

# Umweltpolitik und die Emissionen von Luftschadstoffen

Eine empirische Analyse  
für Westdeutschland

SUB Hamburg



A/486800

Von

Christian Lutz



Duncker & Humblot · Berlin

## 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 Jahre 1978 bis 1990 .....	68
I. Die Beschreibung der Datenbasis.....	68
1. Der emissionsrelevante Energieverbrauch als Verursacher der Emissionen .....	69
2. Kohlendioxidemissionen (CO <sub>2</sub> ) .....	73
a) Die Emissionsfaktoren .....	73
b) Die Entwicklung der Emissionen.....	74
3. Stickoxidemissionen (NO <sub>x</sub> ).....	76
a) Die Entwicklung der Emissionsfaktoren .....	76
b) Die Entwicklung der Emissionen.....	78
4. Schwefeldioxidemissionen (SO <sub>2</sub> ).....	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 <sub>x</sub> -Minderung durch technische Maßnahmen.....	89
b) SO <sub>2</sub> -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 ökonomischen 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 <sub>2</sub> -Minderungspotentiale.....	101
3. NO <sub>x</sub> -Minderungspotentiale.....	102
a) Straßenverkehr.....	102
b) Kraftwerke.....	106
c) Übrige Verbrennungsprozesse.....	107
d) Zusammenfassung.....	109
4. SO <sub>2</sub> -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 <sub>x</sub> -Emissionen.....	114
a) Straßenverkehr.....	114
b) Kraftwerke.....	116
c) Übrige Verbrennungsprozesse.....	117
d) Zusammenfassung.....	119
3. Die Entwicklung der SO <sub>2</sub> -Emissionen.....	119
a) Kohle.....	119
b) Übrige Energieträger.....	119
c) Zusammenfassung.....	120
IV. Die Entwicklung der Emissionsfaktoren bei Einsatz ökonomischer Instrumente.....	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 <sub>x</sub> -Emissionsfaktoren.....	127
a) Straßenverkehr.....	127
b) Kraftwerke.....	128
c) Übrige Verbrennungsprozesse.....	129
d) Zusammenfassung.....	130
4. Spezielle Anpassungshypothesen für die SO <sub>2</sub> -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 <sup>™</sup> .....	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 <sub>2</sub> -Emissionen .....	155
3. NO <sub>x</sub> -Emissionen .....	157
4. SO <sub>2</sub> -Emissionen .....	159
5. Zusammenfassung.....	160
III. Zertifikatslösungen.....	161
1. CO <sub>2</sub> -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 <sub>x</sub> -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 <sub>2</sub> -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 <sub>2</sub> - und NO <sub>x</sub> -Zertifikate.....	191
b) CO <sub>2</sub> - und SO <sub>2</sub> -Zertifikate.....	193
c) NO <sub>x</sub> - und SO <sub>2</sub> -Zertifikate.....	195
d) CO <sub>2</sub> -, NO <sub>x</sub> - und SO <sub>2</sub> -Zertifikate.....	196
e) Zusammenfassung.....	197
5. Die Ergebnisse der Zertifikatslösungen im Überblick.....	197
IV. Steuerlösungen.....	199
1. CO <sub>2</sub> -Steuern.....	199
a) Unterschiede zur entsprechenden Zertifikatslösung.....	199

b) Simulationen mit unterschiedlichen Steuersätzen in 2005 .....	200
c) Simulationen mit unterschiedlichen Steuerpfaden .....	201
2. NO <sub>x</sub> -Steuern .....	202
a) Unterschiede zur entsprechenden Zertifikatslösung .....	203
b) Simulationen mit unterschiedlichen Steuersätzen in 2005 .....	205
3. SO <sub>2</sub> -Steuern .....	206
4. Steuern für mehrere Schadstoffe .....	207
a) CO <sub>2</sub> - und NO <sub>x</sub> -Steuern .....	207
b) CO <sub>2</sub> -, NO <sub>x</sub> - und SO <sub>2</sub> -Steuern .....	209
5. Zusammenfassung .....	210
F. Zusammenfassung und Ausblick .....	212
Literaturverzeichnis .....	218
Sachregister .....	229