

Studien zu Umweltökonomie und Umweltpolitik

Band 3

**Umweltpolitik
und die Emissionen
von Luftschadstoffen**

**Eine empirische Analyse
für Westdeutschland**

**Von
Christian Lutz**



Duncker & Humblot · Berlin

CHRISTIAN LUTZ

Umweltpolitik und die Emissionen
von Luftschadstoffen

Studien zu Umweltökonomie und Umweltpolitik

Band 3

Umweltpolitik und die Emissionen von Luftschadstoffen

Eine empirische Analyse
für Westdeutschland

Von

Christian Lutz



Duncker & Humblot · Berlin

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Lutz, Christian:

Umweltpolitik und die Emissionen von Luftschadstoffen : eine empirische Analyse für Westdeutschland / von Christian Lutz. – Berlin : Duncker und Humblot, 1998
(Studien zu Umweltökonomie und Umweltpolitik ; Bd. 3)
Zugl.: Osnabrück, Univ., Diss., 1997
ISBN 3-428-09460-3

Alle Rechte vorbehalten
© 1998 Duncker & Humblot GmbH, Berlin
Fotoprint: Berliner Buchdruckerei Union GmbH, Berlin
Printed in Germany

ISSN 1435-0238
ISBN 3-428-09460-3

Gedruckt auf alterungsbeständigem (säurefreiem) Papier
entsprechend ISO 9706 ☹

Vorwort

Die Rückführung des Ausstoßes von Massenschadstoffen auf ein dauerhaft tragfähiges Niveau ist eine der zentralen Aufgaben einer nachhaltigen Umweltpolitik. Daß dazu Änderungen notwendig sind, ist klar. Welcher Weg konkret eingeschlagen werden soll und in welchem Zeitraum diese Reduktionen ohne massive ökonomische und soziale Verwerfungen stattfinden können, ist dagegen umstritten.

Die vorliegende Arbeit, die im Juli 1997 vom Fachbereich Wirtschaftswissenschaften der Universität Osnabrück als Dissertationsschrift angenommen wurde, zeigt gangbare Wege in eine nachhaltigere Zukunft auf. Sie entstand in den Jahren 1993 bis 1997 am Lehrstuhl für Makroökonomische Theorie, der von Herrn Prof. Dr. Bernd Meyer geleitet wird. Er hat das Dissertationsvorhaben ermöglicht und betreut. Dafür gilt ihm mein besonderer Dank. Herrn Prof. Dr. Reinhard Neck danke ich für die Übernahme des Korreferats.

Die Arbeit entstand im Rahmen des von der Volkswagen-Stiftung geförderten Forschungsprojekts „Umweltzertifikate oder Besteuerungslösungen? Wirkungen auf Umweltbelastungen, Wachstum und Struktur der Wirtschaft“. Der Volkswagen-Stiftung gilt deshalb mein Dank für die finanzielle Förderung.

Das Makro-Team hat durch die angenehme Arbeitsatmosphäre und viele hilfreiche Diskussionen ebenfalls zum Gelingen der Arbeit beigetragen. Hervorheben möchte ich Frau Dr. Carolin Vogt, Herrn Dr. Georg Ewerhart, Herrn Dr. Rainer Voßkamp und ganz besonderes Herrn Dipl.-Volkswirt Andreas Bockermann.

Abschließend danke ich meiner Familie, ohne die diese Arbeit gar nicht erst begonnen worden wäre, und der WG Roonstraße 10. Agnes Kenkel war mir während der gesamten Promotionsphase eine große Hilfe. Sie ertrug meine Launen sowie die häufige Abwesenheit und machte mir das Leben so angenehm wie möglich. Jana Franziska Kenkel hat dieser Arbeit Monate vor ihrer Geburt schließlich den letzten Schub gegeben.

Inhaltsverzeichnis

A. Einleitung.....	23
I. Problemstellung.....	23
II. Aufbau der Untersuchung.....	26
B. Der Stand der Debatte um die Reduktion von Luftschadstoffemissionen.....	29
I. Ökologische, umweltpolitische und umweltökonomische Grundlagen.....	29
1. Wirkungen erhöhter Luftschadstoffkonzentrationen.....	29
a) Abgrenzung und Problembereiche.....	29
b) Zusätzlicher Treibhauseffekt.....	30
c) Versauerung von Luft, Boden und Gewässern.....	32
d) Photosmog.....	33
e) Zusammenfassung.....	34
2. Umweltpolitische Reduktionsziele.....	35
a) Internationale Vereinbarungen.....	35
b) Nationale Reduktionsziele.....	36
3. Umweltökonomische Lösungsansätze.....	38
a) Umweltökonomische Grundkonzepte.....	39
b) Die standardorientierten Instrumente der Umweltpolitik: Auflagen, Abgaben und Zertifikate.....	41
c) Zum praktischen Einsatz umweltpolitischer Instrumente.....	43
d) Die Diskussion um eine ökologische Steuerreform.....	44
II. Ökonomische Modelle der Reduktion von Luftschadstoffen.....	47
1. Zur Auswahl der untersuchten Modelle.....	47
2. Die DIW-Studie "Ökosteuer - Sackgasse oder Königsweg?" (1994).....	48
a) Zielsetzung und methodisches Vorgehen.....	48

b) Ergebnisse	51
c) Kritik	52
d) Exkurs: Die Berechnung der ökologischen Folgewirkungen durch das ZEW (1996).....	55
3. Die ISI/DIW-Studie (1994).....	55
a) Zielsetzung und methodisches Vorgehen	55
b) Ergebnisse	57
c) Kritik.....	57
4. Allgemeine Gleichgewichtsmodelle.....	58
a) Grundlagen	58
b) Das EWI-Modell (1994).....	60
c) Das Modell von Conrad/Wang (1993/94).....	62
d) Das Modell von Böhringer/Rutherford (1994)	63
5. Modellvergleich und weiterer Forschungsbedarf.....	64
C. Die Analyse der Emissionsentwicklungen und ihrer Determinanten für die Jah- re 1978 bis 1990	68
I. Die Beschreibung der Datenbasis.....	68
1. Der emissionsrelevante Energieverbrauch als Verursacher der Emissio- nen	69
2. Kohlendioxidemissionen (CO ₂)	73
a) Die Emissionsfaktoren	73
b) Die Entwicklung der Emissionen.....	74
3. Stickoxidemissionen (NO _x).....	76
a) Die Entwicklung der Emissionsfaktoren	76
b) Die Entwicklung der Emissionen.....	78
4. Schwefeldioxidemissionen (SO ₂).....	80
a) Die Entwicklung der Emissionsfaktoren	80
b) Die Entwicklung der Emissionen.....	81
5. Kosten für Luftreinhaltung	83
a) Investitionen	83

b) Bruttoanlagevermögen, Abschreibungen und laufende Ausgaben	85
6. Zusammenfassung	86
II. Ex-post-Partialanalysen der Emissionsentwicklung und ihrer Determinanten	87
1. Die Rolle des emissionsrelevanten Energieverbrauchs	87
2. Der Beitrag technischer Maßnahmen zur Emissionsminderung	89
a) NO _x -Minderung durch technische Maßnahmen	89
b) SO ₂ -Minderung durch technische Maßnahmen	91
3. Der Beitrag der Energieträgersubstitution zur Emissionsminderung	93
4. Zusammenfassung	94
D. Die Prognose der Emissionsfaktoren bis 2005 als Erweiterung des Umweltmoduls von PANTA RHEI	97
I. Zur Vorgehensweise	97
1. Zur Problematik der ökonometrischen Schätzung der Emissionsfaktoren	97
2. Bestimmung von Anpassungsfunktionen für die Emissionsfaktoren	99
II. Technische Minderungspotentiale: Der bestmögliche Stand der Technik im Jahr 2005	100
1. Begriff und Abgrenzung	100
2. CO ₂ -Minderungspotentiale	101
3. NO _x -Minderungspotentiale	102
a) Straßenverkehr	102
b) Kraftwerke	106
c) Übrige Verbrennungsprozesse	107
d) Zusammenfassung	109
4. SO ₂ -Minderungspotentiale	110
a) Kohle	110
b) Übrige Energieträger	111
c) Zusammenfassung	112
III. Das Trendszenario	113
1. Zur Vorgehensweise	113

2. Die Entwicklung der NO _x -Emissionen.....	114
a) Straßenverkehr.....	114
b) Kraftwerke.....	116
c) Übrige Verbrennungsprozesse.....	117
d) Zusammenfassung.....	119
3. Die Entwicklung der SO ₂ -Emissionen.....	119
a) Kohle.....	119
b) Übrige Energieträger.....	119
c) Zusammenfassung.....	120
IV. Die Entwicklung der Emissionsfaktoren bei Einsatz ökonomischer Instru- mente.....	120
1. Die Reaktionsmöglichkeiten von Wirtschaftssubjekten auf steigende Emissionspreise.....	120
2. Allgemeine Anpassungshypothesen für die Emissionsfaktoren.....	122
a) Die Mängel einer einheitlichen, exponentiellen Anpassung.....	122
b) Die Einbeziehung der Schadstoffkostenkomponente.....	123
c) Die Einbeziehung technischer Komponenten.....	124
d) Die Einbeziehung des Umsetzungsgrads der besten verfügbaren Technik.....	125
e) Die Einbeziehung der Erneuerungsrate des Kapitalstocks.....	126
f) Zusammenfassung.....	127
3. Spezielle Anpassungshypothesen für die NO _x -Emissionsfaktoren.....	127
a) Straßenverkehr.....	127
b) Kraftwerke.....	128
c) Übrige Verbrennungsprozesse.....	129
d) Zusammenfassung.....	130
4. Spezielle Anpassungshypothesen für die SO ₂ -Emissionsfaktoren.....	131
a) Kraftwerke.....	131
b) Übrige Verbrennungsprozesse.....	132
c) Zusammenfassung.....	132

E. Simulationen mit dem im Umweltbereich erweiterten Modell PANTA RHEI	134
I. Das ökonomisch-ökologische Simulationsmodell PANTA RHEI.....	134
1. Der ökonomische Modellteil INFORGE	134
a) Das Konzept und die Datenbasis	134
b) Die Modellierung.....	136
c) Die exogenen Vorgaben	137
2. Das Energiemodul.....	138
a) Das Konzept und die Datenbasis	138
b) Die Modellierung.....	140
c) Die exogenen Vorgaben	143
3. Die Berechnung der Emissionen.....	143
4. Die Abbildung von Zertifikatslösungen	144
a) Unterschiedliche Ausgestaltungsmöglichkeiten von Zertifikatskonzepten	144
b) Das Zertifikatscheinmodell von Heister/Michaelis u. a. (1991).....	145
c) Die Modellierung für einzelne Schadstoffe	147
d) Die Einbeziehung weiterer Schadstoffe.....	150
e) Zur Interdependenz der Modellteile.....	151
5. Die Abbildung von Steuerlösungen	152
6. Zusammenfassung: Vorteile von PANTA RHEI im Modellvergleich.....	153
II. Die Basislösung.....	154
1. Gesamtwirtschaftliche Entwicklung	154
2. Energieverbrauch und CO ₂ -Emissionen	155
3. NO _x -Emissionen	157
4. SO ₂ -Emissionen	159
5. Zusammenfassung.....	160
III. Zertifikatslösungen.....	161
1. CO ₂ -Zertifikate	161
a) Preiseffekte.....	161
b) Wirkungen auf Energieverbrauch und Emissionen	163

c) Sektorale Mengeneffekte.....	166
d) Gesamtwirtschaftliche Effekte.....	169
e) Zusammenfassung.....	170
2. NO _x -Zertifikate.....	171
a) Preiseffekte.....	171
b) Wirkungen auf Energieverbrauch und Emissionen.....	173
c) Sektorale Mengeneffekte.....	174
d) Gesamtwirtschaftliche Effekte.....	177
e) Sensitivitätsanalyse: Variation der technischen Anpassungsgeschwindigkeit.....	178
f) Sensitivitätsanalyse: Variation der Zertifikatsmenge.....	180
g) Zusammenfassung.....	181
3. SO ₂ -Zertifikate.....	182
a) Preiseffekte.....	183
b) Wirkungen auf Energieverbrauch und Emissionen.....	184
c) Sektorale Mengeneffekte.....	185
d) Gesamtwirtschaftliche Effekte.....	187
e) Sensitivitätsanalyse: Variation der technischen Anpassungsgeschwindigkeit.....	187
f) Sensitivitätsanalyse: Variation der Zertifikatsmenge.....	189
g) Zusammenfassung.....	190
4. Zertifikatslösungen für mehrere Schadstoffe.....	190
a) CO ₂ - und NO _x -Zertifikate.....	191
b) CO ₂ - und SO ₂ -Zertifikate.....	193
c) NO _x - und SO ₂ -Zertifikate.....	195
d) CO ₂ -, NO _x - und SO ₂ -Zertifikate.....	196
e) Zusammenfassung.....	197
5. Die Ergebnisse der Zertifikatslösungen im Überblick.....	197
IV. Steuerlösungen.....	199
1. CO ₂ -Steuern.....	199
a) Unterschiede zur entsprechenden Zertifikatslösung.....	199