne Anlagen, sodass eine weitergehende größere Emissionsreduktion im eigenen Unternehmen nur unter hohen finanziellen Aufwendungen zu realisieren ist. Die Analyse des eigenen Unternehmens erbrachte eine Investitionsmöglichkeit zur Verminderung von Leckageverlusten. Es wurden mehrere Schwachstellen im Bereich der Abnehmer (Kupplungen, Armaturen, Anschlussleitungen) identifiziert, welche durch eine Revision des Verteilungsnetzes behoben werden können. Dadurch wird eine Einsparung an Elektroenergie von 220 MWh je Jahr erreicht. Bei einer Gesamtinvestition von 3.000 € und der Einsparung von 147 t CO₂ pro Jahr ergeben sich spezifische Vermeidungskosten von 20,41€/tCO₂/a und eine hohe jährliche Einsparung bei den Energiekosten von 22.000 € im Basisjahr.

Die Entscheidung über den ausschließlichen Erwerb von Zertifikaten an der Emissionshandelsbörse erscheint auf Grund der gegenwärtigen Preisprognosen für CO₂-Zertifikate in der Handelsperiode 2013-2020 als verfrüht.⁴⁷⁰

⁴⁶⁷ Das beispielgebende Unternehmen wurde als struktureller Rahmen verwendet. Die nachstehenden Zahlen, Investitionsalternativen und Wertschöpfungspartner stehen in keinem unmittelbaren Zusammenhang mit der DB Waggonbau Niesky GmbH.

⁴⁶⁸ Dies entspricht einer jährlichen Reduktion in Höhe von 1,74 %, entsprechend dem derzeitigen Diskussionsstand zur Verringerung der Zertifikatsmenge; Standpunkt des Europäischen Parlaments festgelegt in erster Lesung am 17. Dezember 2008 im Hinblick auf den Erlass der Richtlinie 2009/.../EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Verbesserung und Ausweitung des EU-Systems für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten

⁴⁶⁹ Zu den flexiblen Mechanismen siehe Kapitel 6.2.



Folglich entschließt sich die Unternehmensleitung, mit Hilfe des ENEFFTECH-Benchmarkings⁴⁷¹ nach geeigneten Kooperationspartnern im Verarbeitenden Gewerbe zu suchen, um die Emissionsreduktion mit Hilfe der flexiblen Mechanismen bei seinen Kunden beziehungsweise entlang deren Wertschöpfungskette durchzuführen.

Das Verarbeitende Gewerbe zeichnet sich dabei durch ein hohes Potential im Bereich der Querschnitts- und Energieeffizienztechnologien sowie durch internationale Wertschöpfungsketten mit allgemein geringeren Effizienzstandards in den Ländern Ostmitteleuropas aus.⁴⁷²

Dabei wird die Prämisse verfolgt, dass die Emissionsreduktion kostenminimiert erfolgen soll und gleichzeitig eine Festigung der Wertschöpfungspartnerschaft angestrebt wird.

Die durchzuführenden Maßnahmen zur Generierung von CO₂-Emissionszertifikaten stellen zusätzliche Investitionen dar, welche auf Basis der mit ihnen verbundenen Energieeinsparungen dem Nachhaltigkeitsleitbild Rechnung tragen.

8.1.2 AUSWAHL DES KOOPERATIONSPARTNERS DER STADTWERKE ENEFFTECH-STADT GMBH

In einem ersten Schritt erfolgt die Identifizierung geeigneter Kooperationspartner für die Durchführung von Emissionsminderungsprojekten. Hierbei werden durch die Stadtwerke ENEFFTECH-Stadt GmbH gezielt deren umsatzstärkste Industriekunden analysiert, da bei diesen Unternehmen und deren Wertschöpfungspartnern Einsparungspotentiale erwartet werden.

Zu den größten Energiekunden der Stadtwerke ENEFFTECH -Stadt GmbH gehört das Unternehmen DB Waggonbau Niesky GmbH am Standort Niesky im Freistaat Sachsen. Auf einer Produktionsfläche von ca. 36.500 m² erwirtschaftet die DB Waggonbau Niesky GmbH mit 247 Mitarbeitern (1990 1.700 Mitarbeiter) einen Jahresumsatz von ca. 50 Millionen Euro. Die Klassifikation der Wirtschaftszweige 2008 verzeichnet das Unternehmen unter dem Viersteller-Code 30.20 (Schienenfahrzeugbau) in der Unterklasse 30.20.1 Herstellung von Lokomotiven und anderen Schienenfahrzeugen.⁴⁷³

Die DB Waggonbau Niesky GmbH produziert in einem breiten Sortiment 21 verschiedene Fabrikate. Dabei reicht die Produktpalette von Schiebewardwagen über Schüttgut- und Spezialwagen, Autotransporter bis hin zu Drehgestellen und kombiniertem Ladungsverkehr.

⁴⁷⁰ Demnach könnten die Preise für CO₂-Zertifikate bis zu 60 Euro je Tonne CO₂ ansteigen; Vgl. iwD - 2008 - Nr. 43 - Institut der deutschen Wirtschaft Köln.

⁴⁷¹ Die Durchführung des ENEFFTECH-Benchmarkings erfolgt anhand der branchenspezifischen Daten auf Ebene der NACE-Viersteller. Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (2008).

⁴⁷² Vgl. Meyer (2007).

⁴⁷³ NACE-Code laut Klassifikation 2003: 35.20 Bahnindustrie.

Anhand eines vierachsigen Schiebewand Habbiins, wie exemplarisch in Abbildung 47 dargestellt, wird beispielgebend die Wertschöpfungskette hinsichtlich Investitionsmöglichkeiten in Energieeffizienz untersucht.



Abbildung 47 vierachsiger Schiebewandwagen – Typ Habbi(II)ns(s)

Quelle: DB Waggonbau Niesky GmbH

Die Stoffliste zur Herstellung eines 4-achsigen Schiebewand Habbiins beinhaltet 665 Positionen, welche in die drei Hauptbaugruppen Unterwagen, Drehgestell sowie Trennwand gegliedert werden. Diese Einsatzmaterialien werden durch 104 Lieferanten aus Deutschland, Österreich, Belgien, Tschechien, Frankreich, Ungarn, Italien und den Niederlanden bereitgestellt. Die Herstellung des Unterwagens erfolgt durch Kooperationspartner in Rumänien, die Trennwände werden in Polen und Tschechien hergestellt.

8.1.3 RAHMENBEDINGUNGEN HINSICHTLICH DES EMISSIONSHANDELS

Die nachstehenden Berechnungen unterliegen folgenden Annahmen im Basisjahr der Betrachtungen in Tabelle 26⁴⁷⁴:

Tabelle 26 Annahmen zur Fallstudie - Emissionsreduktion

Strompreis	0,10 €/kWh
Heizöl, leicht	0,035 €/ kWh (H _u)
Erdgas	0,035 €/ kWh (H _u)
<u>CO₂-Emissionen</u>	
Elektroenergie	621,6 g CO ₂ /kWh
Heizöl	385,1 g CO ₂ /kWh
Erdgas	297,0 g CO ₂ /kWh
Emissionszertifikate Basisjahr	100.000
Reduktionsverpflichtung [abs]	13.101
Emissionen nach Projektdurchführung	86.899
Startpreis je t (CO ₂)	20,77 € ⁴⁷⁵
Preisentwicklung t (CO ₂) / Jahr [%]	10,00 %
Energiepreis Strom Basisjahr [€/kWh]	0,10 €
Energiepreisentwicklung [%]	6,00 % ⁴⁷⁶
Reduktionsverpflichtung [%/a]	1,74 % ⁴⁷⁷
Transaktionskostenzuschlag (TAK)	0,920 ⁴⁷⁸

Die in Tabelle 26 enthaltenen Werte bilden exemplarisch die Unternehmenswirklichkeit ab und basieren auf empirischen Bezugsgrößen und Zeitreihenentwicklungen.

Des Weiteren sind Annahmen zur Kapitalstruktur der Stadtwerke ENEFFTECH-Stadt GmbH erforderlich.

⁴⁷⁴ Vgl. BMWI (2009) Internationaler Energiepreisvergleich für Industrie, Stand 06.03.2008 und Institut für angewandte Ökologie e.V. (2009) Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS-Datenbank) Version 4.5; Bundesbank (2009) im Internet.

http://www.bundesbank.de/statistik/statistik_zinsen.php#geldmarkt am 17.06.2009; Bundesrepublik Deutschland Finanzagentur GmbH (2009) im Internet: <https://www.bundeswertpapiere.de/bundesschatzbriefe> am 17.06.2009.

⁴⁷⁵ Vgl. www.eex.com, als Durchschnittswert der Preise für Emissionszertifikate 27,30 €/t CO₂ EEX am 24.06.2008, 24,12 €/t CO₂ EEX am 05.09.2008, 10,89 €/t CO₂ EEX am 09.01.2009.

⁴⁷⁶ durchschnittliche Preisentwicklung 2000-2007; BMWI (2008).

⁴⁷⁷ Europäische Kommission (2008a).

⁴⁷⁸ entspricht 8 % TAK; Quelle: weltweite Delphie-Studie (Institut für angewandte Ökologie; Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH, 2006) mit 262 Teilnehmern (gilt für Projekte von 100.000-200.000 US\$).

Diese werden in der nachfolgenden Tabelle 27 zusammengestellt.

Tabelle 27 Annahmen zur Fallstudie – Kapitalstruktur

Kapitalstruktur	Wert [EUR]	Anteile [%]
Eigenkapital	4.000.000,00	25,00 %
Fremdkapital	12.000.000,00	75,00 %
→ langfristige Verbindlichkeiten	3.500.000,00	29,17 %
→ kurzfristige Verbindlichkeiten	2.000.000,00	16,67 %
→ Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen	2.500.000,00	20,83 %
Rückstellungen		
→ Pensionsrückstellungen	3.250.000,00	27,08 %
→ Steuerrückstellungen	750.000,00	6,25 %
Gesamtkapital	16.00.000,00	
Fremdkapitalzinssätze		
→ langfristige Verbindlichkeiten	4,66 %	
→ kurzfristige Verbindlichkeiten (Kontokorrent)	13,00 %	
→ Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen	15,00 %	
Zinssatz risikoneutrale Anlage (Bundesschatzbrief)	4,24 % ⁴⁷⁹	
Rendite effizientes Marktportfolio	20,00 %	
Risikofaktor β	0,80 ⁴⁸⁰	
Steuersatz	28,20 % ⁴⁸¹	

Zunächst erfolgt eine Analyse hinsichtlich der im eigenen Unternehmen durchführbaren Investitionen zur Steigerung der Energieeffizienz. Dazu werden alle Unternehmensbereiche in Bezug auf Investitionsalternativen im Bereich der Querschnitts- und Effizienztechnologien untersucht. Die hierbei notwendigen Daten stellt das Umweltmanagementsystem nach DIN EN ISO 14001 zur Verfügung, wobei sämtliche umweltrelevanten Daten erfasst und im Zuge der kontinuierlichen Verbesserungsprozesse regelmäßig Handlungsmöglichkeiten identifiziert werden.

⁴⁷⁹ Annahme- Verzinsung von Bundesschatzbriefen bei 4,24 % p.a.; Quelle: Bundesrepublik Deutschland Finanzagentur GmbH (2009) im Internet: <https://www.bundenswertpapiere.de/bundesschatzbriefe> am 17.06.2009.

⁴⁸⁰ Dabei wird unterstellt, dass sich die Stadtwerke ENEFFTECH-Stadt GmbH etwas schlechter als die Benchmark entwickeln.

⁴⁸¹ durchschnittliche effektive Unternehmensbesteuerung von Kapitalgesellschaften in Deutschland; Quelle: Bundesverband der Deutschen Industrie (2008) S. 16.

Die erfassten Daten werden in einer Datenbanklösung verwaltet, die entsprechend der Darstellung in Kapitel 7.3.2 die Wertschöpfungspartner mandantenfähig und konsistent erfasst. Aufbauend auf der Informationsarchitektur in Kapitel 7.3.2 wird in Abbildung 48 die Datenerfassungs-Maske beispielhaft für die DB Waggonbau Niesky GmbH, als einen Mandanten der Stadtwerke ENEFFTECH-Stadt GmbH, dargestellt.

Abbildung 48 ENEFFTECH Mandantenfähige Datenerfassung im Modul "Initialberatung"

Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an IDU (2008)



8.1.4 AUSWAHL DER WERTSCHÖPFUNGSPARTNER

In einem ersten Schritt erfolgt die Auswahl potentieller Wertschöpfungspartner, welche für eine Joint Implementation-Kooperation in Frage kommen.

Die anschließende Klassifizierung der Supply Chain Partner erfolgt anhand einer ABC-XYZ-Analyse, wie sie in Kapitel 7.5 beschrieben wurde.

Wie in Kapitel 5.5 beschrieben, ist eine erste Gliederung und Priorisierung der potentiellen Wertschöpfungspartner nach ihrem Beitrag zum Unternehmenserfolg des Endproduzenten zielführend. Es werden dabei Lieferanten des ersten Ranges in den Fokus gestellt und in Bezug auf mögliche Energieeffizienzsteigerungen untersucht. Somit wird schrittweise eine kritische Masse an Emissionsminderungen entlang der Supply Chain generiert und ein Portfolio der möglichen Handlungsoptionen entsprechend der Lieferantenpyramide (Abbildung 10) erstellt.

In der vorgestellten Fallstudie erfolgt die Identifizierung energieintensiver Materialien aus der Stoffliste des oben genannten Schiebewand Habbiins, indem die Rangordnung der Lieferanten, unternehmensintern als Kreditoren bezeichnet, angewendet wird. Es folgt die Sortierung der Bauteile anhand der Gewichte und Warengruppenschlüssel⁴⁸².

⁴⁸² Der Warengruppenschlüssel gliedert die Einsatzstoffe spezifisch nach Kategorien. z. B. Schwarzmetall, Kunststoffe, Glas, etc.

8.2 LÖSUNGSANSÄTZE UNTER NUTZUNG DES SUPPLY CHAIN MANagements

8.2.1 SYSTEMATISIERUNG DER INVESTITIONSLTERNATIVEN

Die Abfrage der Wertschöpfungspartner liefert die Basis für die Zusammenstellung der Investitionsalternativen,⁴⁸³ welche in nachstehender Form in Tabelle 28 einheitlich und konsistent erfasst werden:

Tabelle 28 Datenerfassung der Investitionsalternativen

Investitions- alternative	Alternativen	Kreditor	Land	Beschreibung	Gesamtinvestition €	Anrechenbare Investition €	CO ₂ t/a	Spezifische Investition/HJ €/t (CO ₂)/a	CO ₂ kumuliert tCO ₂ 8a	Spezifische Investition/HJ €/t (CO ₂)/a
I ₁	A _{Börse}	European Energy Exchange	DE	Kauf von Zertifikaten an der Börse	272.110,68	272.110,68	-	-	13101,14	20,77
I ₂	A ₁	Stadtwerke X-Stadt	DE	Verminderung von Leckageverlusten im eigenen Unternehmen	3.000,00	3.000,00	147,00	20,41	1176,00	
I ₃	A ₁	DB Waggonbau Niesky GmbH	DE	Beleuchtung von Arbeitsplätzen und Verkehrsflächen durch energieeffiziente Beleuchtungsmittel und Leuchtentechnik	40.455,00	40.455,00	675,50	59,89	5404,00	
I ₄	A ₁	500011	PL	Ausstattung der Kompressoren zur Druckluftherzeugung mit Plattenwärmetauschern und Zuführung der Wärme in Heizungssystem	96.000,00	96.000,00	980,00	97,96	7840,00	9,67
I ₅	A ₂	500012	CZ	prozessabhängige Drehzahlreglung an den Pumpen der Kühl- und Heizkreisläufe	21.600,00	21.600,00	170,00	127,06	1360,00	10,21
I ₆	A ₃	500007	DE	Erneuerung einer Kälteanlage	410.000,00	110.000,00	578,00	190,31	4624,00	13,28
I ₇	A ₄	500008	DE	Beleuchtungsinvestition	98.600,00	98.600,00	448,00	220,09	3584,00	15,41
I ₈	A ₅	500007	RUM	Steuerung der Pumpenleistung im Teillastbereich; Einsatz von Wärmetauschern	50.000,00	50.000,00	214,00	233,64	1712,00	16,33
I ₉	A ₇	500014	DE	Rauchgasabwärmenutzung der Dampfkesselanlage	70.560,00	70.560,00	216,00	326,67	1728,00	17,87
I ₁₀	A ₈	500015	CZ	Beleuchtungsoptimierung	142.000,00	142.000,00	346,00	410,40	2768,00	20,94
I ₁₁	A ₉	500009	PL	Pumpenoptimierung der Heizungsanlage	43.800,00	43.800,00	98,00	446,94	784,00	21,82

Quelle: eigene Erstellung

Die Unterscheidung zwischen den Gesamtinvestitionskosten und dem anrechenbaren Investitionskostenteil ist zu treffen, um dem geforderten Kriterium der Additionalität gerecht zu werden. Demnach werden für die flexiblen Mechanismen nur Projekte berücksichtigt, deren Durchführung zusätzlich zum Ist-Stand des Basisjahres erfolgt.⁴⁸⁴

Zur Festlegung der CO₂-Vermeidungskosten, welche ausschließlich durch den Erwerb von Zertifikaten an der Börse entstehen, wird unter der Investitionsalternative I₁ ein Durch-

⁴⁸³ Eine vollständige Übersicht mit den Leistungsdaten der Investitionsalternativen ist in Anlage I dargestellt.

⁴⁸⁴ Vgl. ProMechG - Gesetz über projektbezogene Mechanismen vom 22.09.2005 nach dem Protokoll von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen vom 11. Dezember 1997.

schnittspreis von 20,77 €/t CO₂⁴⁸⁵ angenommen, wodurch sich Kosten von 272.110,68 € über den gesamten Betrachtungszeitraum ergeben. Diese Kostenschätzung basiert auf den jährlich tatsächlich zu generierenden Emissionszertifikaten, wenn ein ausschließlicher Erwerb an der Börse erfolgt und kein Banking und Borrowing durchgeführt wird.

In Tabelle 28 erfolgte bereits die Sortierung der Investitionsalternativen gemäß deren spezifischen Vermeidungskosten für CO₂ als Basis für die Bildung der Alternativen A_n.

Die Kumulation der über den Zuteilungszeitraum erzielbaren CO₂-Reduktionen erfolgt auf der Grundlage der zu reduzierenden Emissionen. In der vorliegenden Fallstudie haben die Stadtwerke ENEFFTECH-Stadt GmbH, ausgehend von einer Emissionsmenge von 100.000 t CO₂ im Basisjahr, eine Gesamtreduktion von 13.101 t CO₂ in der gesamten Zuteilungsperiode zu erbringen.⁴⁸⁶

Die in Tabelle 28 erfassten Investitionsmöglichkeiten werden aufsteigend nach deren spezifischen CO₂-Investitionskosten sortiert und anschließend zu Alternativen A_n zusammengefasst, die als hinreichendes das Reduktionsziel von 13.101 t CO₂ am Ende des Zuteilungszeitraumes erfüllen.

In die dabei vorgenommenen Betrachtungen werden jedoch nur Investitionsmöglichkeiten einbezogen, deren spezifische CO₂-Investitionskosten am Ende des Zuteilungszeitraumes unter dem prognostizierten Maximal-Preis von 60 €/ t CO₂ liegen⁴⁸⁷.

Neben diesen wertmäßig erfassbaren Faktoren werden durch die Investition auch weitere Kriterien aufgenommen, wie die Verbesserung der Arbeitsbedingungen für die Werker, ein verbessertes Raumklima oder reduzierte Strahlungswerte. Somit entstehen in der Folge positive Auswirkungen auf die Produktivität des Unternehmens.

⁴⁸⁵ Die Annahme spiegelt den Durchschnittswert der Preise für CO₂-Zertifikate am 24.06.2008 (27,30 €), 05.09.2008 (24,12 €), 16,67 (19.11.2008) und 09.01.2009 (15,00 €) wider; Vgl. European Energy Exchange EEX zu den angegeben Tageswerten.

⁴⁸⁶ Als Reduktionszielgröße wird eine jährliche Verringerung der zugeteilten Emissionszertifikate von 1,74 % angenommen, wodurch im Zuteilungszeitraum (8 Jahre) eine Gesamtreduktion von 13.101 tCO₂ zu erbringen ist. Vgl. Standpunkt des Europäischen Parlaments festgelegt in erster Lesung am 17. Dezember 2008 im Hinblick auf den Erlass der Richtlinie 2009/.../EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Verbesserung und Ausweitung des EU-Systems für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten.

⁴⁸⁷ Iwd (2008) - Nr. 43 - Institut der deutschen Wirtschaft Köln.

AUSWERTUNG DER INVESTITIONSLTERNATIVEN NACH DER KAPITALWERTMETHODE

Im Folgenden wird die Berechnung des Kapitalwertes beispielhaft für die Alternative A₁ unter dem Umweltzustand z₀ dargestellt. Für die weiteren Alternativen erfolgen die Berechnungen in analoger Weise.

Der Umweltzustand z₀ stellt die Ausgangsbasis für die Betrachtungen dar, indem eine Konstanz der Preise für Elektroenergie und CO₂-Zertifikate angenommen wird und damit über die Betrachtung der weiteren Szenarien die Hebelwirkungen dieser Parameter analysiert werden können.

Zunächst werden die Investitionskosten für die Alternative A₁ bestimmt, die sich aus den Investitionen I₂, I₃ und I₄ zusammensetzen. Als hinreichende Bedingung für die Bildung einer Alternative wird angenommen, dass deren kumuliertes CO₂-Vermeidungspotential größer ist, als die absolute CO₂-Reduktionsverpflichtung:

$$\sum_{I_2}^{I_4} CO_{2\text{kumuliert}} = 14.420 \text{ tCO}_2 > 13.101 \text{ tCO}_2$$

Die Investitionskosten der Alternative A₁, als Summe der anrechenbaren Investitionen⁴⁸⁸ der Investitionen I₂, I₃ und I₄ belaufen sich auf 139.455,00 €.⁴⁸⁹

Bei einem angenommenen Preis für CO₂-Zertifikate von 20,77 € und einem Strompreis von 0,10 €/kWh setzen sich die jährlichen Rückflüsse aus den Einsparungen an Elektroenergie⁴⁹⁰ und dem Verkauf überschüssiger Emissionsrechte⁴⁹¹ zum geltenden Preis zusammen. Für die Durchführung des Reduktionsprojektes wird ein Transaktionskostenzuschlag von 8 % auf die Gesamtkosten angenommen.⁴⁹²

Folglich ergibt sich die Summe der Rückflüsse für die Alternative A₁ im Handelsjahr 1 wie folgt:

$$z_{1,A_1} = (220.000 \text{ kWh} * 0,10\text{€} / \text{kWh}) + ((1.802,50 \text{ tCO}_2 - 1.740 \text{ tCO}_2) * 20,77\text{€} / \text{tCO}_2) * 0,08) = \underline{\underline{23.194,28 \text{ €}}}$$

⁴⁸⁸ Die anrechenbaren Investitionskosten geben Aufschluss über die Additionalität der Investitionen, welche bei den flexiblen Mechanismen notwendige Voraussetzung ist und berücksichtigen den Investitionskostenanteil, welcher ohne das Projekt nicht zustande gekommen wäre.

⁴⁸⁹ Als Summe von 3.000 € (I₂), 40.455 € (I₃) und 96.000 € (I₄)

⁴⁹⁰ Es wird die Annahme getroffen, dass die Stadtwerke ENEFFTECH-Stadt GmbH die eingesparte Menge Elektroenergie auf dem Markt vollständig absetzen und damit als Einnahme betrachten können.

⁴⁹¹ Die Festlegung der Reduktionsmenge resultiert aus der jährlichen CO₂-Reduktion um 1,74 %. Ausgehend von 100.000 t CO₂ im Basisjahr.

⁴⁹² Vgl. Cames, M. Anger (2007) weltweite Delphie-Studie, Projektgröße 100.000-200.000 US\$.

Im nächsten Schritt erfolgt die Ermittlung der gewichteten durchschnittlichen Kapitalkosten der Stadtwerke ENEFFTECH-Stadt GmbH, wie bereits in Kapitel 7.6 beschrieben entsprechend Formel 7 und

Formel 9.

Formel 19 CAPM-Berechnung der Eigenkapitalrendite

$$r_{EK} = r_R + \beta * (r_M - r_R)$$

$$r_{EK} = 4,24\% + 0,8 * (20\% - 4,24\%) = \underline{16,85\%}$$

Legende:

r_{EK}	Mindestrenditeforderung der Shareholder
r_R	Zinssatz risikoloser Anlagen
β	Risikofaktor
r_M	Rendite eines effizient diversifizierten, risikobehafteten Marktportfolios
t	Steuersatz

Der WACC-Zinssatz, welcher das Verhältnis von Fremd- und Eigenkapital widerspiegelt berechnet sich für die Stadtwerke ENEFFTECH-Stadt GmbH wie folgt:

Formel 20 WACC Zinssatz der Stadtwerke ENEFFTECH-Stadt GmbH

$$WACC = \frac{EK}{GK} * r_{EK} + r_{FK} * (1-t) * \frac{FK}{GK}$$

$$WACC = \frac{400.000}{1.600.000} * 16,85\% + 7,91\% * (100\% - 28,20\%) * \frac{1.200.000}{1.600.000} = \underline{8,47\%}$$

Der gewichtete Kapitalkostensatz WACC beträgt demnach für die Stadtwerke ENEFFTECH-Stadt-GmbH 8,47 % und wird nun für die Berechnung der Kapitalwerte C_{0i} eingesetzt.

Hierzu erfolgt gemäß Formel 6 eine Abzinsung der Rückflüsse über den gesamten Handelszeitraum von acht Jahren und deren Addition mit den Investitionskosten:

$$C_o(i_1) = -139.455,00 + \left(\frac{23.194,28}{1,0847^1}\right) + \left(\frac{23.772,80}{1,0847^2}\right) + \left(\frac{24.341,26}{1,0847^3}\right) + \left(\frac{24.899,83}{1,0847^4}\right) + \left(\frac{25.448,68}{1,0847^5}\right) + \left(\frac{25.987,98}{1,0847^6}\right) + \left(\frac{26.517,89}{1,0847^7}\right) + \left(\frac{27.038,59}{1,0847^8}\right)$$

$$C_o(i_1) = \underline{1.204 \text{ €}}$$

Die saldierten und mit dem WACC von 8,47 % diskontierten Rückzahlungen ergeben den Kapitalwert für die Alternative A_1 in Höhe von 1.204 €. Der positive Kapitalwert gibt an, dass die Investition in Alternative A_1 vorteilhaft ist.

Für alle weiteren Alternativen erfolgt adäquat die Berechnung des Kapitalwertes unter den Randbedingungen unterschiedlicher Umweltzustände. Diese Umweltzustände resultieren

aus divergierenden Parameterkonstellationen der Einflussgrößen *Energiepreisentwicklung* [%] und *Entwicklung des CO₂-Preises* (t CO₂)/Jahr [%]).

Es lassen sich demnach Hebelwirkungen der beiden Einflussparameter identifizieren, die es in Bezug auf das Basisszenario z₀, welches keine Parameterveränderungen aufweist, zu bewerten gilt.

Am Beispiel der Abbildung 49 werden die angesprochenen Zusammenhänge über die Berechnung der Kapitalwerte verdeutlicht:

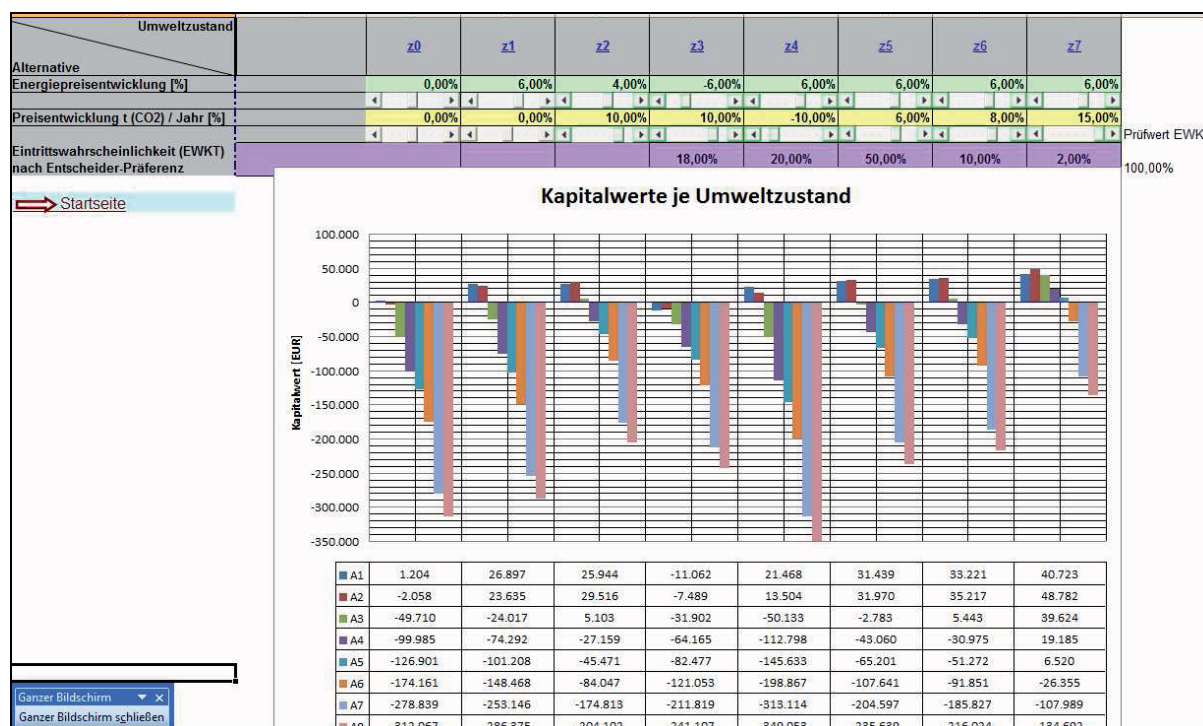


Abbildung 49 ENEFFTECH-Entscheidungsmatrix

Quelle: Eigene Erstellung

Die Umweltzustände z₁ und z₂ zeigen die jeweilige Hebelwirkung der Änderung des Parameters Energiepreis (z₁) beziehungsweise des Preises für CO₂-Zertifikate (z₂). Es ist erkennbar, dass ein steigender Energiepreis zunächst den Kapitalwert steigert, der interne Vorteil aus der betriebsinternen Energiekosteneinsparung bei den Stadtwerken ENEFFTECH-Stadt GmbH mit anwachsendem Alternativenumfang jedoch wieder kompensiert wird und somit ab Alternative A₃ eine Reduzierung des Kapitalwertes eintritt. Dieser Zusammenhang ist ebenso für den Parameter *Preis für CO₂-Zertifikate* (z₂) zu konstatieren, wobei sich dessen Einfluss auf die Kapitalwertsteigerung als deutlich geringer erweist.

Eine Bewertung der Entscheidungssituation und die daraus resultierende Ableitung der Entscheidung erfolgt unter Einbezug der Umweltzustände z_2 bis z_7 .⁴⁹³ Dabei spiegeln die Umweltzustände z_3 und z_4 die jeweils gegenläufige Entwicklung von Energiepreisen sowie der Umweltzustand z_5 die Kombination der Umweltzustände z_1 und z_2 , anhand derer die Hebelwirkung der Parameter verdeutlicht wurde, wider.

Werden die ex ante Prognosewerte des IW Köln herangezogen,⁴⁹⁴ so ergeben sich bei den Umweltzuständen z_6 (Preis je Tonne CO₂ von 35 €) und z_7 (Preis je Tonne CO₂ von 60 €) die aufgeführten Kapitalwerte.

Für die Alternative A_2 wird mit 48.782 € unter Wirkung des Umweltzustandes z_7 der maximale Kapitalwert erzielt.

8.2.2 ABLEITUNG DER INVESTITIONSENTSCHEIDUNG

In der vorliegenden Fallstudie wird ein eher pessimistischer Entscheidungsträger unterstellt, dessen Ziel es ist den, durch einen möglicherweise falsch eingeschätzten Umweltzustand, resultierenden Nachteil zu minimieren. Unter Anwendung der in Kapitel 5.8.6 beschriebenen SAVAGE-NIEHANS-Entscheidungsregel ergibt sich die Entscheidung wie in Tabelle 30 nachfolgend dargelegt.⁴⁹⁵

In Tabelle 29 werden die Umweltzustände z_3 bis z_7 abgebildet, welche durch divergierende Energiepreisentwicklungen und die Preisentwicklung der CO₂-Emissionszertifikate bestimmt werden.

Tabelle 29 Umweltzustände und deren Eintrittswahrscheinlichkeiten

Umweltzustand	z_3	z_4	z_5	z_6	z_7
	Alternative				
Energiepreisentwicklung [%]	-6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%
	↓	↑	↓	↓	↓
Preisentwicklung t (CO₂) / Jahr [%]	10,00%	-10,00%	6,00%	8,00%	19,00%
	↑	↓	↓	↓	↑
Eintrittswahrscheinlichkeit (EWKT) nach Entscheider-Präferenz	18,00%	20,00%	50,00%	10,00%	2,00%

⁴⁹³ Die Umweltzustände z_0 und z_1 stellen beispielhaft die Auswirkungen keiner bzw. nur der Preissteigerung bei den Energiekosten dar.

⁴⁹⁴ Vgl. Fußnote 470.

⁴⁹⁵ Die Lösungen für weitere Entscheidungsregeln gemäß Kapitel 5.8.6 sind in der Anlage 2 enthalten.

Hinzu kommen die individuellen Eintrittswahrscheinlichkeiten für die aufgeführten Umweltzustände, welche von der Entscheiderpräferenz abhängen.

Die damit einhergehende Subjektivität des Entscheiders kann nicht ausgeschlossen werden. Durch empirische Daten erfolgt im Vorfeld die Festlegung einer Spannweite, sodass das Entscheidungsfeld objektiv eingegrenzt wird und folglich eine valide Entscheidungsbasis vorhanden ist.

Die maximalen Kapitalwerte für die Umweltzustände z_3 bis z_7 werden ermittelt und in Tabelle 30 dargestellt.

Tabelle 30 Savage-Niehans-Entscheidungsregel

	z_3	z_4	z_5	z_6	z_7
	-6,00 %	6,00 %	6,00 %	6,00 %	6,00 %
	10,00 %	-10,00 %	6,00 %	8,00 %	19,00 %
Alternative	385.602	195.581	334.852	334.852	359.247
A ₁	39.983	97.201	116.382	119.910	146.058
A ₂	55.679	92.100	126.585	132.887	179.606
A ₃	67.349	35.597	117.397	132.308	243.320
A ₄	61.569	-19.944	96.713	117.951	276.084
A ₅	55.675	-49.092	83.973	108.184	288.380
A ₆	27.744	-99.424	49.104	76.068	276.249
A ₇	-47.491	-	-36.840	-5.667	224.589
A ₈	-72.394	-	-64.675	-32.314	206.420
Maximum	67.349	97.201	126.585	132.887	288.380

Anschließend erfolgen die Differenzbildung des maximalen Kapitalwertes und der positiven Kapitalwerte in der Entscheidungsmatrix sowie die Ableitung der SAVAGE-NIEHANS-Entscheidungsmatrix durch die Identifikation der Alternative mit dem minimalen Wert des maximalen Risikos über alle Alternativen.

In Tabelle 31 wird die SAVAGE-NIEHANS-Entscheidungsmatrix mit der folglich zu wählenden Alternative A_4 dargestellt.⁴⁹⁶

Tabelle 31 SAVAGE-NIEHANS-Entscheidungsmatrix

Alternative	z3	z4	z5	z6	z7	Maximales Risiko
A_1	27.366	0	10.203	12.976	142.321	142.321
A_2	11.670	5.100	0	0	108.774	108.774
A_3	0	61.604	9.188	579	45.060	61.604
A_4	5.780	-	29.873	14.935	12.296	29.873
A_5	11.675	-	42.612	24.703	0	42.612
A_6	39.605	-	77.481	56.818	12.130	77.481
A_7	-	-	-	-	63.790	63.790
A_8	-	-	-	-	81.960	81.960

Minimum

Die Auswahl der Alternative A_4 spiegelt die Haltung eines pessimistischen Entscheidungsträgers wider. Mit dieser Alternative gelingt es den Stadtwerken ENEFFTECH-Stadt GmbH durch Investitionen in eigenem Leitungsnetz jährlich 220 MWh Strom zu sparen und durch weitere ENEFFTECH-Investitionen in Beleuchtungstechnik, Druckluftkompressoren, Heizungspumpen sowie in eine Kälteanlage insgesamt annähernd 24.000 Tonnen CO_2 im gesamten Handelszeitraum einzusparen. Hierfür sind Investitionen in Höhe von 369.655 €⁴⁹⁷ zu tätigen, welche schließlich einen Beitrag zur Stärkung der Wertschöpfungskette leisten.

Somit erfahren die Wertschöpfungspartner des Energiekunden DB Waggonbau Niesky GmbH eine Stabilisierung der Supply Chain durch Investitionen in Energieeffizienz, bei gleichzeitig minimierten Investitionskosten im Vergleich zu einem reinen Börsenhandel der Emissionsrechte.

⁴⁹⁶ Zur Berechnung der Werte nach der SAVAGE-NIEHANS-Entscheidungsregel vgl. Kapitel 5.8.6.1.

⁴⁹⁷ Der Wert ergibt sich als Summe der anrechenbaren Investitionen aus den Investitionsalternativen I_2 - I_7 , wie in Tabelle 28 dargestellt.

Teil E Zusammenfassung und Schlussbetrachtungen

9 Zusammenfassung und Fazit der Arbeit

9.1 ZUSAMMENFASSENDE EINSCHÄTZUNG

Die Herausforderungen in Bezug auf die CO₂-bezogenen Umwelteffekte sind global zu betrachten und erfordern demnach auch ein abgestimmtes internationales Vorgehen. Sie sind folglich nicht an einen Standort, eine bestimmte Volkswirtschaft oder Staatengemeinschaften wie beispielsweise die OECD gebunden. Den Erfahrungen der vergangenen Welt-Klimakonferenzen nach wird diese internationale Abstimmung zunehmend schwieriger, zumal die Interessen der Industrieländer und die aufstrebender Schwellenländer teilweise stark differieren. Auch in den kommenden Jahren ist bei der Verhandlung des Kyoto-Nachfolgeabkommens eine abgestimmte und konsistente globale Herangehensweise, aufgrund der vielfach divergierenden politischen Interessenslagen, wohl eher nicht zu erwarten. Der Emissionshandel hat sich dennoch als ein verursachergerechtes Instrument erwiesen,⁴⁹⁸ das flexible und kosteneffiziente Emissionsminderungen generiert. Gleichzeitig werden die Intensivierung des Technologietransfers und die nachhaltige verlässliche und vor allem ausreichende Finanzierung für Klimaschutzprojekte in Entwicklungsländer maßgeblich unterstützt.⁴⁹⁹

Die regionale Differenzierung der Energiepreise, durch eine divergierende Preisgestaltung des Faktors CO₂ könnte jedoch eine Abwanderung der durch die Preisbelastung am stärksten betroffenen Branchen der Grundstoff- und Produktionsindustrien in nicht von der CO₂-Bewirtschaftung betroffenen Regionen bewirken.

Für die regionalen Wachstums- und Außenhandelspfade lassen sich demnach drei Effekte ableiten:⁵⁰⁰

- 1.) Die Energienachfrage wird wegen der Abwanderung der Grundstoff- und Produktionsgüterindustrie in den OECD-Ländern zurückgehen. Je nachdem wie die Allokation der Erlöse aus der CO₂-Bewirtschaftung durch die politischen Institutionen innerhalb ihrer Volkswirtschaft geschieht (z. B. Senkung der Lohnnebenkosten) kann das Wachstum anderer Branchen, wie beispielsweise im Dienstleistungssektor, deutlich höher sein als bisher.

- 2.) In der Folge wird ein Rückgang der direkten Energieimporte in den OECD-Ländern zu verzeichnen sein.

⁴⁹⁸ DEHST (2009) S. 7.

⁴⁹⁹ Lussi, S. (2009) S. 9., Drozdzyński, I. (2009) S. 28, Ehrling, U. (2008) S. 16, WBGU (2005) S. 8.

⁵⁰⁰ Vgl. Ströbele, W. (1997) S. 252 f.

3.) Bei den indirekten Energieimporten, welche durch den Außenhandel mit energieintensiven Grundstoffen (Chemikalien, Stahl, Zement, Aluminium-Pellets, Kunststoff-Granulate, etc.) erbracht werden, ist hingegen ein Anstieg zu verzeichnen.

Es handelt sich also um sehr komplexe Zusammenhänge, deren Auswirkungen die globale Klimasituation im schlimmsten Falle sogar verschärfen könnten.

Es kommt demnach darauf an, globale Produktionsnetzwerke und Lieferketten möglichst effizient zu gestalten und gleichzeitig effektive Emissionsminderungen zu generieren.

Dabei ist die Globalisierung durchaus als Vorteil zu bewerten, da hierdurch die Möglichkeit besteht Emissionsminderungen in bisher nicht am Emissionshandel beteiligten Ländern zu integrieren.

Dies geschieht, indem Anreize für ineffiziente Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette gesetzt werden, um gemeinsam mit ihren am Emissionshandel beteiligten Wertschöpfungspartnern in effizientere Technologien zu investieren.

Der Mehrwert der Integration von Investitionsentscheidungen für Energieeffizienztechnologien in das Supply-Chain-Management besteht zum einen in der Synergienutzung vertrauensbasierter Wertschöpfungspartnerschaften hinsichtlich der Ableitung von Handlungsoptionen zur Einführung der besten verfügbaren Effizienztechnologien, zum anderen tragen die durch den Endproduzenten entwickelten Partnerunternehmen zu dessen erhöhter Versorgungssicherheit bei. Gleichzeitig stellt der Ansatz eine Option dar, wie die flexiblen Mechanismen nach einer zukünftigen Ausweitung des Emissionshandels auf weitere Branchen, durch die Reduktion der Transaktionskosten stärker, als gegenwärtig, in der unternehmerischen Praxis genutzt werden können.

Aus den geschilderten Interdependenzen der Klima- und Energiepolitik wird die Komplexität eines Lösungsansatzes deutlich. Im Rahmen der Arbeit kam es daher darauf an auf den ersten Blick divergierende Wissenschaftsdisziplinen interdisziplinär auf einen Lösungsansatz zu fokussieren.

Folglich wird ein Entscheidungsmodell generiert, welches die System- und Entscheidungstheorie in Bezug auf Ingenieurwissenschaftliche Investitionsentscheidungen (Investitionsrechenverfahren im Rahmen der Betriebswirtschaftslehre) vereint. Die Fokussierung auf internationale Wertschöpfungsketten (Supply Chain Management) mit dem Schwerpunkt auf mittel- und osteuropäische Industrieländer erfordert eine transformationswissenschaftliche Einordnung der Dissertation.

Schließlich sind Investitionsentscheidungen stets durch Risiken und Unsicherheiten sowie opportunistische Alternativentscheidungen (Emissionshandel) gekennzeichnet, deren Analyse, Bewertung und Entscheidungsfindung mit Kosten verbunden ist. Der Handel mit Emis-



onszertifikaten an der Börse gleicht daher dem Handel mit Wertpapieren und weist Transaktionskosten auf. Aus diesem Grunde stellt die Integration der Transaktionskostentheorie in dieser Arbeit einen essentiellen Bestandteil dar.

Die eben geschilderten Zusammenhänge der Wissenschaftsdisziplinen verdeutlichen deren komplementären Aspekte und zeigen wiederum, dass die ganzheitliche Betrachtung von derartigen Investitionsentscheidungen eine solche Komplexität erforderlich macht.

Sie verdeutlichen aber auch, warum die flexiblen Kyoto-Mechanismen von kleinen und mittleren Unternehmen bisher kaum in Anspruch genommen respektive überhaupt als Investitionsalternativen in Erwägung gezogen wurden.

Demnach besteht der wissenschaftliche Erkenntnisgewinn und die Neuheit des in der vorliegenden Arbeit entwickelten Entscheidungsmodells in der ganzheitlichen Betrachtung der Wertschöpfungskette in Bezug auf die CO₂-Emissionen, um eine konsistente Reduktion dieser mit Hilfe wirtschaftlicher und zugleich dem Reduktionsbedarf gerecht werdender Investitionen zu generieren. Damit erfolgt eine Weiterentwicklung der Transaktionskostentheorie, indem Lösungsansätze herausgearbeitet werden, um die Transaktionskosten bei Prozessen der Emissionsminderung durch Energieeffizienzinvestitionen entlang der Wertschöpfungskette zu reduzieren, wobei insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen im Fokus stehen. Eine derartige Herangehensweise wird bisher nicht verfolgt, vielmehr erfolgt die Erfüllung der Emissionsreduktion meist losgelöst von der Lieferkette im eigenen Unternehmen oder durch den Erwerb von Zertifikaten an der Emissionshandelsbörse. Dabei bietet der vorgestellte Ansatz neben der wirtschaftlichen Allokation der vorhandenen finanziellen Mittel auch den positiven Effekt einer Weiterentwicklung der Partnerunternehmen entlang der Wertschöpfungskette (Supply Chain).

In Vorbereitung auf künftige Handelsperioden und die klimapolitischen Herausforderungen werden effiziente CO₂-Reduktionsstrategien jedoch immer wichtiger und KMU benötigen aufgrund ihrer zumeist geringeren Kapazitäten Unterstützung für deren praktische Realisierung.

Auf der Basis empirisch fundierter Investitionsalternativen wurde im Rahmen dieser Arbeit ein Entscheidungsmodell entwickelt, welches flexibel für diverse Wertschöpfungsketten anwendbar ist.

Das im Besonderen für kleine und mittelständische Unternehmen entwickelte Entscheidungsmodell wurde in Kapitel 8 anhand empirischer Handlungsalternativen einer Supply Chain im Rahmen einer Fallstudie getestet. Es bewertet die Wirksamkeit von wirtschaftlichen Energieeffizienzsteigerungen durch die Kumulation von Investitionen entlang der Wertschöpfungskette.



Dabei werden Investitionen kosteneffizient an den Stellen der Supply Chain vorgenommen, welche die größten Reduktionspotentiale bieten (Grenzkostenbetrachtung) und deren beteiligte Unternehmen zumeist aufgrund einer zu geringen Eigenkapitaldecke derartige Investitionen nicht unmittelbar selbst tätigen können.

Die Fallstudie beschreibt die internationale Wertschöpfungskette eines Produktionsunternehmens und legt dar, wie kosteneffizient essentielle Emissionsminderungen generiert werden können.

Ausgehend von den spezifischen Investitionskosten, welche entsprechend ihres höchst möglichen Minderungspotentials klassifiziert werden, erfolgt die Bildung von Investitionsalternativen auf Basis der Kapitalwertmethode. Dabei wird ein variabler Preis für CO₂-Zertifikate in das Entscheidungsmodell integriert, welcher für den Entscheidungsträger dynamisch und optisch nachvollziehbar im Rahmen des Modells angepasst werden kann und damit die Vorteilhaftigkeit der einzelnen Handlungsalternativen beschreibt.

Auf das Modellverhalten nehmen in erster Linie der Preis für die CO₂-Zertifikate und die Energiepreise Einfluss. Daher werden diese Parameter als Variablen im Modell berücksichtigt und beeinflussen das Entscheidungsverhalten.

Jeder Entscheidungsträger weist ein unterschiedliches Präferenzverhalten im Rahmen des Entscheidungsprozesses auf. Aus diesem Grund werden in dieser Arbeit diverse Entscheidungsansätze aufgezeigt und anhand von Beispielen erläutert. Es besteht demnach nutzerspezifisch die Option Eintrittswahrscheinlichkeiten für Umweltzustände zu variieren und über das entwickelte Modell die Entscheidung danach abzuleiten.

Das Entscheidungsmodell ist aufgrund seiner Allgemeingültigkeit und Flexibilität geeignet, Investitionsentscheidungen für Emissionsminderungsmaßnahmen branchenunabhängig zu erfassen und abzuleiten. Es ermöglicht demnach vielseitige Einsatzmöglichkeiten und ist durch die niederschweligen Systemanforderungen besonders für die Anwendung im Bereich der kleinen und mittelständischen Unternehmen geeignet. Dieser Bereich ist bisher nur partiell vom Emissionshandel erfasst und es existieren keine Modellansätze, welche den Ansatz des Supply Chain Managements in Bezug auf Emissionsminderungsinvestitionen verfolgen.

Damit trägt das Modell des Weiteren dazu bei, dass Emissionsreduktionen auch in Ländern generiert werden können, welche bisher keine eigenen Anstrengungen zur Senkung der CO₂-Emissionen unternommen haben, gleichwohl deren Industriebereich erhebliche Potentiale bietet. Hierbei wirkt die wissenschaftliche Erweiterung des Supply Chain Management unterstützend und erweiternd auf die flexiblen Mechanismen des Kyoto-Protokolls, denen eine strukturierte Herangehensweise zur Potentialerschließung bislang fehlte.



Die praktische Relevanz eines derartigen Modells wird nicht zuletzt durch die bereits derzeit europaweit rund 12.000 Anlagen, die dem Emissionshandel unterliegen, bestätigt. Für jedes Unternehmen ist die Frage zu stellen, wie die erforderliche Emissionsminderung ökonomisch effizient generiert werden kann. Derzeit existieren jedoch keine Ansätze, welche die Wertschöpfungskette als Medium zur Erschließung derartiger Reduktionspotentiale in Erwägung ziehen. Bei der Auswahl der Investitionsalternativen im Rahmen der Fallstudie wurden zahlreiche best-practice-Verfahren analysiert und Querschnitts- respektive Effizienztechnologien ausgewählt, welche praktisch in nahezu jeglicher Wertschöpfungskette vorhanden sind und demnach als repräsentativ für die allgemeingültige Relevanz des Modells betrachtet werden.

Im Rahmen der Arbeit erfolgt die praxisrelevante und strukturierte Umsetzung der Möglichkeiten der flexiblen Mechanismen des Kyoto-Protokolls auf Basis von Wertschöpfungsketten. Dieser strukturierte Ansatz wird in der Wissenschaft und Praxis bisher nicht verfolgt; es besteht jedoch die Option einer Emissionsminderung in anderen Ländern und deren Anrechnung im Land des emissionshandlungspflichtigen Unternehmens. Das wissenschaftlich fundierte Novum des vorliegenden Ansatzes wird durch ein strukturiertes Entscheidungsmodell charakterisiert, welches die Flexibilität der Kyoto-Mechanismen nutzt und die Grenzvermeidungskosten innerhalb einer Supply Chain von Wertschöpfungspartnern als Entscheidungskriterium für Investitionsentscheidungen zur Grundlage hat.

Diese Überlegungen erfahren ihre Bestätigung durch die Bezugnahme der Arbeit auf die Transaktionskostentheorie, welche eine Reduzierung von Transaktionskosten durch die Rückkopplung mit bereits bestehenden Wertschöpfungspartnerschaften, im Gegensatz zu den bisher verfolgten nationalstaatlichen Ansätzen der Kyoto-Mechanismen, wissenschaftlich belegt.

Hierbei wird der zunehmenden Ausweitung des Emissionshandels auf weitere Branchen und Unternehmensgrößen Rechnung getragen und insbesondere kleinen und mittleren Unternehmen eine Entscheidungshilfe gegeben, die ihnen eine wirtschaftliche Emissionsreduktion ermöglicht und damit die allgemeine Akzeptanz von klimapolitischen Entscheidungen zu erhöhen hilft.

Die vorliegende Arbeit trägt demnach dazu bei, die aufgezeigte Forschungslücke zu schließen und ermöglicht die frühzeitige Entwicklung von Instrumenten, welche kleine und mittlere Unternehmen in die Lage versetzen ihre stärkere Einbeziehung in den Emissionshandel, in der künftigen Handelsperiode ab dem Jahr 2013⁵⁰¹, zu unterstützen.

⁵⁰¹ Meyer, J.-A., Tirpitz, A., Laß, D. (2009) S. 49.

9.2 QUO VADIS? - ABLEITUNG DES WEITEREN FORSCHUNGSBEDARFES

Der wissenschaftliche Erkenntnisfortschritt durch die im Rahmen dieser Arbeit vorgestellte Supply-Chain-Integration besteht zum einen in der Synergienutzung vertrauensbasierter Wertschöpfungspartnerschaften hinsichtlich der Ableitung von Handlungsoptionen zur Einführung der besten verfügbaren Effizienztechnologien. Zum anderen tragen die durch den Endproduzenten weiterentwickelten Partnerunternehmen zu dessen erhöhter Versorgungssicherheit hinsichtlich der Vorprodukte bei. Gleichzeitig stellt der Ansatz eine Option dar, wie die flexiblen Mechanismen nach einer zukünftigen Ausweitung des Emissionshandels auf weitere Branchen, durch die Reduktion der Transaktionskosten stärker genutzt werden können.

Damit wird ein Beitrag zur Entwicklung von Instrumenten zur Erfüllung der internationalen Klimaziele geleistet und hierbei der Fokus auf die Potentiale im Bereich der kleinen und mittelständischen Unternehmen gelegt.

Im Falle der Anwendung des vorliegenden Entscheidungsmodells auf eine kritische und repräsentative Menge von Unternehmen können förderpolitische Schwerpunkte durch die Verallgemeinerung der Erkenntnisse abgeleitet werden.

Hierzu sind weitergehende branchenspezifische Erhebungen erforderlich, um vergleichbare Rationalisierungslösungen nebeneinander gestellt zu analysieren und Handlungsempfehlungen ableiten zu können.

Ein weiteres wesentliches Handlungsfeld stellt die Betrachtung der nicht-energiebedingten CO₂-Emissionen und Substitutionseffekte im Bereich des Materialeinsatzes entlang der Wertschöpfungsketten dar. Die vorliegende Arbeit untersuchte primär die energetischen Reduktionspotentiale auf den jeweiligen Wertschöpfungsstufen. Aus Sicht des Autors besteht weiterer Forschungsbedarf hinsichtlich der Optimierung des Einsatzes von Sekundärrohstoffen entlang der Wertschöpfungskette. So ließen sich beispielsweise erhebliche Energieeinsparungen realisieren, wenn im Rahmen der Stahlerzeugung höhere Recyclingraten und Materialsubstitutionen generiert werden könnten.

Die weitergehende Bewertung derartiger Erkenntnisse in Kombination mit den vorliegenden Einschätzungen auf Basis einer mehrdimensionalen Auswertung mit Hilfe der OLAP-Technik kann hierzu einen wichtigen Beitrag leisten.

Die Anwendung des in dieser Arbeit entwickelten Entscheidungsmodells für Energieeffizienzinvestitionen entlang der Wertschöpfungskette ist mit bestimmten Herausforderungen ver-



bunden. So sind die Modellkomplexität und der daraus resultierende Planungsaufwand von der Anzahl potentiellen Handlungsalternativen sowie der Anzahl der Perioden und den zu den jeweiligen Entscheidungszeitpunkten existenten Umweltzuständen abhängig. Eine entsprechende softwaretechnische Unterstützung erscheint daher unabdingbar. Darüber hinaus müssen die Entscheidungsträger der Supply Chain- Unternehmen in die Lage versetzt werden alle relevanten Handlungsalternativen beziehungsweise realisierbaren Strategien anzugeben, sodass diese im Entscheidungsmodell berücksichtigt werden können. Dies setzt Schulungen der beteiligten Akteure und das Vorhandensein einer entsprechenden Vertrauensbasis der Wertschöpfungspartner untereinander voraus.

Das vorliegende Entscheidungsmodell eignet sich demnach für Entscheidungssituationen mit einer geringen Anzahl realisierbarer Konfigurationsstrategien. Des Weiteren ist die Relevanz für die unternehmerische Praxis auch von einer entsprechend großen Handlungsnotwendigkeit abhängig, welche wiederum durch staatliche und internationale Vorgaben induziert wird. Die dem Modell zugrunde liegenden Eintrittswahrscheinlichkeiten sind von den Entscheidungsträgern kritisch im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse zu prüfen.

Aufgrund des strategischen Charakters von Investitionsentscheidungen in Energieeffizienztechnologien, welche zur Vermeidung von Emissionen entlang der Supply Chain beitragen, leistet die vorliegende Arbeit über die Verdeutlichung der Problemstruktur sowie die Hervorhebung der zu beachtenden Interdependenzen und Einflussfaktoren einen Beitrag zum Erkenntnisgewinn im Bereich der strategischen Entscheidungsunterstützung des Supply Chain Managements.

Schließlich ist von unternehmensexogenen Einflussfaktoren, wie beispielsweise politischen Rahmenbedingungen auszugehen. Die essentielle Erfüllung der globalen Klimaschutzziele muss gemeinsam mit den Unternehmen vollzogen werden. Hierzu sind Anreize, vor allem für kleine und mittlere Unternehmen erforderlich, da diese vielfach nicht über ausreichende Eigenkapitalquoten zur Implementierung innovativer Technologien und Verfahren verfügen. Darüber hinaus sollten Synergieeffekte durch messbare und wirksame Umweltinitiativen – und netzwerke durch wirtschafts- und umweltpolitische Begleitung genutzt werden. Diese Wirkzusammenhänge bedürfen weiterer wissenschaftlicher Untersuchungen, um den zielführenden Einsatz öffentlicher Mittel unter rückläufigen Finanzausstattungen abzuleiten.

Symbole, Einheiten und Umrechnungen

Am 2. Juli 1969 wurde das „Gesetz über die Einheiten im Messwesen“ erlassen. Damit erfolgt eine Regelung für den geschäftlichen und amtlichen Verkehr in der Bundesrepublik Deutschland über die Umstellung von Einheiten des technischen Meßsystems auf das internationale System von Einheiten (Système International d'Unités, Abkürzung SI).

Die SI-Einheiten sind für die Bundesrepublik Deutschland als gesetzliche Einheiten seit dem 01.01.1976 verbindlich.⁵⁰²

Definierte Einheiten für Energie und Leistung

Joule (J) für Energie, Arbeit, Wärmemenge

Watt (W) für Leistung, Energiestrom, Wärmestrom

1 Joule (J) = 1 Newtonmeter (Nm) = 1 Wattsekunde (Ws)

Umrechnungen zwischen den Energieeinheiten

Tabelle 32 Umrechnungen der Energieeinheiten

	GJoule	kcal	kWh	TWa	t.c.e.	t.o.e	m ³ Gas
1 Joule =	1	0,0002388	2,778E-07	3,171E-20	3,41E-11	2,39E-11	2,75E-08
1 kcal =	4187	1	0,001163	0,001163	1,43E-07	1,00E-07	1,15E-04
1000 kWh=	3,60E+00	859,8	1	1,142E-13	1,23E-04	8,60E-05	9,89E-02
1TWa =	3,154E+19	7,532E+15	8,76E+15	1	1,08E+09	7,53E+08	8,66E+11
1 t.c.e. =	29290000000	6995000	8136000	9,286E-10	1	7,00E-01	804
1 t.o.e. =	41870000000	10000000	11630	1,328E-09	1,429	1	1149
1 m ³ Gas =	36430000	8701	10,12	1,155E-12	1,24E-03	8,70E-04	1

Quelle: Erdmann, G. (1992) S.XII.

⁵⁰² Vgl. Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (2002), S.14.

DEZIMALDARSTELLUNGEN

Tabelle 33 Dezimalzahlen

10^1	deca (da)	10^{-1}	deci (d)
10^2	hecto (h)	10^{-2}	centi (c)
10^3	kilo (k)	10^{-3}	milli (m)
10^6	mega (M)	10^{-6}	micro (μ)
10^9	giga (G)	10^{-9}	nano (n)
10^{12}	tera (t)	10^{-12}	pico (p)
10^{15}	peta (P)	10^{-15}	femto (f)
10^{18}	exa (E)	10^{-18}	atto (a)

Quelle: EUROPEAN UNION IN FIGURES ENERGY & TRANSPORT 2005 Part 2, S. 11.
ENERGY in co-operation with Eurostat European Commission Directorate-General for Energy and Transport

Glossar⁵⁰³

Der Autor schließt sich in seiner Arbeit folgenden Definitionen beziehungsweise Darstellungen der Begrifflichkeiten an.

AAU (ASSIGNED AMOUNT UNIT)

Die AAUs sind die durch das Kyoto-Protokoll ab 2008 auf staatlicher Ebene (Annex-B-Staaten) zugeteilte Emissionsberechtigungen. Nur die Annex-B-Staaten können diese Zertifikate handeln, nicht die Unternehmen. Faktisch ist jede EUA (zugeteilt aus dem Nationalen Allokationsplan) durch eine AAU gedeckt (1 AAU entspricht 1 t CO₂e)

ANLAGE

Unter einer Anlage im Sinne dieser Arbeit versteht man eine ortsfeste technische Einheit, die Auswirkungen auf Emissionen und Umweltverschmutzung haben. Dabei wird in Deutschland der sich aus dem BImSchG ergebende Immissionsbegriff zugrunde gelegt.

ANNEX I, ANNEX-B- UND NON-ANNEX-I-LÄNDER

Der Annex I der Klimakonvention listet die Staaten (Industrie- und Transformationsländer) auf, die Emissionsreduktionsverpflichtungen eingegangen sind (die 24 OECD-Länder sowie die Staaten, bei denen sich momentan eine Marktwirtschaft entwickelt).

Die Annex-B-Staaten (alle Industrieländer des Annex I ohne Transformationsländer) haben sich zu bestimmten Leistungen verpflichtet, z. B. finanzielle Hilfe für Entwicklungsländer zu leisten.

Die Non-Annex-I-Staaten sind alle Länder, die nicht im Annex I aufgeführt sind (fast alle Entwicklungs- und Schwellenländer der Welt), welche die Klimarahmenkonvention unterzeichnet und ratifiziert haben.

⁵⁰³ in Anlehnung an Europäische Kommission (2003) S. 16 f und Statistisches Bundesamt (2003) S.9., Bockhorst, M. (2002), sowie Diekmann, J. (1999).

ANNEX A UND B (AUCH ANHANG A UND B GENANNT)

Der Annex A des Kyoto-Protokolls listet die sechs Treibhausgase (Kohlendioxid, Methan, Distickoxid, FKW, HFKW, Schwefelhexafluorid) und die Sektoren auf, für die im Protokoll festgeschriebenen Emissionsreduktionen gelten. Der Annex B listet die Länder auf (auch Annex-B-Länder genannt), die mit dem Kyoto-Protokoll konkrete Minderungspflichten für Treibhausgase angenommen haben (alle Annex-I-Länder ohne Türkei und Weißrussland).

Für die **Annex-I** und **Annex-B-Länder** wird oft der Begriff „Industrieländer“ verwendet, die **Non-Annex-I-Staaten** werden auch als „Entwicklungsländer“ bezeichnet.

BASELINE

Ein Referenzszenario dient der Bestimmung der „Zusätzlichkeit“ von Emissionsminderungen durch ein JI- oder CDM-Projekt und beschreibt die wahrscheinliche Entwicklung der Treibhausgasemissionen für den Fall, wenn es das Projekt nicht gegeben hätte.

BENCHMARK

Ein Benchmark ist ein spezifischer Emissionswert einer Anlagenkategorie, der in Emissionen pro Output angegeben wird; er kann sich am Durchschnitt oder am Stand der Technik der jeweiligen Kategorie orientieren.

BENCHMARKING⁵⁰⁴

Benchmarking-Vergleiche haben das Ziel, speziell dort, wo im Kennzahlenvergleich Defizite erkannt wurden, Ursachen für diese Defizite aufzuzeigen. Diese Ursachen sind anhand von Gestaltungsparametern, welche die Organisation und den Ablauf von Prozessen beschreiben, zu analysieren und die daraus gewonnenen Erkenntnisse mit dem Ziel der Leistungsverbesserung auf das im Vergleich schlechter bewertete Unternehmen anzuwenden. Von daher geht Benchmarking über den rein deskriptiven Vergleich hinaus, der sich auf das Gegenüberstellen von Daten beschränkt. Benchmarking ist ein kausaler Vergleich, bei dem neben der reinen Beschreibung von Tatsachen auch die zugrunde liegenden Ursachen untersucht werden.

BRUTTOEINKOMMEN AUS UNSELBSTÄNDIGER ARBEIT

Bruttolohn- und -gehaltsumme, gesetzliche und freiwillige Sozialkosten.

BRUTTOPRODUKTIONSWERT OHNE UMSATZSTEUER

Gesamtumsatz ohne Umsatzsteuer plus/minus Bestandsveränderung an unfertigen und fertigen Erzeugnissen plus selbst erstellte Anlagen.

BRUTTOWERTSCHÖPFUNG OHNE UMSATZSTEUER

Nettoproduktionswert ohne Umsatzsteuer minus Kosten für sonstige industrielle/handwerkliche Dienstleistungen, Kosten für Leiharbeitnehmer, Mieten und Pachten und Sonstige Kosten.

⁵⁰⁴ Vgl. Luczak, H. (2004) S. 248.



BRUTTOWERTSCHÖPFUNG ZU FAKTORKOSTEN

Sie kann errechnet werden aus: Umsatz plus selbst erstellte Anlagen plus andere betriebsbedingte Erträge plus/minus Vorratsveränderungen minus Kauf von Gütern und Dienstleistungen minus andere Steuern auf Produkte, die mit dem Umsatz verbunden und nicht absetzbar sind, minus Zölle und Steuern, die mit der Produktion verbunden sind. Alternativ kann die Wertschöpfung zu Faktorkosten berechnet werden durch Addition von Bruttobetriebsüberschuss und Personalaufwendungen. Finanz- und außerordentliche Erträge und Aufwendungen werden nicht in die Wertschöpfung einbezogen. Bruttowertschöpfung ohne Umsatzsteuer Nettoproduktionswert ohne Umsatzsteuer minus Kosten für sonstige industrielle/handwerkliche Dienstleistungen, Kosten für Leiharbeitnehmer, Mieten und Pachten und Sonstige Kosten.

„CAP AND TRADE“-SYSTEM

Das EU-Emissionshandelsrechtssystem ist ein „cap and trade“-System, denn der Handel („trade“) findet innerhalb gesetzter Obergrenzen („cap“) mit Emissionsrechten statt.

„CARBON-LEAKAGE“

Der „Carbon-leakage“-Effekt hat einen Anstieg der CO₂-Emissionen in Non-Annex-B Ländern zu Folge, der eine Reaktion auf die Vermeidungsmaßnahmen der Annex-B Länder ist.

CEIT-LÄNDER (COUNTRIES WITH ECONOMIES IN TRANSITION)

Zu den CEIT-Ländern zählen Russland und andere osteuropäische Länder, die sich im Übergang zur Marktwirtschaft befinden. Sie besitzen kein ausgeprägtes klimapolitisches Interesse, nehmen aber eine strategisch wichtige Position im Emissionshandel bzw. im Kyoto-Prozess ein.

CER, TCER, ICER (CERTIFIED EMISSION REDUCTION)

CERs sind zertifizierte Emissionsminderungsgutschriften aus CDM-Projekten, die seit dem Jahr 2000 gehandelt werden können. Diese werden im CDM-Register der Klimarahmenkonvention geführt und auch von dort transferiert. Sie besitzen dieselbe Einheit wie EU-As und können zur Erfüllung der Emissionsminderungsziele von Unternehmen herangezogen werden.

Die TCERs und ICERs sind Gutschriften, die sich aus CDM-Auf- und Wiederaufforstungsprojekten generieren lassen. Jedoch ist die Ausgabe von diesen Gutschriften begrenzt.

EMISSIONEN

Emission beschreibt die Freisetzung von Treibhausgasen, oder deren Vorläufersubstanzen, in die Atmosphäre über einem bestimmten Gebiet während eines bestimmten Zeitraumes.

EMISSIONSBEGRENZUNGEN

Eine Emissionsbegrenzung entspricht einer quantitativ festgelegten Beschränkung innerhalb eines bestimmten Zeitraumes für ein Land. Sie umfasst die maximalen anthropogenen Treibhausgasemissionen, die insgesamt in die Atmosphäre ausgestoßen werden dürfen. In dieser Höhe werden entsprechend Emissionsberechtigungen in einem Land verteilt.

EMISSIONSBERECHTIGUNGEN (EU-ALLOWANCES, EUA)

EUAs sind Emissionsberechtigungen, die den Unternehmen der europäischen Mitgliedsstaaten zugeteilt werden. Sie werden elektronisch in den nationalen Registern geführt und dienen zur Erfüllung der Emissionsreduktionen von Unternehmen.

Ein EUA entspricht der Erlaubnis x metrische t CO₂-Äquivalente, im Rahmen des europäischen Emissionshandels, in einem bestimmten Zeitraum auszustoßen.

EMISSIONSBERICHT

Der Emissionsbericht gibt Auskunft über die jährlich ausgestoßene CO₂-Menge. Er muss jedes Jahr aktualisiert und fristgerecht eingereicht werden. Bevor dieser abgegeben wird, muss er von einem Verifizierer (unabhängiger Sachverständiger) geprüft werden.

EMISSIONSGUTSCHRIFTEN

CERs bzw. ERUs sind Gutschriften, die durch die projektbasierten Mechanismen generiert werden können. Die Menge der Gutschriften ergibt sich aus den prognostizierten Emissionen abzüglich der tatsächlichen Emissionen, die durch das Projekt entstehen.

ENDENERGIE

Die Endenergie kennzeichnet den Anteil im Energieflussbild, welcher von der Sekundärenergie an den Endverbraucher weitergegeben wird. Demnach stellt sie die Energiemenge dar, die den Endverbraucher auch tatsächlich erreicht, das heißt das Leitungs- und Transformationsverluste die zur Verfügung stehende Menge reduzieren.

ENDENERGIEVERBRAUCH

Der energetische Endverbrauch umfasst die für energetische Verwendungszwecke an die Endverbraucher (in Industrie, Verkehr, privaten Haushalten und anderen Sektoren) gelieferten Energiemengen. Ausgeschlossen sind die zur Umwandlung und/oder für den Eigenverbrauch der Energieerzeuger gelieferten Mengen sowie die Netzverluste.

ERU (EMISSION REDUCTION UNIT)

ERUs sind Emissionsminderungsgutschriften aus JI-Projekten und sind ab 2008 handelbar. Sie besitzen dieselbe Einheit wie EUAs und können zur Erfüllung der Reduktionsverpflichtungen herangezogen werden, jedoch nur bis zu einer festgelegten Obergrenze.

EU-15

Europäische Union: Belgien, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Finnland, Großbritannien, Griechenland, Irland, Italien, Luxemburg, Niederlande, Österreich, Portugal, Schweden und Spanien.

EU-27

Europäische Union (ab 1.5.2004, bzw. 01.01.2007): EU-15 plus neue Mitgliedsländer: Estland, Lettland, Litauen, Malta, Polen, Slowakei, Slowenien, Tschechische Republik, Ungarn, Zypern, Rumänien, Bulgarien.

EXTERNE EFFEKTE⁵⁰⁵

Externe Effekte entstehen beim Auseinanderfallen von ökonomischer und ökologischer Knappheit und einer daraus folgenden Überbeanspruchung der natürlichen Ressourcen. Dabei werden die Interessen von Wirtschaftssubjekten und Lebewesen berührt, welche mit dem konkreten Vorgang in keinem Zusammenhang stehen. Gesamtgesellschaftlich gesehen sind die Kosten des volkswirtschaftlichen Werteverzehrs höher, als die Kosten, welche aufgrund ökonomischer Knappheit in die einzelwirtschaftlichen Entscheidungen eingehen und es entstehen so genannte externe Effekte.

Externe Effekte entstehen durch die Nutzung von Ressourcen und stellen Beeinflussungen dar, welche den direkten Nutzen Anderer betreffen und durch Preismechanismen nicht erfasst werden.

Daher kann durch das Wirtschaftssubjekt auch keine Steuerung erfolgen und die gesamtwirtschaftliche Effizienz wird gefährdet.

„GRANDFATHERING-PRINZIP“

Das „Grandfathering-Prinzip“ ist die Zuteilung von Berechtigungen auf der Grundlage historischer Emissionen eines Landes.

⁵⁰⁵ Vgl. Günther, E. (2008) S 18.

GRENZÜBERGANGSPREIS

Der Grenzübergangspreis zeigt den Preis des Erdgases an der deutschen Grenze und folgt in der Regel mit einer gewissen Zeitverzögerung den Preisen für Mineralöl.

KOMPARATIVE LÄNGSSCHNITTANALYSE

s. auch *Längsschnittanalyse*. Die komparative Längsschnittanalyse vergleicht die Entwicklungen in Regionen und Ländern.

KOSTEN FÜR SONSTIGE INDUSTRIELLE/HANDWERKLICHE DIENSTLEISTUNGEN

Reparaturen, Instandhaltungen, Installationen, Montagen u. ä. (nur fremde Leistungen)

KYOTO-PROTOKOLL

Das Kyoto-Protokoll sieht 6 verschiedene Treibhausgase bzw. Treibhausgasgruppen vor, deren Ausstoß insgesamt bis 2012 um 5,2 % im Vergleich zu 1990 reduziert werden sollen. (EU – 8 %; D – 21 %)

1. **Kohlendioxid** (CO₂): z. B. aus Verbrennung von Kohle, Gas, Erdöl
2. **Methan** (CH₄): z. B. aus Viehzucht, Reisanbau, Deponien
3. **Lachgas** (Distickstoffmonoxid N₂O): Stickstoffdüngung, Deponien
4. **Perfluorierte Kohlenwasserstoffe** (PFC): Aluminium-Produktion
5. **Halogenierte Fluorkohlenwasserstoffe** (HFC): Kühlmittel, Chemische Industrie
6. **Schwefelhexafluorid** (SF₆): Umspannwerke

LÄNGSSCHNITTANALYSE

Die Längsschnittanalyse untersucht die Entwicklung in Ländern oder Regionen durch einen Vergleich von Indikatoren.

LIEFERKETTE

Siehe Wertschöpfungskette. Die Begriffe Supply Chain, Lieferkette und Wertschöpfungskette werden in dieser Arbeit synonym verwendet.

MATERIALVERBRAUCH

Rohstoffe und sonstige fremdbezogene Vorprodukte, Hilfs- und Betriebsstoffe einschl. Fremdbauteile, Energie und Wasser, Brenn- und Treibstoffe, Büro- und Werbematerial sowie nichtaktiver geringwertiger Wirtschaftsgüter.

MONITORING

Das Monitoring ist die methodische Vorgehensweise zur Dokumentation der Emissionsüberwachung und der Erstellung des Emissionsberichtes. Eine möglichst genaue und regelmäßige Erfassung, sowie eine transparente nachvollziehbare Darstellung sind die Voraussetzungen für die Erstellung eines Monitoringberichtes.

Der Bericht geht erstmals mit dem Emissionsbericht bis zum 1. März 2006 bei der DEHSt ein.

NAP (NATIONALER ALLOKATIONSPLAN)

Der NAP entspricht einem individuellen Plan einzelner EU-Mitgliedsstaaten. Aus diesem geht hervor wie viele Emissionsberechtigungen insgesamt innerhalb einer Periode den einzelnen Anlagen zugeteilt werden.

NETTOPRODUKTIONSWERT OHNE UMSATZSTEUER

Bruttoproduktionswert ohne Umsatzsteuer minus Materialverbrauch, Einsatz an Handelsware und Kosten für Lohnarbeiten

NETTOWERTSCHÖPFUNG ZU FAKTORKOSTEN

Bruttowertschöpfung zu Faktorkosten minus Abschreibungen

OECD-LÄNDER

Zu den Mitgliedern der OECD zählen: Australien, Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Japan, Kanada, Luxemburg, Mexiko, Neuseeland, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, Schweiz, Südkorea, Slowakei, Spanien, Tschechien, Türkei, Ungarn, Vereinigte Staaten von Amerika und das Vereinigte Königreich.

Sie haben u. a. folgende gemeinsame Ziele: Anstieg des Lebensstandards, die Förderung des Wirtschaftswachstums der Mitgliedsländer sowie der Entwicklungsländer.

OFFSHORING

Wird in dieser Arbeit als der Ersatz inländischer Vorproduktion durch eigene Niederlassungen, welche über Direktinvestitionen im Ausland errichtet werden, verstanden.

OUTSOURCING

Meint hier den Ersatz eigener Vorproduktion durch den Kauf von Vorprodukten bei Zulieferern.

PRIMÄRENERGIEINTENSITÄT

Die Primärenergieintensität ist der Quotient aus Primärenergieverbrauch pro Wirtschaftsleistung.

PROJECT DESIGN DOCUMENT

Das PDD wird von den Projektteilnehmern für die Validierung des Projekts angefertigt. Das Dokument beinhaltet folgende Informationen: Beschreibung des Projekts und des Projektkontextes, die gewählte Baseline-Methode, die geschätzte Projektdauer und gewählter Kreditierungszeitraum, Zusätzlichkeit, Umweltauswirkungen, Herkunft der öffentlichen Gelder zur Projektfinanzierung, Stellungnahmen von betroffenen Interessengruppen, Monitoringbericht, Beschreibungen und Erklärungen von Berechnungen.

QUERSCHNITTANALYSE

Die Querschnittanalyse vergleicht die Situationen in Regionen oder Ländern.

RESERVEN

Diejenigen Mengen eines Energierohstoffes, die mit großer Genauigkeit erfasst wurden und mit den derzeitigen technischen Möglichkeiten wirtschaftlich gewonnen werden können. Synonym gebräuchlich sind: bauwürdig ausbringbare Reserven, sicher (und wahrscheinlich) gewinnbare Vorräte.

RMU (REMOVAL UNITS)

RMUs sind Emissionsgutschriften, die aus „Senken“-Projekte generiert werden. Diese können nicht im Vergleich zu CERs auf die nächste Handelsperiode übertragen werden.

RESSOURCEN

Diejenige Mengen eines Energierohstoffes, die entweder nachgewiesen, aber derzeit nicht wirtschaftlich gewinnbar sind, oder aber die Mengen, die auf Basis geologischer Indikatoren noch erwartet werden und mittels Exploration nachgewiesen werden können. Bei Kohlenwasserstoffen wird dabei, ähnlich wie bei den Reserven, nur der als gewinnbar eingeschätzte Teil berücksichtigt. Bei der Kohle sind es „in situ“-Mengen, d.h. die Gesamtmenge unabhängig von ihrer Gewinnbarkeit.

STATISCHE REICHWEITE

Die statischen Reichweiten sind definiert als das Verhältnis von augenblicklich bekannten Reserven, dividiert durch den letzten Jahresverbrauch des Energierohstoffes.

SONSTIGE KOSTEN

z. B. Werbe- und Vertreterkosten, Reisekosten, Provisionen, Lizenzgebühren, Ausgangsfrachten und sonstige Kosten für den Abtransport von Gütern durch fremde Unternehmen, Porto- und Postgebühren, Ausgaben für durch Dritte durchgeführte Beförderung der Lohn- und Gehaltsempfänger zwischen Wohnsitz und Arbeitsplatz, Versicherungsprämien, Prüfungs-, Beratungs- und Rechtskosten, Bankspesen, Beiträge zur Industrie- und Handelskammer, zur Handwerkskammer, zu Wirtschaftsverbänden und dgl., jedoch ohne Kosten für Büro- und Werbematerial, ohne kalkulatorische Kosten, ohne außerordentliche und betriebsfremde Aufwendungen

SONSTIGE VORLEISTUNGEN

Kosten für sonstige industrielle/handwerkliche Dienstleistungen, Kosten für Leiharbeitnehmer, Mieten und Pachten, Sonstige Kosten.

SONSTIGE INDIREKTE STEUERN

Kostensteuern

SUPPLY CHAIN

Siehe Wertschöpfungskette. Die Begriffe Supply Chain, Lieferkette und Wertschöpfungskette werden in dieser Arbeit synonym verwendet.

TREIBHAUSGASE

Die Treibhausgase des Kyoto-Protokolls sind Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Distickstoffoxid (N₂O), H-FKW, FKWs und SF₆. Sie sind gasförmig, tragen zum Treibhauseffekt bei und können sowohl einen natürlichen, als auch einen anthropogenen Ursprung haben.

UMSATZ

Der Umsatz umfasst die von der Erhebungseinheit während des Berichtszeitraums insgesamt in Rechnung gestellten Beträge, die den Verkäufen von Waren oder Dienstleistungen an Dritte entsprechen. Der Umsatz schließt alle Steuern und Abgaben ein, die die Einheit den Kunden in Rechnung stellt; ausgenommen sind die Mehrwertsteuer und sonstige, in ähnlicher Weise absetzbare und direkt mit dem Umsatz verbundene Steuern.

Eingeschlossen sind auch alle berechneten Nebenkosten (Transport, Verpackung usw.), die an den Kunden weitergegeben werden, selbst wenn diese Kosten getrennt in Rechnung gestellt werden. Preisnachlässe wie Rabatte und Boni sowie der Wert zurückgegebener Verpackungen sind abzuziehen.

UNTERNEHMEN

Ein Unternehmen ist die kleinste Kombination rechtlicher Einheiten, die eine organisatorische Einheit zur Erzeugung von Waren oder Dienstleistungen bildet und insbesondere in Bezug auf die Verwendung der ihr zufließenden laufenden Mittel über eine gewisse Entscheidungsfreiheit verfügt. Ein Unternehmen übt eine Tätigkeit oder mehrere Tätigkeiten an einem oder mehreren Standorten aus. Ein Unternehmen kann einer einzigen rechtlichen Einheit entsprechen.

Im Allgemeinen liegen den untersuchten Wirtschaftszweigen Unternehmen mit mehr als 20 Beschäftigten zugrunde.

VALIDIERUNG

Eine Operational Entity / Independent Entity (Institution) überprüft bei der Validierung die Erfüllung der Projektkriterien anhand des Project Design Document.

VERIFIZIERUNG

Die jährlichen Emissionsberichte sowie die Anträge auf Zuteilung von Emissionsberechtigungen müssen von einer sachverständigen Stelle verifiziert (die Richtigkeit darlegen, bestätigen) worden sein, bevor sie an die Behörde übermittelt werden. Bei den Projekten werden die tatsächlichen Emissionsminderungen von einem unabhängigen akkreditierten Gutachter verifiziert. Daraufhin erstellt er einen Verifizierungsbericht, der anschließend veröffentlicht wird.

VERARBEITENDES GEWERBE

Das Verarbeitende Gewerbe ist eine Teilmenge des produzierenden Gewerbes, welches sich aus den drei Wirtschaftsbereichen Bauhauptgewerbe, Energiewirtschaft und Verarbeitendes Gewerbe zusammensetzt. Es schließt den Bergbau, Steine und Erden etc. mit ein und stimmt weitgehend mit der Verarbeitenden Industrie überein. Die Unterschiede ergeben sich im Wesentlichen durch unterschiedliche Branchensystematiken. Die vorliegende Arbeit betrachtet hierbei die Wirtschaftszweige Bergbau, Steine und Erden auf Grund ihrer geringeren Relevanz zur Thematik nicht.

VORLEISTUNGEN INSGESAMT

Materialverbrauch, Einsatz an Handelsware, Kosten für Lohnarbeiten, Kosten für sonstige industrielle/handwerkliche Dienstleistungen, Kosten für Leiharbeitnehmer, Mieten und Pachten, Sonstige Kosten.

WERTSCHÖPFUNGSKETTE

Mit Wertschöpfungskette (supply chain, auch Lieferkette) wird das Netzwerk von Organisationen bezeichnet, das über vor- und nachgelagerte Verbindungen an den verschiedenen Prozessen und Vorgängen der Wertschöpfungskette beteiligt ist und aus Sicht des Endverbrauchers Werte in Form von Produkten und Dienstleistungen schafft.



„WINDFALL-PROFITS“

Mit dem Begriff „Windfall-Profits“ werden Vermögenszuwächse bezeichnet, die von Wirtschaftssubjekten ohne eigenes Zutun erzielt werden. Sie stehen insbesondere nicht im Zusammenhang mit den wirtschaftlichen Aktivitäten des Wirtschaftssubjektes.



Literatur- und Quellenverzeichnis

Aager, D.; Nielsen Z. u. V. (2006)

Barriers and Recommendations for Development of Joint Implementation (JI) in End-use Energy Efficiency Projects in the Residential Sector, Kopenhagen

Adam, D. (1996)

Planung und Entscheidung: Modelle, Ziele, Methoden : mit Fallstudien und Lösungen, Wiesbaden

Aichele, C. (2006)

Intelligentes Projektmanagement, Stuttgart

Alicke, K. (2005)

Planung und Betrieb von Logistiknetzwerken: Unternehmensübergreifendes Supply Chain Management, Berlin

Alvarez, M. (2004)

Segmentberichterstattung und Segmentanalyse, Wiesbaden

Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (2008)

Energieeinheitenrechner auf

<http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=67> am 30.07.2010

Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (2002)

Vorwort zu den Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland, Berlin

Apolte, T. / Cassel, D. (1991)

Osteuropa: Probleme und Perspektiven der Transformation sozialistischer Wirtschaftssysteme Aus: List (Hrsg.): Forum für Wirtschafts- und Finanzpolitik, List-Forum Band 17, Dresden

Baldeweg, D. (2006)

Bewertung von Unternehmen der New Economy, Wiesbaden

Banholzer, K. (1996)

Joint Implementation: Ein nützliches Instrument des Klimaschutzes in Entwicklungsländern? Discussion Paper FS-II. Berlin: Wissenschaftszentrum, Berlin

Barth, M. (2010)

„Nicht alles im grünen Bereich“ in Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 08.10.2010, S. B3., Frankfurt am Main

Barthélemy, F., Willen, B.-U. (2005)

Handbuch IFRS: Vom Projektplan bis zur erfolgreichen Umsetzung am Beispiel SAP R/3, Freiburg

Bassen, A. (2009)

Carbon Disclosure Project Report 2009 Germany On behalf of 475 institutional investors with assets of 55 trillion US Dollars, www.cdproject.net. am 15.10.2009, Hamburg

Baum, H.-G., Albrecht, T., Raffler, D. (2007)

Umwelt- und Ressourcenschutz als Unternehmensziel: Steigerung des Unternehmenswerts durch Ressourcenmanagement, Wiesbaden

Baumol, W.J.; Oates, W. E. (1971)

The Use of Standards and Prices for Protection of the Environment In: The Swedish Journal of Economics H. 1, S. 42-45, Harvard

Bayrisches Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.) (2002)

CO₂-Minderungspotentiale durch rationelle Energienutzung in der Maschinenbauindustrie, Augsburg

BDI (2008)

Die Steuerbelastung der Unternehmen in Deutschland; Fakten für die politische Diskussion 2008, Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. und Verband der Chemischen Industrie e.V., Berlin und Frankfurt am Main, Köln

Begg, D., Danthine, J.P. et. al. (1990)

The Impact of Eastern Europe in Monitoring European Integration London (CEPR), London

Becker, H.-P. (2009)

Investition und Finanzierung, 3., überarbeitete Auflage Grundlagen der betrieblichen Finanzwirtschaft, Wiesbaden

Becker, J, Schütte, R. (2004)

Handelsinformationssysteme: Domänenorientierte Einführung in die Wirtschaftsinformatik, München

Beckmann, H. (2003)

Supply Chain Management: Strategien und Entwicklungstendenzen in Spitzenunternehmen, Berlin

Benninga, S., Czaczkes, B. (2000)

Financial modeling, MIT Press Cambridge

Betz, R.A. (2003)

Emissionshandel zur Bekämpfung des Treibhauseffekts: Einfluss der Ausgestaltung auf die Transaktionskosten, Karlsruhe

Betz, R. et. al. (2005)

Flexible Instrumente im Klimaschutz – Emissionshandel, Clean Development Mechanism, Joint Implementation., Umweltministerium Baden-Württemberg 2005: <http://publica.fraunhofer.de/eprints/urn:nbn:de:0011-n-313220.pdf> (15.10.09), Stuttgart

Bertelsmann-Transformationsatlas (2009)

BTA2008v0.3, im Internet auf <http://www.bertelsmann-transformation-index.de/atlas.0.html> am 19.06.09, Gütersloh

Beucker, S. (2000)

BUIS – Werkzeuge einer strategischen Unternehmensführung, in: Hilty, L. et. al. (2000) Strategische und betriebsübergreifende Anwendungen betrieblicher Umweltinformationssysteme; Marburg

Bfai - Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (2008)

Energieeffizienz ist in Polen kein Thema - Handlungsbedarf indes dringend geboten / Thema tritt gegenüber Energiesicherheit politisch in den Hintergrund
https://www.bfai.de/DE/Content/___SharedDocs/Links-Einzeldokumente-Datenbanken/fachdokument,templated=renderSE.html?flident=MKT20061215104226&source=Google&sourcetype=SE am 26.05.2008, Eschborn

Bfai - Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (2008a)

Energieeffizienz hält zunehmend Einzug in Polens Industrie
Projekt zur Förderung Energie sparender Antriebssysteme / Effizienzeigenschaften bei Haushaltsgeräten sind auszuweisen
https://www.bfai.de/DE/Content/___SharedDocs/Links-Einzeldokumente-Datenbanken/fachdokument.html?flident=MKT20070111112600&source=DBNL&sourcetype=N
L am 26.05.2008, , Eschborn

Blecker, T. (2006)

Wertschöpfungsnetzwerke: Festschrift für Bernd Kaluza, insbesondere:
Winkler, H. Zielplanung und –abstimmung in strategischen Supply Chain Netzwerken
S: 237-250, Berlin

Blume, V., Haasis, H.-D. (2000)

Unternehmensübergreifendes Umweltinformationscontrolling innerhalb von Produktionsketten ; in: Hilty, L.M.; Schulthess, D., Ruddy, T.F. Strategische und betriebsübergreifende Anwendungen betrieblicher Umweltinformationssysteme, Marburg

Bockhorst, M. (2002)

ABC Energie: eine Einführung mit Lexikon; Energieerzeugung und Energienutzung, Probleme und Lösungsansätze, Bonn

Boyd, William (2010)

Professor für Umweltrecht, Gespräch am 15.02.2010 in der University of Colorado, Boulder, Colorado

Brecht, B. (1967)

Flüchtlingsgespräche, in: Brecht, B.: Gesammelte Werke, Bd. 14, Frankfurt a. M.

Bretzke, W. (1980)

Der Problembezug von Entscheidungsmodellen, Tübingen

Brosius, G. (2002)

Access 2002 professionell: Datenbank-Management mit Office XP, München

Brühl, R. (2006)

Fortschrittskonzeptionen in der Wissenschaftstheorie in: Wirtschaftswissenschaftliches Studium, München

Buchholz, W., Appelfeller, W. (2005)

Supplier Relationship Management: Strategie, Organisation und It des modernen Beschaffungsmanagements, Wiesbaden

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (2007)

<http://www.bfai.de> am 06.07.07, Eschborn

Bundesbank (2009)

Internet http://www.bundesbank.de/statistik/statistik_zinsen.php#geldmarkt am 17.06.2009

Bundesgesetzblatt (2005)

Gesetz über projektbezogene Mechanismen nach dem Protokoll von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen vom 11. Dezember 1997 (Projekt-Mechanismen-Gesetz - ProMechG) Berlin

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) (2008)

Internationaler Energiepreisvergleich für Industrie, Stand 06.03.2008

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2007)

BMWi unterstützt die Förderung von Forschung und Entwicklung moderner Energietechnologien, Berlin

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2008)

Emissionshandel mehr Klimaschutz durch Wettbewerb, Berlin

Bundesrepublik Deutschland Finanzagentur GmbH (2009)

im Internet: <https://www.bundeswertpapiere.de/bundesschatzbriefe> am 17.06.2009, Frankfurt am Main

Bundesverband Deutscher Industrie (2008)

Die Steuerbelastung der Unternehmen in Deutschland Fakten für die politische Diskussion 2008, Deutscher Instituts-Verlag GmbH, Berlin und Frankfurt am Main

Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (2010)

Strommix in Deutschland, auf www.bdew.de am 06.07.10, Berlin

Burger, A.; Ulbrich, P. (2005)

Beteiligungscontrolling, München Wissenschaftsverlag, München.

Burkert, M. (2008)

Qualität von Kennzahlen und Erfolg von Managern : direkte, indirekte und moderierende Effekte, Research in Management Accounting and Control, Wiesbaden

Burschel, C.; Losen, D.; Wiendl, A. (2004)

Betriebswirtschaftslehre der nachhaltigen Unternehmung -Lehr- und Handbücher zur ökologischen Unternehmensführung und Umweltökonomie, München

Busch, A. (2004)

Integriertes Supply Chain Management, Wiesbaden

Busse von Colbe, W., Lassmann, G. (1991)

Betriebswirtschaftstheorie. 1, Grundlagen, Produktions- und Kostentheorie, Berlin

Cames, M. Anger, N., Böhringer, C., Harthan, R.O., Schneider, L. (2007)

Langfristige Perspektiven von CDM und JI, Herausgeber: Umweltbundesamt, Berlin

Carr, M. Krukowska, E (2010)

Carbon Prices Tumble After 'Modest' Climate Deal auf <http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=20601109&sid=a8TD.WeBNprk&pos=14> am 02.01.10, New York

Centrum Badania Opinii Społecznej CBOS (2006)

CBOS BS/113/2006: Postawy wobec srodowiska naturalnego, im Internet am 11.06.2009 auf <http://www.cbos.pl>, Warschau

Cezary, I. (2006)

Structural Changes in the Sugar Industry in Poland: Achievements to Date and Effects of Integration into the EU, aus: Kutter, Amelie / Trappmann, Vera (Hrsg.): Das Erbe des Beitritts Europäisierung in Mittel- und Osteuropa Baden-Baden (Nomos Verlagsgesellschaft) 2006, New York

Clapman, R.; Grote, B. (1991)

Zu den Anforderungen an eine Theorie der Transformation von Wirtschaftssystemen o.O. (Schriften zur Wirtschaftsforschung der Universität / Gesamthochschule Siegen), Siegen

Coase, R.H. (1960)

The problem of social cost, in: Journal of Law and Economics, 3. Jg., S. 1-44, Chicago

Cohen, S., Roussel, J. (2005)

Strategisches Supply Chain Management, Berlin

Commons, J. (1934)

Institutional Economics. American Economic Review, Vol. 21, New York

Cosijns, L., D'haesseler, W. (2006)

European Sustainable Electricity; Comprehensive Analysis of Future European Demand and Generation of European Electricity and its Security of Supply; University of Leuven Energy Institute, Leuven

Corsten, H., Gössinger, R. (2008)

Einführung in das Supply Chain Management, 2., vollständig überarbeitete und wesentlich erweiterte Auflage, München-Verlag, München

Corsten, H., Reiß, M. (2008)

Betriebswirtschaftslehre, Band 2 Lehr- und Handbücher der Betriebswirtschaftslehre, München

Corsten, D., Gabriel, C (2004)

Supply Chain Management erfolgreich umsetzen: Grundlagen, Realisierung und Fallstudien, Berlin

Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP) (2009)

Im Internet auf <http://cscmp.org>, 26.02.2009, Lombard, Illinois

Deutsche Emissionshandelsstelle (2008)

Internet unter www.dehst.de am 23.08.2008, Berlin

DEHST Deutsche Emissionshandelsstelle (2009)

Zehn Fragen zum Emissionshandel Das europäische Emissionshandelssystem (EU ETS) in Deutschland, Berlin

DEHST Deutsche Emissionshandelsstelle (2009a)

Gebührenverordnung zum Projekt-Mechanismen-Gesetz für Gebühren ab dem 11-August 2007, www.dehst.de Stand 30.09.09, Berlin

Deutsche Energieagentur (2008)

Internetseite zu den flexiblen Mechanismen <http://www.carbonprojects.de/>, 19.11.2008, Berlin

Deutsche Energieagentur (2009)

Internetseite <http://www.industrie-energieeffizienz.de> und <http://www.system-energieeffizienz.de>, 27.03.2009, Berlin

Die Energiewirtschaften Mittel- und Osteuropas (2003)

Die Zeitschrift der Energieverwertungsagentur; „Die Beitrittskandidaten kommen!“ Nr. 4/02 –1/03, S.48, Wien

Die Welt (2006)

„Merkel will deutsche Energie-Effizienz bis 2020 verdoppeln“, am 15.03.2006, S. 12, Berlin

Die Welt (2006a)

„Effiziente Firmen“, am 15.03.2006, S. 11, Berlin

Diekmann, J., Eichhammer, W., Neubert, A., Rieke, H., Schlomann, B., Ziesig, H.-J (1999)

Energie-Effizienz-Indikatoren - statistische Grundlagen, theoretische Fundierung und Orientierungsbasis für die politische Praxis, Wiesbaden

Dinkelbach, W. (1982)

Entscheidungsmodelle, Berlin

Domschke, W., Scholl, A. (2006)

Heuristische Verfahren, Arbeits- und Diskussionspapiere, Jena

Dongses, J.; Eekhoff, J. Feld, L., Mösche, W., Neumann, M. (Kronsberger Kreis) (2009)

Für einen wirksamen Klimaschutz, Stiftung Marktwirtschaft Frankfurter Institut Band 49, Berlin

Drews, G., Hillebrand, N. (2010)

Lexikon der Projektmanagement-methoden, Freiburg

Drosse, V. (1998)

Kostenrechnung: Intensivtraining, Wiesbaden

Drozdzyński, I. (2009)

Politische und ökonomische Folgen des Klimawandels, München

Dobroczyńska, A. , Juchniewicz, L. (2003)

The Energy Policy of a Country in Transition, Universität Warschau Wydział Nauk Ekonomicznych Prezes Urzędu Regulacji Energetyki in *Ekonomia* journal, 2003, vol. 9, Warschau

Duden - Deutsches Universalwörterbuch (2007)

6., überarbeitete Auflage. Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich: Dudenverlag

Duden- Fremdwörterbuch (2001)

Der kleine Duden – Fremdwörterbuch, 4., völlig neu überarbeitete Auflage, Mannheim, Zürich, Leipzig, Wien

**Dyckhoff, H. (2000)**

Umweltmanagement: Zehn Lektionen in umweltorientierter Unternehmensführung, Berlin

Ebert, G. (2004)

Kosten- und Leistungsrechnung: Mit einem ausführlichen Fallbeispiel Moderne Wirtschaftsbücher, Wiesbaden

Eck, F. Stark, S. (2009)

Kostenentwicklung und Klimaschutz – Die (all)tägliche Mobilität des Bürgers, Eine repräsentative Umfrage von infas im Auftrag des Deutschen Verkehrsforums; Institut für angewandte Sozialforschung GmbH, November 2008 im Auftrag des Deutschen Verkehrsforums, März 2009, Berlin

Eggertson (1990)

Economic behavior and institutions, Cambridge; Cheung, S.N.S.(1983), The Contractual Nature of the Firm. Journal of Law and Economics, Vol. 26, S. 1-21, Cambridge

Ehrling, U. (2008)

Emissionshandel: Rechtsgrundlagen und Einführung, Berlin

Energieagentur NRW (2010)

http://www.co2-handel.de/article344_12210.html am 13.09.2010, Düsseldorf

Engels, F. (1969)

Rentabilität, Risiko und Reichtum, Tübingen 1969

Enke, H. (1995)

Schaffung von Marktwirtschaften in Osteuropa: Zentrale Neuordnungs- und Umstellungsprobleme, in: o.V. (Hrsg.): Stability in East Central Europe? Stabilität in Ostmitteleuropa? Nomos Verl-Ges. Baden-Baden

Erdmann, G. (2010)

Die Braunkohle ist das Aschenputtel der Stromerzeugung: Fleissig und billig. Und genauso unterschätzt., In: Die Braunkohle. Was liegt Näher?, Deutscher-Braunkohle-Industrie-Verein (DEBRIV), Berlin

Erdmann, G. (1992)

Energieökonomik: Theorie und Anwendungen, Verlag der Fachvereine Teubner, Stuttgart

European Energy Exchange (2008)

Im Internat www.eex.com, am 24.06.2008 und 19.11.2008, Leipzig

Europäische Kommission – Vertretung in Deutschland (2010)

EU-Nachrichten Nr. 9 EU-Kommission will Neustart bei Klimastrategie, S. 2, Europäische Kommission – Vertretung in Deutschland, Berlin

**Europäische Kommission – Vertretung in Deutschland (2009)**

EU-Nachrichten Nr. 28 Themenheft Die Klimapolitik der EU. Die Erde kann ohne uns – aber wir nicht ohne sie. S. 6, Europäische Kommission – Vertretung in Deutschland, Berlin

Europäische Kommission – Vertretung in Deutschland (2009a)

EU-Nachrichten Nr. 43 S. 1-2., Europäischer Rat - Gipfel gibt Kopenhagen neuen Schwung, Europäische Kommission – Vertretung in Deutschland, Berlin

Europäische Kommission (2008)

Erlass der Richtlinie 2009/.../EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Verbesserung und Ausweitung des EU-Systems für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten, Brüssel

Europäische Kommission (2008a)

Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Verbesserung und Ausweitung des EU-Systems für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten, Brüssel

Europäische Kommission (2007)

Communication from the Commission to the European Council and the European Parliament, In Energy Policy for Europe, Brüssel

Europäische Kommission (2007)

Mitteilung „Eine Energiepolitik für Europa“. KOM(2007) 1 Brüssel, 10.01.2007. http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc, 11.07.2007, Brüssel

Europäische Kommission (2006)

Mitteilung „Aktionsplan für Energieeffizienz: Das Potenzial ausschöpfen“. KOM(2006) 545 endgültig. Brüssel, 19.10.2006. http://ec.europa.eu/energy/action_plan_energy_efficiency/doc/com_2006_0545_de.pdf, 11.07.2007, Brüssel

Europäische Kommission (2004)

Richtlinie 2004/101/EG (Linking Directive), of the European Parliament and of the Council of 27 October 2004 amending directive 2003/87/EC establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community , in respect of the Kyoto Protocol's project mechanisms (Linking Directive), Brüssel

Europäische Kommission (2003)

Europäische Unternehmen Zahlen und Fakten Teil 1: Energie, Wasser und Bau, Brüssel

EU – Memo (2003)

Protokoll von Kyoto. Informationsmaterialien der EU- Memo/03/154. Brüssel: Europäische Kommission 2003

<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=MEMO/03/154&format=HTML&aged=0&language=EN;&guiLanguage=en> am 15.10.09, Brüssel

Europäisches Parlament und Rat (2006)

Richtlinie 2006/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. April 2006 über die Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen und zur Aufhebung der Richtlinie 93/76/EWG des Rates, Brüssel

Eurostat (2008)

diverse Statistiken auf www.europa.eu/eurostat, Brüssel

Eurostat (2008)

European Business: Facts and figures - 2007 edition, Brüssel

Eurostat (2009)

GDP per capita in PPS - GDP per capita in Purchasing Power Standards (PPS) (EU-27 = 100)

<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&init=1&plugin=1&language=en&pcode=tsieb010>, 11.06.2009, Brüssel

Eurostat (2011)

BIP pro Kopf in Kaufkraftstandards

<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&init=1&plugin=1&language=de&pcode=tsieb010>, am 12.12.2011, Brüssel

Eurostat (2011a)

Statistische Daten zum Energetischen Endverbrauch und Energetischen Endverbrauch der Industrie

<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/data/database>, am 12.12.2011, Brüssel

Ewert, R., Wagenhofer, A. (2005)

Interne Unternehmensrechnung, Berlin

Eyal, G. / Szelényi, I. / Townsley, E. (1998)

Making Capitalism without Capitalists, New York

Fabozzi, F., Focardi, S., Kolm, P. (2006)

Financial modeling of the equity market: from CAPM to cointegration, San Francisco

Fahrbach, M. Heinrich, V. Pfitzner, R. (2000)

Strategisches Umweltcontrolling mit Hilfe der Balanced Scorecard; in: Hilty, L.M.; Schulthess, D., Ruddy, T.F. Strategische und betriebsübergreifende Anwendungen betrieblicher Umweltinformationssysteme, Marburg

**Falke, M. (2002)**

Community Interests: An Insolvency Objective in Transition Economies? Frankfurter
Institut für Transformationsstudien, Frankfurt /Oder

Feess, E. (1998)

Emissionsrechtehandel in Deutschland S. 131, in WiSt Heft 11, 1998, München

Ferstl, O.; Sinz, E. Eckert, S.; Issehorst, T. (2005)

Wirtschaftsinformatik 2005: Economy, eGovernment, Esociety; Basel

Fischbach, S. & A. (2006)

Lexikon Wirtschaftsformeln und Kennzahlen, München

Frank, M., Fichtner, W., Wietschel, M., Rentz, O. (2000)

Ein modellgestütztes Instrumentarium zur Analyse und Bewertung von betriebsüber-
greifenden strategischen Energiemanagementkonzepten; in: Hilty, L.M.; Schulthess,
D., Ruddy, T.F. Strategische und betriebsübergreifende Anwendungen betrieblicher
Umweltinformationssysteme, Marburg

Frasch, F. (2007)

Transaction Costs Of The EU Emissions Trading Scheme In German Companies, In-
ternet unter <http://vlex.com/vid/441294>, 26.11.2008 Lüneburg

Frenz, W. (2008)

Emissionshandelsrecht: Kommentar zum TEHG und Zug; Springer Praxiskommenta-
re, Berlin

Fresner, J.; Bürki, T; Sittel, H. (2009)

Ressourceneffizienz in der Produktion, Düsseldorf

Friedl, B. (2003)

Controlling, Stuttgart

Fritsch, M., Mallok, J. (1994)

Die Arbeitsproduktivität des industriellen Mittelstandes in Ostdeutschland – Stand und
Entwicklungsperspektiven, Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung
27. Jg., Nürnberg

Fröhlich, H.-P., Link, F.J. (1993)

Makroökonomische Zwischenbilanz des Transformationsprozesses, in: IW-Trends,
Quartalshefte zur empirischen Wirtschaftsforschung Die Reformländer Mittel- und
Osteuropas - Zwischenbilanz, Problemanalyse und Perspektiven, Köln

Fromen, B. (2004)

Faire Aufteilung in Unternehmensnetzwerken, Wiesbaden

Forbes, A. (2010)

Down, but not out, the prospects for carbon trading post-Copenhagen, in: Energy Review auf <http://www.europeanenergyreview.eu/index.php?id=1725>, 19.02.2010, Groningen

Forster, P., V. Ramaswamy, P. Artaxo, T. Berntsen, R. Betts, D.W. Fahey, J. Haywood, J. Lean, D.C. Lowe, G. Myhre, J. Nganga, R. Prinn, G. Raga, M. Schulz and R. Van Dorland, (2007)

Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. in: Climate Change 2007: the Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom und New York,

Fuchs, M., Schiel, T.

Der Preis der Kohle: eine vergleichende Studie über den Kohlebergbau in Kolumbien, Südafrika und Polen, Bergbau und Bergarbeit, München

Gabanyi, U. (2002)

Vom Baltikum zum Schwarzen Meer - Transformation im östlichen Europa; Bayrische Landeszentrale für politische Bildungsarbeit, München

Gäfigen, G. (1973)

Rechtfertigung, Relevanz und Erfahrung. Zum Vernunftsbegriff in der normativen Ökonomik, in Bretzke, W. (1980) S. 108; in: Soziologie. Sprache. Bezug zur Praxis. Verhältnis zu anderen Wissenschaften, Hrsg. G. Albrecht, H. Daheim u.F. Sack, Op-laden

Gäfigen, G. (1974)

Theorie der wirtschaftlichen Entscheidung, Tübingen

Gerth, M. (2010)

Klimabörsen: Der Abgas-Handel, In: Wirtschaftswoche Nr. 35 /2010, 30.08.2010 , S. 88-91; Düsseldorf

Glazinski, B. (2004)

Strategische Unternehmensentwicklung: Krisensignale frühzeitig erkennen und ab-wenden, Wiesbaden

Goeken, M. (2006)

Entwicklung von Data-warehouse-systemen, Wiesbaden

Große, H. (2003)

Anforderungen von Umweltmanagementsystemen nach der EMAS-VO und der ISP 14001, in Kramer, M. (2003) Internationales Umweltmanagement, Band 2, Wiesba-den

Günther, H.-O., Mattfeld, D.C., Suhl, L. (2005)

Supply Chain Management Und Logistik: Optimierung, Simulation, Decision Support, Berlin

Günther, E. (2008)

Ökologieorientiertes Management, Um-(weltorientiert) Denken in der BWL, Stuttgart

Hahn, D., Laßmann, G. (1993)

Produktionswirtschaft - Controlling industrieller Produktion, Band 1, Heidelberg

Hagenlocher, T., Söhnchen, W. (2006)

Entscheidungstheoretische Grundlagen – Controlling, Brandenburg

Handke, S., Schnapperelle, D., Scholz, I. (2000)

Referenzarchitektur zur Integration von BUIS in Umweltmanagementsysteme, In: Hilty, L.M.; Schulthess, D., Ruddy, T.F. Strategische und betriebsübergreifende Anwendungen betrieblicher Umweltinformationssysteme, Marburg

Hansjürgens, B. (2009)

Standpunkt: An der Kohle kommt Keiner vorbei, in UFZ-Spezial Dezember 2009 S. 26, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH Leipzig.

Hauber, R. (2002)

Performance measurement in der Forschung und Entwicklung, Wiesbaden

Hausschildt, J. (1977)

Zur Artikulation von Unternehmenszielen, in ZfbF, 22. Jg (1970) in Bretzke (1980) S. 92, Tübingen

Hayek, F.A. (1945)

The use of knowledge in society, American Review 35, Pittsburgh

Heinen, E. (1969)

Zum Wissenschaftsprogramm der entscheidungsorientierten Betriebswirtschaftslehre, in: ZfB, 39. Jg. 1969, Nr. 4, S. 207-220, Wiesbaden

Helmstädter, E.; Streissler, E. (1980)

Kritik des neoklassischen Gleichgewichtsansatzes als Rechtfertigung marktwirtschaftlicher Ordnungen In: Streissler, E. u. Watrin, C. (1980) Zur Theorie marktwirtschaftlicher Ordnungen, Tübingen.

Hennicke, P., Fishedick, M. (2007)

Erneuerbare Energien: Mit Energieeffizienz zur Energiewende; Band 2412 von Beck Reihe, Band 2412 von Beck'sche Reihe; München

Hennicke, P. (2006)

Steigerung der Ressourcenproduktivität - Nutzen für Volkswirtschaft und Umwelt, Forum Ressourceneffizienz - Innovation für Umwelt und Arbeitsplätze, 31.08.2006, Berlin

**Hentrich, H.-J. (2010)**

CO₂-Geld für Mittelständler – Ökobonusprogramm Bayerngas bündelt Projekte zur Energieeffizienz, In: Zeitschrift für Kommunalwirtschaft Februar 2010 S. 16, # Wuppertal

Hering, E. (1999)

Taschenbuch für Wirtschaftsingenieure, Leipzig

Heusler, K.(2004)

Implementierung von Supply Chain Management, Wiesbaden

Heins, B., Hillebrand, B. (2002)

Zertifikatehandel für CO₂-Emissionen auf dem Prüfstand: Ausgestaltungsprobleme des Vorschlags der EU für eine "Richtlinie zum Emissionshandel", Forschungsergebnisse einer Projektgruppe Band 17 von Umwelt- und Ressourcenökonomik, Berlin, Hamburg, Münster

Hinc, A. (2010)

How to efficiently implement CCS in Poland, demosEUROPA – Centre for European Strategy, Warschau

Hirschhausen, von, C. Cullmann, A. (2007)

From Transition to Competition - Dynamic Efficiency Analysis of Polish Electricity Distribution Companies, Efficiency Analysis Working Papers, WP-EA-05, Technische Universität Dresden, Dresden

IEA - International Energy Agency (2007)

World Energy Outlook 2007, China and India Insights IEA, Paris

IEA - International Energy Agency (2006)

World Energy Outlook 2006, Paris

IDU Ingenieuresellschaft für Datenverarbeitung und Umweltschutz mbH (2008)

Anwenderdokumentation der Datenbank Initialberatung "Energieeffizienz in KMU" (IbEU), Zittau

International Energy Agency (IEA) (1995)

Energy Policies of Poland 1994 Survey, Paris

Institut der Deutschen Wirtschaft (2008)

iwd - 2008 - Nr. 43 - Institut der deutschen Wirtschaft, Köln

Institut für angewandte Ökologie e.V. (2009)

Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS-Datenbank) Version 4.5, Freiburg im Breisgau

Iwanek, M. (1992)

Some Issues in the Transformation of Ownership Institutions in Poland In: Journal of institutional and theoretical economics, Bd. 148. H. 1, S. 52-65., Tübingen

Jaffe, A. B., Peterson, S., Portney, P. (1995)

Environmental Regulation and the Competitiveness of U.S. Manufacturing: What Does the Evidence Tell Us?, Journal of Economic Literature, Pittsburgh

Jahn, E.; Wildenmann, R. (Hrsg.) (2005)

Stability in East Central Europe? Stabilität in Ostmitteleuropa? (Nomos Verl-Ges.) Baden-Baden

Janich, P; Hartmann, D. (Hrsg.) (1996)

Methodischer Kulturalismus. Zwischen Naturalismus und Postmoderne. Suhrkamp, Frankfurt

Jeanrenaud, C. (1997)

Environmental policy between regulation and market; Themenhefte SPP Umwelt; Basel

Juchler, J. (2002)

Länderanalysen Polen, in: (Hrsg.): Vom Baltikum zum Schwarzen Meer Transformation im östlichen Europa München

Kagelmann, U. (2001)

Shared Services als alternative Organisationsform: am Beispiel der Finanzfunktion im multinationalen Konzern; Gabler Edition Wissenschaft, Wiesbaden

Kahle, E. (1993)

Betriebliche Entscheidungen Lehrbuch zur Einführung in die betriebswirtschaftliche Entscheidungstheorie, 3. Auflage, München, Wien

KAPE (2003)

National Energy Conservation Agency Poland, SAVE Project "Bankable Energy Efficiency Projects – BEEP" National Report: Framework Conditions for Financing in Energy Efficiency Projects in Poland, Warschau

Kasprik, R. (2002)

Rationale Unternehmens- und Marketingplanung: Strategische, operative und taktische Entscheidungen, Basel

Kemper, A., Eickler, A. (2006)

Datenbanksysteme: eine Einführung, München

Keßeler, T. (2000)

Kettenübergreifender Austausch von einzelbetrieblichen Umweltinformationen in Unternehmen der Land- und Ernährungswirtschaft; in: Hilty, L.M.; Schulthess, D., Rudy, T.F. Strategische und betriebsübergreifende Anwendungen betrieblicher Umweltinformationssysteme, Marburg

Khemani, R.S (2002)

Glossary of industrial organisation economics and competition law, Canada Montreal P.Q.

Kitschelt, H. et. al. (1999)

Post-Comunist Party Systems, Cambridge

Kirchhof, R. (2003)

Ganzheitliches Komplexitätsmanagement“, Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden

Kloten, N. (1991)

Die Transformation von Wirtschaftsordnungen theoretische, phänotypische und politische Aspekte Tübingen

Klug, U. (2008)

Datenbank-anwendungen entwerfen& programmieren: Von der objektorientierten Analyse bis zur SQL-Implementierung; Witten

Klüppel, H.J. (2006)

Umweltmanagement für kleine und mittlere Unternehmen: die ISO-14000-Normen und ihre Umsetzung, Berlin

Koberstein, A. (2008)

Stochastische Optimierung - Multikriterielle Optimierung Entscheidungstheorie; Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik auf www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/.../Stochastische-Optimierung, am 02.01.10, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, Europa-Universität Viadrina Frankfurt (Oder)

Kohler, S. (2009)

In Energieeffizienz investieren, Deutsche Energieagentur DENA, Berlin auf <http://www.dena.de/infos/newsletter/aktuelle-ausgabe/in-energieeffizienz-investieren/>; Abfrage: 22.04.2009, Berlin

KOM (2007)

Eine Energiepolitik für Europa. KOM(2007) 1, 10.01.2007.

http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc, Brüssel

KOM (2006)

Aktionsplan für Energieeffizienz: Das Potenzial ausschöpfen. endgültig.

http://ec.europa.eu/energy/action_plan_energy_efficiency/doc/com_2006_0545_de.pdf am 19.10.2006, Brüssel

Königsperger, E. (1997)

Entscheidungsunterstützung bei mehrkriteriellen Problemstellungen und partieller Information; Bamberg

Koroneo, Christopher, Nanaki, Evanthia. (2007)

Electric energy sustainability in the Eastern Balkans, Energy Policy 35 3826–3842 Elsevier, Kidlington, Oxford

Koschnick, W. (1995)

Management: enzyklopädisches Lexikon, Berlin

Kostka, S., Hassan, A. (1997)

Umweltmanagementsysteme in der chemischen Industrie, Berlin

Kramer, M. (2003)

Internationales Umweltmanagement, Band 2, Wiesbaden

Kramer, M. (2003a)

Internationales und interdisziplinäres Umweltmanagement in Zukunftsmärkten 3: Operatives Umweltmanagement im Internationalen und interdisziplinären Kontext
Internationales und interdisziplinäres Umweltmanagement in Zukunftsmärkten
Band 3 von Internationales Umweltmanagement, Wiesbaden

Kraus, M.

Lexikon der Energiewirtschaft Wirtschaft Recht Technik; Liberalisierte Strom- und Gasmärkte von A bis Z; Deutscher Wirtschaftsdienst, Köln

Krcmar, H., Dold, G., Fischer, H., Strobel, M., Seifert, E. (2000)

Informationssysteme für das Umweltmanagement – Das Referenzmodell ECO-Integral, München, Wien

Krinn, H., Meinholz, H. (1997)

Einführung eines Umweltmanagementsystems in kleinen und mittleren Unternehmen, Berlin

Krüger, S. (1975)

Simulation Grundlagen, Techniken, Anwendungen; Verlag Walter de Gruyter, Berlin, New York

Kruschwitz, L. (2004)

Finanzierung und Investition, München

Krüssel, P. (1995)

Ökologieorientierte Entscheidungsfindung in Unternehmen als politischer Prozess, München

Kühne, O. (2007)

Umwelt in Polen zwischen sozialistischem Erbe und EU-Mitgliedschaft, in: Polen Analysen, Bremen

Kühner, R. (1996)

Ein verallgemeinertes System zur Bildung mathematischer Modelle energiewirtschaftlicher Systeme Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart

Kunz, H. (1985)

Marktsystem und Information: "konstitutionelle Unwissenheit" als Quelle von "Ordnung" - Band 20 von Wirtschaftswissenschaftliche und wirtschaftsrechtliche Untersuchungen; Tübingen

Kußmaul, H. (2008)

Betriebswirtschaftslehre für Existenzgründer: Grundlagen mit Fallbeispielen und Fragen der Existenzgründungspraxis Lehr- und Handbücher der Betriebswirtschaftslehre, Stuttgart

Lambert, D. (2006)

Supply Chain Management: Processes, Partnerships, Performance, Sarasota

Lang, K.-O. (2007)

Polens Energiepolitik; Interessen und Konfliktpotentiale in der EU und im Verhältnis zu Deutschland, Stiftung Wissenschaft und Politik, Deutsches Institut für Internationale Politik und Sicherheit, Berlin

Lange, C.; von Ahsen, A. ; Daldrup, H. (2001)

Umweltschutz-Reporting Lehr- und Handbücher zur ökologischen Unternehmensführung und Umweltökonomie, München

Large, R (2009)

Strategisches Beschaffungsmanagement: Eine praxisorientierte Einführung. Mit Fallstudien, Wiesbaden

Laumann, U. (2005)

Energieeffizienz in: Reiche, D (Hrsg.): Grundlagen der Energiepolitik Frankfurt a.M., Berlin, Bern , Bruxelles

Laux, H., Liermann, F. (2005)

Grundlagen der Organisation: Die Steuerung von Entscheidungen als Grundproblem der Betriebswirtschaftslehre, Berlin

Laux, H. (2005)

Entscheidungstheorie, 6. Auflage illustriert, Berlin

Laux, H. (2007)

Entscheidungstheorie 7. Auflage, Berlin

Lawrenz, O.(2001)

Supply Chain Management: Konzepte, Erfahrungsberichte und Strategien auf dem Weg zu digitalen Wertschöpfungsnetzen, Wiesbaden

Liebau / Schlichting (2006)

S. 625 Liebau, P., Schlichting, G. in: Wirtschaftswissenschaftliches Studium, München

Liening, F.; Scherleithner, S. (2001)

SAP R 3 - Gemeinkostencontrolling SAP Anwenderedition, München

Lindenberger, D. et. al. (2008)

Cost Shares, Output Elasticities, and Substitutability Constraints, EWI Working Paper, No 08.02, Köln

Lindenberger, D., Kümmel, R. (2002)

Energy-Dependent Production Functions and the Optimization Model "PRISE" of Price-Induced Sectoral Evolution, Int.J. Applied Thermodynamics, Vol.5 (No.3), pp.101-107, Middlesex, New York

Lindenberger, D. in Brune, W. (2000)

Zur deutschen Energiewirtschaft an der Schwelle des neuen Jahrhunderts, Leipzig

Linz, J.; Stepan, A. (1996)

Problems of Democratic Transition and Consolidation in: The John Hopkins University Press, Baltimore

Little, J. (1969)

Models and Managers: The concept of a decision calculus, Sloan Management School Massachusetts Institute of Technology (MIT), Cambridge, Massachusetts

Löchel, H. (1995)

Institutionen, Transaktionskosten und wirtschaftliche Entwicklung: ein Beitrag zur neuen Institutionenökonomik und zur Theorie von Douglass C. North; Frankfurt a.M.

Löschenkohl, S. (1996)

Entscheidung bei Risiko: Betriebswirtschaftliche Entscheidungen mit Hilfe von mehrfach bedingten Risiko-Nutzen-Funktionen, Dissertation Universität Hamburg, Hamburg

Lucas, H.-D. (2009)

Jahreskonferenz des Deutsch-Russischen Forums am 21.10.2009, Die Ostpolitik der erweiterten EU: Die Rolle der deutsch-russischen Beziehungen, Bertelsmann-Stiftung Berlin

Luczak, H.; et. al. (2004)

Logistik-Benchmarking Leitfaden mit LogiBEST, 2. vollständig überarbeitete Auflage, Heidelberg, Berlin, New York

Luhmann; N. (1971)

Systemtheoretische Argumentationen. Eine Entgegnung auf Jürgen Habermas, in: Habermas, J. Luhmann, N.: Theorie der Gesellschaft oder Sozialtechnologie – Was leistet die Systemforschung, Frankfurt a.M.; in: Bretzke, W. (1980) S. 108., Tübingen

Luptácik, Weiss (2005)

Produktivität und Ökoeffizienz Wirtschaftsuniversität Wien , Wien

Lussi, S. (2009)

Klimakonferenz 2007 in Bali, München

Maier-Rigaud, G. (1997)

Schritte zur ökologischen Marktwirtschaft, Marburg

Macharzina, K, Wolf, J. (2008)

Unternehmensführung: Das internationale Managementwissen- Konzepte- Methoden- Praxis, Wiesbaden

Malik, F.(2010)

Richtig denken- wirksam managen: Mit klarer Sprache besser führen; Frankfurt am Main

Malik, F. (1992)

Strategie des Managements komplexer Systeme; 4. Auflage Bern ; Stuttgart ; Wien

March, J. G.; Simon, H.A. (1958)

Organizations, New York – London in Bretzke (1980), Tübingen

Markandya, A. Pedroso-Galinato, S.; Streimikiene, D. (2006)

Energy intensity in transition economies Is there convergence towards the EU average? In: Energy Economics, 28. Jg., S. 121-145., Elsevier, Kidlington, Oxford

Matisoff, D. (2010)

Making Cap-And-Trade Work: Lessons From The European Union Experience, Environment Magazine Volume 52 Januar / Februar 2010, S. 10-24; Philadelphia

Matthews, R.O.C. (1986)

The Economics of Institutions and Sources of the Growth, Economic Journal Vol. 96, S. 903-918, Princeton

Matzler, K.; Pechlaner, H.; Renzl, B. (2003)

Werte schaffen: Perspektiven einer stakeholderorientierten Unternehmensführung; Wiesbaden

McKinsey & Company (2007)

Studie “Kosten und Potentiale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland”, im Auftrag von BDI initiative – Wirtschaft und Klimaschutz – AG Industrie, Berlin

**Melzer-Ridinger, R. (2007)**

Supply Chain Management – Prozess- und unternehmensübergreifendes Management von Qualität, Kosten und Liefertreue, München-Verlag München

Mensch, G. (2002)

Investition Managementwissen für Studium und Praxis, München

Meyer, J.-A., Tirpitz, A., Laß, D. (2009)

Energie- und Umweltverhalten im Mittelstand, BoD – Books on Demand

Meyer, S. (2008)

Integrierte Ansätze zur Energieeffizienzsteigerung in Transformations- und Schwellenländern, ACC Journal, Liberec.

Meyer, S. (2007)

Energieeffizienzvergleich im verarbeitenden Gewerbe zwischen Deutschland, Polen und Tschechien Bremen, Salzwasser-Verlag Bremen.

Meyer, R. (1999)

Entscheidungstheorie: Ein Lehr- und Arbeitsbuch, Gabler-Verlag, Wiesbaden.

Michaelowa, A.; Jotzo, F. (2005)

Transaction costs, institutional rigidities and the size of the clean development mechanism, in: Energy Policy, 33. Jg. (2005), S. 511-523, Elsevier, Kidlington, Oxford

Michaelowa, A. , Krause, K. (1997)

Die skandinavische Joint-Implementation-Politik im Ostseeraum In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, H. 4, S. 516-521, Essen

Miller, A. (2003)

Erwartungsbildung ökonomischer Akteure.: Eine Explikation auf Basis des Grundmodells einer dynamischen Theorie ökonomischer Akteure.

Band 10 von Gabler Edition Wissenschaft, Wiesbaden

Mizuno, Y. (2008)

CDM in charts. Institut for global Environmental Strategies 2008.
www.iges.or.jp/en/cdm/report.html, 15.10.09, Tokio:

Monissen, H.G. (1980)

Externalitäten und ökonomische Analyse in: Streissler, E. u. Watrin, C. (1980) Zur Theorie marktwirtschaftlicher Ordnungen, Tübingen

Montanus, S. (2004)

Digitale Business-strategien für den Mittelstand: Mit neuen Technologien unternehmensübergreifende Geschäftsprozesse optimieren, München.

Moos, A. (2004)

Datenbank-Engineering: Analyse, Entwurf und Implementierung objektrelationaler Datenbanken - mit UML, DB2-SQL und Java, Wiesbaden

Möst, D., Fichtner, W.; Grunwald, A. (2008)

Energiesystemanalyse im KIT-Zentrum Energie; Tagungsband des Workshops "Energiesystemanalyse" vom 27. November 2008 am KIT Zentrum Energie, Karlsruhe

Müller, D. (2004)

Realoptionsmodelle und Investitionscontrolling im Mittelstand, Wiesbaden

Müller-Christ, G., Behrens, B., Nagler, B. (o.J.)

Best-Practice, Kommunikation und Effizienzfalle Ein Problemaufriss der Transfer-schwierigkeiten von Umweltmanagementsystemen in die Praxis artec Paper Nr. 123 der Universität Bremen, Bremen

Müschen, K. (2010)

Referat „Kopenhagen: Die Ergebnisse der Verhandlungen“; Potsdamer Klimakonferenz 2010; Abteilungsleiter Klimaschutz und Energie, Umweltbundesamt, Dessau

NACE-Klassifikation der Wirtschaftszweige

<http://www.destatis.de/> am 23.09.2009, 2003 und 2008, Wiesbaden

Nebi, T. (2007)

Produktionswirtschaft Lehr- und Handbücher der Betriebswirtschaftslehre, Wiesbaden

Neuner, C. (2009)

Konfiguration internationaler Produktionsnetzwerke unter Berücksichtigung von Unsicherheit; Schriften zum europäischen Management, Wiesbaden

NOAA (2010)

National Oceanic & Atmospheric Administration, recent monthly mean carbon dioxide gemessen auf Mauna Loa Observatory, Hawaii.;

<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/> am 17.03.2010, März 2010, Boulder, Colorado

North, D. (1984)

Transaction costs, Institutions and Economic History. Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft – Journal for Institutional and Theoretical Economics, Vol. 140, Tübingen

Obermaier, T. Gasper, R. (2008)

Investitionsrechnung und Unternehmensbewertung, München

Oberthür, S., Ott, H.E. (2000)

Das Kyoto-Protokoll.: Internationale Klimapolitik für das 21. Jahrhundert., Wiesbaden

Obst, G. Tautenhahn, F. (1993)

Energieeinsparpotentiale in den neuen Bundesländern – Potentiale der Emissionsminderung von Luftschadstoffen, in: Energieanwendung / Energie- und Umwelttechnik, 42. Jg. Heft 9 September 1993, Deutscher Verlag für die Grundstoffindustrie, Leipzig, Stuttgart

OECD (1992)

Economic Outlook 50, Paris

o.V. (1999)

Strategien zur Bewältigung globaler Umweltrisiken, Welt im Wandel, Berlin

Ostertag, K. (1999)

Transaction costs of raising energy efficiency, The IEA International Workshop on Technologies to Reduce Greenhouse Gas Emissions: Engineering-Economic Analyses of Conserved Energy and Carbon 5-7 May 1999, Washington

Picot, A. (1998)

Die grenzenlose Unternehmung, Wiesbaden

Perl, E. (2006)

Implementierung von Umweltinformationssystemen, Berlin

Pfaffenberger; W. et. al. (1999)

Ökonomische Energienutzung, München Verlag, München

Pflüger, A. (2006)

Globale Energieszenarien und Perspektiven zu Energietechnologien, conference Energie 2050 "Sichere Energieversorgung – Strategien und Technologien für die Zukunft, 29. - 30. November 2006, Wien

Pfohl, H.-C. (2000)

Supply Chain Management: Logistik Plus? Band 18 von Unternehmensführung und Logistik Band 15 von Fachtagung der Deutschen Gesellschaft für Logistik, Deutsche Gesellschaft für Logistik; Berlin

Picot, A. (1991)

Ökonomische Theorien der Organisation – Ein Überblick über neuere Ansätze und deren betriebswirtschaftliches Anwendungspotential – ein Problem der Unternehmensführung. In: Betriebswirtschaftslehre und ökonomische Theorie, Hrsg. Ordeltjeide, D. / Rudolpg, B. / Busmann, E., Stuttgart

Pielke, R. (2010)

Professor im Umweltstudienprogramm der University of Colorado sowie Direktor des Center for Science and Technology Policy Research (CIRES), Gespräch am 15.02.2010 in der University of Colorado, Boulder, Colorado

Pigou, A.C. (1912)

Wealth and Welfare, London

Poggensee, K. (2008)

Investitionsrechnung: Grundlagen- Aufgaben- Lösungen, Wiesbaden

Poland-Japan-Energy Conservation Technology Center (2009)

Poland-Japan-Energy Conservation Technology Center auf www.pjcee.pl am 11.06.2009, Warschau

Polish National Energy Conservation Agency (2004)

Energy Efficiency in Poland Final report of the project Energy Efficiency Indicators for Central and Eastern European Countries with the support of SAVE, Ademe and DEA, Warschau

Popper, K. (2002)

Logik der Forschung Tübingen

Poterba, J. (1992)

Tax Policy and the Economy, Band 6 von National Bureau of Economic Research; MIT Press, Cambridge

Porter, M. E (1985)

Competitive Advantage in: The Free Press., Jg. 1985, S. pp 11-15., New York

Popper, K. (1973)

Objektive Erkenntnis, Hamburg

Preißner, A. (2007)

Praxiswissen Controlling: Grundlagen- Werkzeuge- Anwendungen, München

Probst, G. (1992)

Organisation; Landsberg/Lech

Rau, T. (2004)

Planung, Statistik und Entscheidung Managementwissen für Studium und Praxis, München

Raupach, M. (2009)

Have we reached peak CO₂? Global Change Issue 74, Winter 2009, Oakland, California

Rayner, St., Clifton, S.-J. (2010)

A dangerous obsession The evidence against carbon trading and for real solutions to avoid a climate crunch; Director Institute for Science, Innovation and Strategy, Saïid Business School, im Internet auf www.foe.co.uk/resource/reports/dangerous_obsession.pdf; University of Oxford

Reichardt, M. (1995)

Der Beitrag des Transaktionskostenansatzes zu einer Theorie der Transformation von Wirtschaftsordnungen: eine theoretische Analyse mit empirischer Untersuchung gesamtwirtschaftlicher Transaktionskosten am Beispiel West- und Ostdeutschlands
Frankfurt am Main, Berlin, Bern, New York

Rogner, H.-H. (1997)

Global Greenhouse Gas Reduction Strategies, In: Hake, J.-Fr., Markewitz, P. (1997)
Modellinstrumente für CO₂-Minderungsstrategien, Jülich

Rugina, Vasile (2006)

Vortrag anlässlich des 16. Zittauer Seminar zu energiewirtschaftlichen Situation in den Ländern Mittel- und Osteuropas am 05.10.2006, Zittau

Rautenstrauch, C. (1999)

Betriebliche Umweltinformationssysteme: Grundlagen, Konzepte und Systeme, Berlin

REGUS (2010)

Internationale Umfrage zu Umweltmaßnahmen im Unternehmen, <http://www.regus.de>
am 27.05.2009, Berlin

Riesenhuber, M. (2006)

Die Fehlentscheidung: Ursache und Eskalation, Wiesbaden

Roubens, M., Vincke, P. (1985)

Preference Modelling. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems 250,
Berlin

Saliger, E. (2003)

Betriebswirtschaftliche Entscheidungstheorie, München

Sattler, M., Amann, E. (2004)

Flexible Mechanismen als taugliche Wegbereiter für die Entwicklung nachhaltiger Energiesysteme? in: energy Die Zeitschrift der Energieverwertungsagentur Österreich, H. 1, S. 25-27, Wien

Schäfer, H. (2005)

Unternehmensinvestitionen: Grundzüge in Theorie und Management, Berlin

Schellnhuber, J. (2009)

Direktor des Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V.; Copenhagen diagnostics – tipping dynamics on earth, in proceedings of national academy of scientific (PNAS), Heft 8 Dezember 2009, Stanford

Schellnhuber, H.-J., Rahmstorf, S. (2007)

Der Klimawandel; Band 2366 von Beck Reihe; C. H. Beck Wissen; Band 2366 von Beck'sche Reihe, München

Schicker, E. (2000)

Datenbanken und SQL: Eine praxisorientierte Einführung mit Hinweisen zu ORACLE und MS-access; Informatik und Praxis; Wiesbaden

Schierenbeck, H., Lister, M. (2002)

Value Controlling: Grundlagen wertorientierter Unternehmensführung, München

Schierenbeck, H (2003)

Grundzüge der Betriebswirtschaftslehre, München

Schmeling, H. (2007)

Datenbankentwicklung mit dem Microsoft SQL Server 2005, München

Schneeweiß, C. (1990)

Kostenwirksamkeitsanalyse und Multiattributive Nutzentheorie. in: Wirtschaftswissenschaftliches Studium, 19. Jg. 1990 H. 1, München

Schönwiese, C. (1995)

Klimaänderungen. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg

Scholl, A. (2001)

Robuste Planung und Optimierung: Grundlagen- Konzepte und Methoden- experimentelle Untersuchungen, Basel

Schredelsecker, K. (2002)

Grundlagen der Finanzwirtschaft: Ein informationsökonomischer Zugang, Oldenbourg

Schütte, R.; Vering, O. (2004)

Erfolgreiche Geschäftsprozesse durch standardisierte Warenwirtschaftssysteme: Marktanalyse, Produktübersicht, Auswahlprozess, Berlin

Schwarz, R. (2002)

Controlling-Systeme: eine Einführung in Grundlagen, Komponenten und Methoden des Controlling - Die Wirtschaftswissenschaften, Wiesbaden

Schwarze, R. (2010)

Driften Klimawissenschaft und Klimapolitik auseinander?; UFZ-Newsletter des Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, März 2010, Leipzig

Schwerdtle, H. (1999)

Prozeßintegriertes Management- PIM: Ein Modell für effizientes Qualitäts-, Umwelt- und Arbeitsschutzmanagement, Berlin

Sieben, G. (1990)

Betriebswirtschaftliche Entscheidungstheorie, 3. überarbeitete und erweiterte Auflage, Düsseldorf

Sieben, G., Schildbach, T. (1994)

Betriebswirtschaftliche Entscheidungstheorie, 4.4., durchges. Aufl., , Stuttgart

Siebert, J. (2009)

Modellierung komplementärer Interaktionen: Konzeption eines innovativen Ansatzes in der Multiattributiven Nutzentheorie, BoD – Books on Demand

Simchi-Levi, D., Kaminisky, P. / Simchi-Levi, E. (2000)

Designing and Managing the Supply Chain. Concepts, Strategies and Case Studies, Boston

Simmschek, R. (2008)

Ansätze zur Bewertung im Financial Sourcing, Akademische Schriftenreihe, München

Sommer, P. (2007)

Umweltfokussiertes Supply Chain Management am Beispiel des Lebensmittelsektors
Studien zum internationalen Innovationsmanagement, Wiesbaden

Sönke, P., Brühl, R. (2005)

Betriebswirtschaftslehre: Einführung, München

Stahle, W. (1992)

Funktionen des Managements, Bern, Stuttgart

Stahle, W. (1997)

Management (7. Auflage) München (Verlag Vahlen)

Stahle, W.; Conrad, P.; Sydow, J.(1999)

Management, München (Verlag Vahlen)

Stark, D.; Bruszt, L. (1998)

Post-Socialist Pathways. Transforming Politics and Property in East Central Europe
in: Cambridge University Press

Statistisches Bundesamt (2003)

Fachserie 4 Reihe 4.3 Produzierendes Gewerbe Kostenstruktur der Unternehmen
des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen
und Erden, Wiesbaden

Staud, J. (2006)

Datenmodellierung und Datenbankentwurf, Berlin

Steiner, W., Hruschka, H. (2005)

Heuristiken in der Produktpolitik, Innovationen im sektoralen Marketing, Heidelberg

Stern, N. (2009)

The Global Deal – Climate Change and the Creation of a new era of Progress and
Prosperity, New York

Stern, N. (2006)

Stern Review on the Economics of Climate Change Executive Summary S. X, Cam-
bridge University Press

Steven, M.; Schwarz, E; Lemathe, P. (1997)

Umweltberichterstattung und Umwelterklärung nach der EG-Ökoaudit-Verordnung:
Grundlagen, Methoden und Anwendungen, Berlin

Stollberg, R. (2010)

EU-Kommission plant CO₂-Steuer mit Befreiung für den Schienenverkehr, in Bus &
Bahn 3. /2010 44. Jahrgang, S. 6-7, Düsseldorf.

Stonebraker, P., Liao, J. (2006)

Supply chain integration: exploring product and environmental contingencies
Emerald Group Publishing Limited Bingley, Großbritannien

Ströbele, W. (1997)

Was können energieökonomische Modelle mit CO₂-Restriktionen (noch nicht)? Mo-
dellierungs- und Interpretationsprobleme am Beispiel gängiger Modelle; In: Hake, J.-
Fr., Markewitz, P. (1997) Modellinstrumente für CO₂-Minderungsstrategien, Jülich

Stuible, A. (2002)

Ein Verfahren zur graphentheoretischen Dekomposition und algebraischen Reduktion
von komplexen Energiesystemen, Diss., Stuttgart.

Supply-Chain-Council (2009)

Supply-Chain-Council Referenzmodell auf <http://www.supply-chain.org.am>
26.08.2008, Cypress

Sznajder, A. (2006)

Effects of EU Accession on the Politics of Privatisation- The Steel Sector in Compara-
tive Perspective in: Kutter, Amelie / Trappmann, Vera (Hrsg.): Das Erbe des Beitritts
Europäisierung in Mittel- und Osteuropa Baden-Baden, S. 209-231

Teichmann, S. (1995)

Logistiktiefe als strategisches Entscheidungsproblem, Berlin

Tempelmaier, H., Kuhn, H. (1993)

Flexible Fertigungssysteme: Entscheidungsunterstützung für Konfiguration und Be-
trieb, Berlin

Teutsch, G. (2009)

Vortrag Klimawandel: Forschung zu Folgen und Anpassung am 24. November 2009,
Helmholtz Zentrum für Umweltforschung Leipzig, Leipzig

Thalheim, B. (2000)

Entity-relationship modeling: foundations of database technology; Lecture notes in
computer science, Berlin

Tietenberg, T., Folmer, H. (2004)

The international yearbook of environmental and resource economics: a survey of
current issues; New horizons in environmental economics; Edward Elgar Publishing

Tismaneanu, V. (2003)

Stalinism for All Seasons Berkeley

Umweltbundesamt (UBA) (2010)

Klimaänderungen, Treibhauseffekt – Eine globale Herausforderung CO2-Emissionen nach Quellkategorien, auf <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do;jsessionid=518409090679BC19314453C5FC7AA5E3?nodent=2842> , Juli 2009, am 17.03.2010

Umweltbundesamt (2010a)

Daten zur Umwelt auf www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de am 06.07.10; Berlin

Umweltbundesamt (2010b)

Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen im deutschen Strommix 1990-2008, 2009 erste Schätzung FG I 2.5., www.umweltbundesamt.de, Berlin Stand März 2010.

Umweltbundesamt - Deutsche Emissionshandelsstelle (2008)

German manual for JI investor country approval - guidance for applicants Berlin

Umweltbundesamt (2008b)

CDM – Wirksamer internationaler Schutz oder globale Mogelpackung? Berlin: Umweltbundesamt 2008. <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/dateien/3665.htm> (15.10.2009)

Umweltbundesamt (UBA) (2007)

Langfristige Perspektiven von CDM und JI, Dessau

United Nations (1997)

Protokoll von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen, 11. Dezember 1997, Kyoto

UN-Klimakonferenz (2010)

Offizielle Website der 15. UN-Klimakonferenz vom 7. bis 18. Dezember 2009 in Kopenhagen auf <http://en.cop15.dk/>, Kopenhagen

UN-Klimakonferenz (2010a)

Copenhagen Accord auf der Internetseite des UNFCCC: COP 15/CMP 5 am 02.01.10 auf <http://unfccc.int/2860.php>, Kopenhagen

Uyterlinde, M.A.; Martinus, G.H.; Thuijl, E. van et. al (2004)

ENERGY TRENDS FOR EUROPE IN A GLOBAL PERSPECTIVE Baseline projections by twelve E3-models in the CASCADE MINTS project, Energy research Centre of the Netherlands, Policy Studies department, Petten

VDI (2010)

VDI Richtlinie 3633 (2010), <http://www.vdi.de> , Düsseldorf

Vossen, G. (2008)

Datenmodelle, Datenbanksprachen und Datenbankmanagementsysteme, München

Waggonbau Niesky GmbH (2008)

Gespräch mit Andreas Pohl, Outsourcing Manager am 18.12.2008 in Niesky

Walz, R. (1997)

Potentiale und Strategien zur CO₂-Reduktion durch Energieeinsparung Aus: Brauch, H.-G (Hrsg.): Energiepolitik Berlin, Heidelberg, New York

Wannewetsch, H. (2004)

E-Supply-Chain-Management: Grundlagen, Strategien, Praxisanwendungen, Wiesbaden

WBGU (2009)

German Advisory Council on Global Change (Wissenschaftlicher Beirat Globale Umweltfragen); Solving the climate dilemma: The budget approach Special Report; Berlin

Weible, H. (1983)

Ein Simulationsmodell für die Elektrizitätswirtschaft und seine Anwendung bei regionalorientierten Planungsfragen; Verlag Peter Lang GmbH, Frankfurt am Main, Bern

Weimann, J. (2010)

Die Ratio ist eine bessere Ratgeberin für die Klimapolitik als alle Ideologien, In: Die Braunkohle. Was liegt Näher?, Deutscher-Braunkohle-Industrie-Verein (DEBRIV), Berlin

Weisheimer M. (1998)

Zur Ausgangssituation der Industrie vor der Stromsteuer - Stromverbrauch und Stromkosten als Ausgangspunkt künftiger Be- und Entlastungen Discussion papers Nr. 83, Halle

Weizsäcker von, E.-U., Hargroves, K., Smith, M. (2010)

Faktor Fünf; Die Formel für nachhaltiges Wachstum, München

Welsch, H. in Carraro, C. (1993)

The European carbon tax: an economic assessment, Ausgabe 1 von Economics, energy, and environment; The FEEM-Kluwer, Band 1 von Fondazione Eni Enrico Mattei (FEEM) series on economics, energy and environment; Berlin

Werner, H. (2008)

Supply Chain Management – Grundlagen, Strategien, Instrumente und Controlling 3. Auflage, Gabler-Verlag Wiesbaden

Wiedmann, K. (2010)

Institut für Marketing und Management der Leibniz Universität Hannover; Referat: Was bedeuten die Klimabeschlüsse für die Wirtschaft, Potsdamer Klimakonferenz 2010, Potsdam

Windisch, R. (1980)

Staatseingriffe in marktwirtschaftliche Ordnungen in: Streissler, E. u. Watrin, C. (1980) Zur Theorie marktwirtschaftlicher Ordnungen, Tübingen

Williamson, O. (1990)

Die ökonomischen Institutionen des Kapitalismus: Unternehmen, Märkte, Kooperationen; Tübingen

Wilmes, C.; Dietl, H.; van der Velden, R. (2004)

Die strategische Ressource "data warehouse": eine ressourcentheoretisch-empirische Analyse, Gabler Edition Wissenschaft, Wiesbaden

Wirtschaftslexikon 24 (2009)

Zum Begriff der Portfolioanalyse auf <http://www.wirtschaftslexikon24.net/d/portfolio-analyse/portfolio-analyse.htm> am 27.12.09, Douglas

WBGU - Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2007)

Sicherheitsrisiko Klimawandel - Welt im Wandel, Berlin

WBGU - Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2005)

Armutsbekämpfung durch Umweltpolitik - Welt im Wandel, Berlin

Wittmann, W. (Hrsg.) (1993)

Handwörterbuch der Betriebswirtschaftslehre (5. Auflage; Schäffer-Poeschel Verlag) Stuttgart

Woll, A. (1984)

Wirtschaftspolitik, München

World Bank (2002)

Transition The first ten years Analysis and Lessons for Eastern Europe and the Former Soviet Union, Washington D.C

Wyplosz, C. (o.J.)

After the Honeymoon: On the Economics and the Politics of Economic Transformation London

Zagorskij, A. (2009)

Jahreskonferenz des Deutsch-Russischen Forums am 21.10.2009 unter der Überschrift „Die Ostpolitik der erweiterten EU: Die Rolle der deutsch-russischen Beziehungen“, Bertelsmann-Stiftung, Berlin



Zeitschrift für kommunale Wirtschaft (2009)

Weltenergieausblick – Kaum Besserung in Sicht – IEA: es muss und kann sich viel ändern, ZfK Dezember 2009 S. 4, Berlin, München

Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (2008)

Internet unter www.zew.de, 24.10.08, Mannheim

Ziesing, H.-J. (2009)

Differenzierte Entwicklung bei insgesamt weiter steigenden weltweiten CO₂-Emissionen. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen. 59 (2009) Nr. 9, S. 56-65, Essen

Zimmermann, W., Stache, U. (2001)

Operations-Research: quantitative Methoden zur Entscheidungsvorbereitung, München

Zwingmann, K. (2007)

Ökonomische Analyse der EU-Emissionshandelsrichtlinie: Bedeutung und Funktionsweisen der Primärallokation von Zertifikaten, Wiesbaden

Anhang

ANLAGE I DARSTELLUNG DER ENEFFTECH-INVESTITIONSMALTERNATIVEN

Annahmen:

Strompreis im Basisjahr	0,10 €/kWh
Heizöl, leicht im Basisjahr	0,035 €/KWh (Hu)
Erdgas im Basisjahr	0,035 €/KWh (Hu)
CO₂-Emissionen (GEMIS-Datenbank)	
Elektroenergie	667 g CO ₂ /kWh
Heizöl	385,1 g CO ₂ /kWh
Erdgas	297 g CO ₂ /kWh

Investitionsalternative 1

(Quelle: in Anlehnung an Bayrisches Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.) (2002) CO₂-Minderungspotentiale durch rationelle Energienutzung in der Maschinenbauindustrie, Augsburg S. 48-49)

Verminderung von Leckageverlusten

- Normteilehersteller (NACE 25.94)
- Messung der Leckageverluste ergibt 361 m³/a (3,16 Mio m³/a), entspricht 26,9 % der jährlichen Liefermenge
- Schwachstellen im Bereich der Abnehmer (Kupplungen, Armaturen, Anschlussleitungen)
- Reduktion des Druckluftverlustes auf 10 % angestrebt, damit verbundene Einsparungen an Elektroenergie von 17 % (220 MWh/a)

Erwartete Einsparungen	
Erdgas	- MWhHU/a
Heizöl, leicht	- MWhHU/a
Elektrische Leistung	- KW
Elektrische Arbeit	220 MWh/a
CO ₂	147 t/a
Wasser	- m ³ /a
Investitionen	
Gesamtinvestition	3.000 €
Anrechenbare Investition	3.000 €
Spezifische Investition	20 €/t (CO ₂)/a
Energiekosteneinsparung	22.000 €/a
Kapitalrendite	733 %

Investitionsalternative 2

(Quelle: Dena (2009) auf <http://www.industrie-energieeffizienz.de> am 07.01.09)

- Optimierung der Beleuchtung von Arbeitsplätzen und Verkehrsflächen durch energieeffiziente Beleuchtungsmittel und Leuchtentechnik
- Optimierung der Gebäude durch verstärkte Tageslichtnutzung
- Integration moderner Regelungstechnik
- Ersatz von Anlagen mit hohem Energieverbrauch durch energieeffiziente Anlagen

Erwartete Einsparungen	
Erdgas	- MWhHU/a
Heizöl, leicht	- MWhHU/a
Elektrische Leistung	- KW
Elektrische Arbeit	2.173 MWh/a
CO ₂	675,5 t/a
Wasser	- m ³ /a
Investitionen	
Gesamtinvestition	40.450 €
Anrechenbare Investition	40.450 €
Spezifische Investition	59,88 €/t (CO ₂)/a
Energiekosteneinsparung	165.689 €/a
Kapitalrendite	409 %

Investitionsalternative 3

(Quelle: ÖSTERREICHISCHE ENERGIEAGENTUR—AUSTRIAN ENERGY AGENCY auf <http://www.klimaaktiv.at> am 07.01.09)

- Herstellung von Kunststoffteilen
- Ausstattung der Kompressoren zur Druckluftherzeugung mit Plattenwärmetauschern und Zuführung der Wärme in Heizungssystem
- Reduzierung des Erdgasverbrauchs für die Prozesswärme und Heizenergieerzeugung

Erwartete Einsparungen	
Erdgas	3.300 MWhHU/a
Heizöl, leicht	-MWhHU/a
Elektrische Leistung	- KW
Elektrische Arbeit	- MWh/a
CO ₂	980 t/a
Wasser	- m ³ /a
Investitionen	
Gesamtinvestition	96.000 €
Anrechenbare Investition	96.000 €
Spezifische Investition	97 €/t (CO ₂)/a
Energiekosteneinsparung	82.500 €/a
Kapitalrendite	86 %

Investitionsalternative 4

(Quelle: Dena <http://www.system-energieeffizienz.de> am 07.01.09)

- Herstellung von Kunststoffteilen
 - Installation von Frequenzumrichtern für Betrieb mit veränderlicher Drehzahl

Erwartete Einsparungen	
Erdgas	- MWhHU/a
Heizöl, leicht	- MWhHU/a
Elektrische Leistung	- KW
Elektrische Arbeit	273 MWh/a
CO ₂	170 t/a
Wasser	- m ³ /a
Investitionen	
Gesamtinvestition	21.600 €
Anrechenbare Investition	21.600 €
Spezifische Investition	127 €/t (CO ₂)/a
Energiekosteneinsparung	10.900 €/a
Kapitalrendite	50 %

Investitionsalternative 5

Erneuerung der Kälteanlage (in Anlehnung an Bayrisches Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.) (2002) CO₂-Minderungspotentiale durch rationelle Energienutzung in der Maschinenbauindustrie, Augsburg S. 45- 47)

- Herstellung von Platten, Folien, Schläuchen und Profilen aus Kunststoffen (NACE 22.21)
- alte Anlagenkombination (10 dezentrale Anlagen) kann Bedarf gerade so decken, dezentrale Anlagen sind über 12 Jahre alt
- ohnehin anstehender Ersatz / - Erweiterungsbedarf liegt bei 300.000 €; effizientere Technik zieht Gesamtinvestitionskosten von 410.000 € nach sich
- Konzept einer zweikreisigen Kältezentrale mit zwei Kältemaschinen (verbesserte Ausfallsicherheit und Erweiterungsoption, Wartungskostenreduktion durch verringerte Anlagenanzahl)
- Vorteile: Freie Kühlung durch Nassturmvariante; effiziente Rückkühlung der Kältemaschinen möglich
- Nachteil: Mehrbezug von Wasser durch Wassernachspeisung (5.500 €/a)

Erwartete Einsparungen	
Erdgas	- MWhHU/a
Heizöl, leicht	- MWhHU/a
Elektrische Leistung	- KW
Elektrische Arbeit	876 MWh/a
CO ₂	578 t/a
Wasser	- 5.246 m ³ /a
Investitionen	
Gesamtinvestition	410.000 €
Anrechenbare Investition	110.000 €
Spezifische Investition	190 €/t (CO ₂)/a
Energiekosteneinsparung (incl. Wasser)	72.900 €
Kapitalrendite	66 %

Investitionsalternative 6

(Quelle: Dena (2009) auf <http://www.industrie-energieeffizienz.de> am 06.01.09)

Beleuchtungsinvestition

- Stahlwerk (NACE 24.10) erneuert Beleuchtung in Lagerhalle, vormals Einsatz von Tiefstrahlern und Quecksilberdampf- Leuchtmitteln
- Ersatz durch neue Hallenspiegelleuchten und energieeffiziente Natriumdampf-Hochdruckleuchtmittel mit chipbasierten Vorschaltgeräten (Reduktion der Lampen von 152 auf 144)

Erwartete Einsparungen	
Erdgas	- MWhHU/a
Heizöl, leicht	- MWhHU/a
Elektrische Leistung	- KW
Elektrische Arbeit	722 MWh/a
CO ₂	448 t/a
Wasser	- m ³ /a
Investitionen	
Gesamtinvestition	98.600 €
Anrechenbare Investition	98.600 €
Spezifische Investition	220 €/t (CO ₂)/a
Energiekosteneinsparung	72.200 €/a
Kapitalrendite	73 %

Investitionsalternative 7

(Quelle: Dena <http://www.system-energieeffizienz.de> am 07.01.09)

- Steuerung der Pumpenleistung im Teillastbereich mittels Frequenzumrichtern
- Optimierung nachgeschalteter Wärmetauscher
- Reduktion der Pumpenanzahl im Kaltwassersystem

Erwartete Einsparungen	
Erdgas	- MWhHU/a
Heizöl, leicht	- MWhHU/a
Elektrische Leistung	- KW
Elektrische Arbeit	345 MWh/a
CO ₂	214 t/a
Wasser	- m ³ /a
Investitionen	
Gesamtinvestition	50.000 €
Anrechenbare Investition	50.000 €
Spezifische Investition	233 €/t (CO ₂)/a
Energiekosteneinsparung	34.500 €/a
Kapitalrendite	69 %

Investitionsalternative 8

Wärmedämmung von Extrudern zur Herstellung von Rollfederringen (Gummibauteile) (in Anlehnung an Bayrisches Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.) (2002) CO₂-Minderungspotentiale durch rationelle Energienutzung in der Maschinenbauindustrie, Augsburg S. 50-51)

- Herstellung von Platten, Folien, Schläuchen und Profilen aus Kunststoffen (NACE 22.21)
- Wärmeverlustleistung am Extruderkopf (ca. 200°C) von 9,2 KW (bei 9,1 KW Heiz- und 18,3 kW Antriebsleistung)
- 27 % Einsparung der Verlustleistung bei Reduktion der Oberflächentemperatur um 50°C, bei mittlerer jährlicher Betriebsdauer ergibt sich eine Einsparung von 12,5 MWh/a (6,5 % des Elektroenergieverbrauchs der Anlage) → bei 100 Extrusionsanlagen entspricht das betriebsweite Einsparpotential 1.250 MWh/a

Erwartete Einsparungen	
Erdgas	- MWhHU/a
Heizöl, leicht	- MWhHU/a
Elektrische Leistung	150 KW
Elektrische Arbeit	1.250 MWh/a
CO ₂	834 t/a
Wasser	- m ³ /a
Investitionen	
Gesamtinvestition	250.000 €
Anrechenbare Investition	250.000 €
Spezifische Investition	300 €/t (CO ₂)/a
Energiekosteneinsparung	125.000 €/a
Kapitalrendite	50 %

Investitionsalternative 9

(Quelle: ÖSTERREICHISCHE ENERGIEAGENTUR—AUSTRIAN ENERGY AGENCY auf <http://www.klimaaktiv.at> am 07.01.09)

- Herstellung von Stahl (NACE 24.10), Rauchgasabwärmenutzung der Dampfkesselanlage
- Einbau eines Edelstahl-Glattröhrwärmetauscher in den Kamin, welcher über eine frequenzgeregelten Umwälzpumpe gesteuert wird (Erhöhung der Wassertemperatur und Absenkung der Rauchgastemperatur)

Erwartete Einsparungen	
Erdgas	1.250 MWhHU/a
Heizöl, leicht	-MWhHU/a
Elektrische Leistung	- KW
Elektrische Arbeit	- MWh/a
CO ₂	216 t/a
Wasser	- m ³ /a
Investitionen	
Gesamtinvestition	70.560 €
Anrechenbare Investition	70.560 €
Spezifische Investition	97 €/t (CO ₂)/a
Energiekosteneinsparung	43.750 €/a
Kapitalrendite	62 %



Investitionsalternative 10

- Beleuchtungsoptimierung beim rumänischem Unterwagenhersteller
- Tageslichtabhängige Steuerung, hochreflektierende Leuchten mit höherer Beleuchtungsstärke

Erwartete Einsparungen	
Erdgas	- MWhHU/a
Heizöl, leicht	- MWhHU/a
Elektrische Leistung	- KW
Elektrische Arbeit	780 MWh/a
CO ₂	346 t/a
Wasser	- m ³ /a
Investitionen	
Gesamtinvestition	142.000 €
Anrechenbare Investition	142.000 €
Spezifische Investition	182 €/t (CO ₂)/a
Energiekosteneinsparung	88.000 €/a
Kapitalrendite	62 %

Investitionsalternative 11

(Quelle: Dena <http://www.system-energieeffizienz.de> am 07.01.09)

- Pumpenoptimierung der Heizungsanlage
- Elektrische Leistungsaufnahme der Pumpen, Temperaturverhältnisse
- Austausch alter Pumpen gegen Hocheffizienzpumpen

Erwartete Einsparungen	
Erdgas	- MWhHU/a
Heizöl, leicht	- MWhHU/a
Elektrische Leistung	- KW
Elektrische Arbeit	159 MWh/a
CO ₂	98 t/a
Wasser	- m ³ /a
Investitionen	
Gesamtinvestition	43.800 €
Anrechenbare Investition	43.800 €
Spezifische Investition	446,93 €/t (CO ₂)/a
Energiekosteneinsparung	17.600 €/a
Kapitalrendite	40 %

Investitionsalternative 12

(Quelle: Dena auf <http://www.industrie-energieeffizienz.de/> am 07.01.2009)

- Herstellung von Kunststoffteilen
- Zusammenführung von zwei Druckluftnetzen zu einem Netz
- Installation einer Steuerung für die verbrauchsabhängige Druckluftsteuerung
- Eliminierung des Leerlaufanteils
- Einsatz eines Schraubenkompressors mit hohem spezifischen Wirkungsgrad

Erwartete Einsparungen	
Erdgas	- MWhHU/a
Heizöl, leicht	- MWhHU/a
Elektrische Leistung	- KW
Elektrische Arbeit	775 MWh/a
CO ₂	300 t/a
Wasser	- m ³ /a
Investitionen	
Gesamtinvestition	62.500 €
Anrechenbare Investition	62.500 €
Spezifische Investition	208 €/t (CO ₂)/a
Energiekosteneinsparung	55.000 €/a
Kapitalrendite	88 %

Investitionsalternative 13

(Quelle: Dena auf <http://www.industrie-energieeffizienz.de/> am 07.01.2009)

- Austausch von Pumpen im Heizungs- und Kühlwasserkreislauf durch hochenergieeffiziente Pumpen mit Elektromotorantrieb
- Nachrüstung von Drehzahlreglungen, Anpassung überdimensionierter Pumpen, Verringerung von Reibungsverlusten

Erwartete Einsparungen	
Erdgas	- MWhHU/a
Heizöl, leicht	- MWhHU/a
Elektrische Leistung	- KW
Elektrische Arbeit	130 MWh/a
CO ₂	71 t/a
Wasser	- m ³ /a
Investitionen	
Gesamtinvestition	40.000 €
Anrechenbare Investition	40.000 €
Spezifische Investition	563 €/t (CO ₂)/a
Energiekosteneinsparung	11.700 €/a
Kapitalrendite	29 %

ANLAGE II – EXEMPLARISCHE ENTSCHEIDUNGSREGELN

Minimax-Kriterium

	z3	z4	z5	z6	z7	Zeilenminima
	-6,00 %	6,00 %	6,00 %	6,00 %	6,00 %	
	10,00 %	-10,00 %	10,00 %	8,00 %	19,00 %	
Alternative	385.602	195.581	385.602	385.602	359.247	
A1	39.983	97.201	123.769	119.910	146.058	39.983
A2	55.679	92.100	139.773	132.887	179.606	55.679
A3	67.349	35.597	148.612	132.308	243.320	35.597
A4	61.569	-19.944	141.172	117.951	276.084	-19.944
A5	55.675	-49.092	134.650	108.184	288.380	-49.092
A6	27.744	-99.424	105.526	76.068	276.249	-99.424
A7	-47.491	-209.254	28.344	-5.667	224.589	-209.254
A8	-72.394	-243.845	2.983	-32.314	206.420	-243.845

Lösung A2

Laplace-Kriterium

	z3	z4	z5	z6	z7	
	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
	-6,00 %	6,00 %	6,00 %	6,00 %	6,00 %	
	10,00 %	-10,00 %	10,00 %	8,00 %	19,00 %	
Alternative	385.602	195.581	385.602	385.602	359.247	
A1	7.997	19.440	24.754	23.982	29.212	21.077
A2	11.136	18.420	27.955	26.577	35.921	24.002
A3	13.470	7.119	29.722	26.462	48.664	25.087
A4	12.314	-3.989	28.234	23.590	55.217	23.073
A5	11.135	-9.818	26.930	21.637	57.676	21.512
A6	5.549	-19.885	21.105	15.214	55.250	15.447
A7	-9.498	-41.851	5.669	-1.133	44.918	-379
A8	-14.479	-48.769	597	-6.463	41.284	-5.566

Lösung A3

Hurwicz-Kriterium

Alternative	MAX	MIN
A1	29.212	7.997
A2	35.921	11.136
A3	48.664	7.119
A4	55.217	-3.989
A5	57.676	-9.818
A6	55.250	-19.885
A7	44.918	-41.851
A8	41.284	-48.769

$$\lambda \quad 0,6$$

$$1 - \lambda \quad 0,4$$

Alternative	MAX	MIN	Σ
A1	17.527	3.199	20.726
A2	21.553	4.454	26.007
A3	29.198	2.848	32.046
A4	33.130	-1.596	31.535
A5	34.606	-3.927	30.678
A6	33.150	-7.954	25.196
A7	26.951	-16.740	10.210
A8	24.770	-19.508	5.263

Lösung A3



VERSICHERUNG AN EIDES STATT

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Weitere Personen waren an der Abfassung der vorliegenden Arbeit nicht beteiligt. Die Hilfe eines Promotionsberaters habe ich nicht in Anspruch genommen. Weitere Personen haben von mir keine geldwerten Leistungen für Arbeit erhalten, die nicht als solche kenntlich gemacht worden sind.

Die Arbeit wurde bisher weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Zittau, 03.01.2011

Stephan Meyer
- Promovend -





