

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	i
Inhaltsverzeichnis	iii
Figurenverzeichnis	viii
Tabellenverzeichnis	x
Variablenverzeichnis . . . . .	.xi

TEIL I: EINFÜHRUNG 1

1 Problemstellung	3
1.1 Das Externalitätenproblem	4
1.2 Beitrag der Umweltökonomik	6
2 Wohlfahrtstheoretische Grundlagen	9
2.1 Wohlfahrtsmaximierung als Ziel gesellschaftlichen Handelns	9
2.2 Individuelle Nutzen und soziale Wohlfahrt	11
2.3 Externe Effekte	17
2.4 Umweltqualität als Ziel der Wirtschaftspolitik	21
3 Probleme bei umweltökonomischen Analysen	25
3.1 Darstellung ökonomisch-ökologischer Zusammenhänge	25
3.2 Aggregation umweltökonomischer Partialuntersuchungen	29
3.3 Umweltverschmutzung als dynamisches Problem	34
3.3.1 Die Kritik von Pearce	34
3.3.2 Funktionen der Umwelt	36
3.3.3 Dynamische Umweltmodelle	37
3.4 Fazit	39

4	Akkumulation und Assimilation von Schadstoffen	.41
4.1	Das Konzept der Assimilationsfähigkeit	.43
4.1.1	Der natürliche Abbau von Schadstoffen	.43
4.1.2	Formale Darstellung der Assimilationskapazität	.47
4.2	Wahrnehmungs- und Irreversibilitätenproblem	.50
4.3	Definition und formale Darstellung der Assimilationskapazität	.52
4.4	Darstellung des Irreversibilitätenproblems	.55
4.5	Folgerungen für das weitere Vorgehen	.56

TEIL II: LANGFRISTIG OPTIMALE ALLOKATION DER UMWELT 59

5	Grundlagen für ein dynamisches Allokationsmodell	.61
5.1	Die Umweltnutzung als intertemporales Allokationsproblem	.61
5.2	Die Wohlfahrtsfunktion	.63
5.3	Produktionstheoretische Grundlagen	.64
5.3.1	Produktionsfunktion	.64
5.3.2	Emissionsfunktion	.65
5.3.3	Exkurs: Zum Verlauf der Emissionsfunktion	.66
5.3.4	Schadstoffbeseitigungsfunktion	.69
5.3.5	Ressourcenrestriktion	.69
5.4	Schadstoffakkumulation und Assimilationsfähigkeit	.70
5.5	Umweltqualität	.72
5.5.1	Die Umweltqualitätsfunktion	.72
5.5.2	Immissionen von Schall- und Lichtwellen	.75
5.6	Der Transformationsraum mit Umweltqualität	.76
6	Ein einfaches dynamisches Allokationsmodell	.79
6.1	Das Modell	.79
6.2	Implikationen zum Schattenpreis für die Umweltnutzung	.87
6.3	Modellanalyse über Strategien für eine langfristige optimale Nutzung der Umwelt	.92
6.3.1	Steady State-Bedingung $-\dot{\mu}=0$	.93

6.3.2	Steady State-Bedingung $\dot{S}=0$	97
6.3.3	Langfristiges Gleichgewicht	101
6.4	Ein Vergleich mit dem "Siebert-Modell"	105
7	Ergänzungen zum einfachen Allokationsmodell	107
7.1	Technischer Fortschritt	108
7.2	Berücksichtigung der Kapitalbildung	109
7.2.1	Ein Modell mit Kapital- und Konsumgütern	109
7.2.2	Die Ramsey-Regel für den optimalen Konsumpfad	114
7.2.3	Umweltnutzung und Kapitalakkumulation	115
7.3	Abbau von Rohstoffen	116
7.4	Irreversibilitäten in der Schadstoffakkumulation	120
7.5	Betrachtungen zur interregionalen Schadstoffproblematik	124
7.6	Schlussbetrachtung zu den bisherigen Modell-Erkenntnissen	126
 TEIL III: INTERTEMPORALE EXTERNALITÄTEN UND NACHHALTIGE UMWELTNUTZUNG		 131
8	Spezielle intertemporale Aspekte des Externalitätenproblems . . .	133
8.1	Umweltnutzung als intertemporale Verteilungsfrage	133
8.2	Altlasten und intertemporale externe Kosten	135
8.2.1	Problemstellung	135
8.2.2	Abgrenzung der Begriffe	137
8.2.3	Die marginalen intertemporalen externen Kosten	140
8.3	Bemerkung zur sozialen Diskontrate	142
8.4	Abgeltung zwischen den Generationen	143
8.5	Grundlagen für eine bestmögliche Umweltpolitik	145
9	Volkswirtschaftliche Kosten alternativer Möglichkeiten der Umweltnutzung	149
9.1	Dynamische Externalitäten	149
9.2	Darstellung möglicher Alternativen für die Umweltnutzung	154
9.2.1	Verzichts-Strategie	157

9.2.2	Verschmutzungs-Strategie	158
9.2.3	Strategie für ein "nachhaltiges Wachstum"	159
9.3	Zur optimalen Strategie-Wahl	161
9.3.1	Gegenüberstellung der Strategien	162
9.3.2	Kontinuierliche Darstellung der Kostenfolgen	163
9.3.3	Darstellung der optimalen Investitionspfade	165
9.4	Vergleich der Strategien	169
9.4.1	Formaler Vergleich	169
9.4.2	Graphischer Vergleich	174
9.4.3	Folgerungen für die Strategie-Wahl	175
9.5	Möglichkeiten für eine nachhaltige Umweltpolitik	177
10	Modell zur Bestimmung einer bestmöglichen Schadstoffsteuer	181
10.1	Problemstellung	181
10.2	Verbreitung neuer Technologien	182
10.2.1	Technischer Fortschritt als Innovations- und Diffusionsprozess	182
10.2.2	Zum Vintage-Ansatz	184
10.2.3	Bestimmungsgründe für die Diffusion	185
10.3	Grundlagen für die Modellspezifikation	186
10.3.1	Die Zielfunktion	188
10.3.2	Die Restriktionen	190
10.3.3	Das Operationalisierungsproblem	192
10.4	Das Grundmodell	194
10.4.1	Bestimmung des Emissionssteuersatzes	196
10.4.2	Berücksichtigung mehrerer Schadstoffe	199
10.4.3	Faktor-Abhängigkeit der Emissionen	201
10.5	Anpassungskosten	203
10.6	Fazit	207
11	Ansatz für die Bestimmung sozialer Kosten energiebedingter Luftverschmutzung in der Schweiz	209
11.1	Vorbemerkungen	209
11.2	Modell zur Bestimmung "sozialer Kosten energiebedingter Luftverschmutzung"	210
11.2.1	Besonderheiten für die Modellspezifikation	210

11.2.2	Produktions- und Kostenfunktionen	.212
11.2.3	Schadstoffausstoss und -vermeidung	.217
11.2.4	Das Optimierungsproblem	.222
11.3	Die Luftreinhaltepolitik des Bundes	.227
11.4	Luftschadstoffe in der Schweiz	.231
11.4.1	Immissionsmessungen in der Schweiz	.231
11.4.2	Quellen der Luftverschmutzung in der Schweiz	.235
11.4.3	Verfrachtungen von Luftschadstoffen	.242
11.5	Exkurs: Berücksichtigung regionaler Strukturen	.245
11.6	Möglichkeiten für das weitere Vorgehen	.247
12	Schlussbetrachtungen	.253
12.1	Zusammenfassung	.253
12.2	Ergänzungen im Hinblick auf eine spätere Quantifizierung	.257
12.3	Ergänzung zum globalen Klimaproblem	.258
12.4	Schlussbemerkung	.259
ANHANG		.261
ANHANG :	Zur Kontrolltheorie	.263
A.1	Das Kontrollproblem	.263
A.2	Notwendige Optimalitätsbedingungen — Das Maximum-Prinzip	.265
A.3	Ergänzende Betrachtungen	.269
A.3.1	Nebenbedingung beim statischen Optimierungsproblem	.269
A.3.2	Zusatzrestriktionen im dynamischen Modell	.270
A.3.3	Unendlicher Zeithorizont	.270
A.3.4	Notwendige Optimalitätsbedingungen in laufenden Werten	.271
Literaturnachweis		.275

Figurenverzeichnis

Figur 2.1:	Indifferenz-Kurve und individuelles Konsumoptimum	12
Figur 2.2:	Die Kontraktkurve im Schachteldiagramm (Edgeworth-Box)	13
Figur 2.3:	Nutzenmöglichkeitenkurve und gesellschaftliche Indifferenzkurven	15
Figur 2.4:	Wohlfahrt und Produktionsoptimum	15
Figur 2.5:	Nutzenmöglichkeiten bei externen Effekten ("Externalitäten im Konsumbereich")	17
Figur 2.6:	Produktionsmöglichkeiten bei externen Effekten ("Externalitäten im Produktionsbereich")	18
Figur 2.7:	"Versagen" des Preissystems bei nicht-konvexen Transformationskurven	19
Figur 3.1:	Die ökonomisch-ökologische Wirkungskette	26
Figur 4.1:	Die Energetik der Verschmutzung — Schema der Wirkung von zwei Arten der Verschmutzung	44
Figur 4.2:	Proportionale Abbaurate und Schadstoffstock	47
Figur 4.3:	Assimilationskapazität und Schadstoffstock	48
Figur 4.4:	Assimilation und Akkumulation	53
Figur 5.1:	Produktions- und Emissionsfunktion	66
Figur 5.2:	Die Assimilationsfunktion	71
Figur 5.3:	Umweltqualitätsfunktion	73
Figur 5.4:	Transformationsraum mit Umweltqualität	76
Figur 6.1:	Verlauf der $-\dot{\mu}=0$ -Kurve im $-\mu/S$ -Diagramm	94
Figur 6.2:	Schattenpreis für die Immissionen bei stabilem Umwelt- zustand	98
Figur 6.3:	Wohlfahrtsoptimum und Anpassungsprozesse im dynamischen Allokationsmodell	102
Figur 6.4:	Steady State-Bedingungen im "Siebert-Modell"	106
Figur 7.1:	Regenerationsfunktion	117

Figur 7.2:	Wohlfahrtsoptimum und Anpassungsprozesse bei Irreversibilitäten . . . . .	.122
Figur 7.3:	Relative Unterschiede bezüglich Umweltpräferenz und Emissionstechnologie . . . . .	.125
Figur 7.4:	Langfristig optimale Schadstoffakkumulation im dynamischen Allokationsmodell . . . . .	.127
Figur 8.1:	Intertemporale externe Kosten und Altlasten . . . . .	.139
Figur 8.2:	Marginale externe Kosten und Opportunitätskosten der Verschmutzung . . . . .	.146
Figur 9.1:	“Dynamische Externalitäten” . . . . .	.152
Figur 9.2:	Bestimmung des optimalen Aktivitätsniveaus . . . . .	.167
Figur 9.3:	“Strategien-Vergleich” . . . . .	.171
Figur 9.4:	Steady State-Bedingungen des dynamischen Allokationsmodells aus Kapitel 6 . . . . .	.175
Figur 10.1:	Darstellung der Opportunitätskosten anhand der totalen Wohlfahrtsverluste . . . . .	.189
Figur 10.2:	Anpassungskosten in der Gegenwartsperiode . . . . .	.203
Figur 11.1:	Zweistufiges Konzept der Luftreinhaltung . . . . .	.228
Figur 11.2:	Immissionsmessungen 1987/88: Stickstoffdioxid . . . . .	.236
Figur 11.3:	Immissionsmessungen 1987/88: NO₂-Immissionen nach Standorttypen . . . . .	.237
Figur 11.4:	Immissionsmessungen 1987/88: Schwefeldioxid . . . . .	.238
Figur 11.5:	Immissionsmessungen 1987/88: SO₂-Immissionen nach Standorttypen . . . . .	.239
Figur 11.6:	Immissionsmessungen 1987/88: Ozon . . . . .	.240
Figur 11.7:	Immissionsmessungen 1987/88: O₃-Immissionen nach Standorttypen . . . . .	.241

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1:	Luftschadstoffe und Schadenskategorien	30
Tabelle 3.2:	Hauptergebnisse der Analyse von Gysin zur Bewertung von energiebedingten Schäden	31
Tabelle 3.3:	Kosten der Luftverschmutzung — ein Vergleich zwischen Gysin und Wicke	32
Tabelle 11.1:	Immissionsgrenzwerte der Luftreinhalteverordnung (LRV) .	230
Tabelle 11.2:	Immissionsmesswerte in der Schweiz: Übersicht über die Messorte (nach Kantonen)	234
Tabelle 11.3:	Gesamtemissionen der LRV-Leitsubstanzen	243
Tabelle 11.4:	Heutige Schwefeldioxid- und Stickstoffdioxid-Immissionen in der Schweiz	245
Tabelle 11.5:	Emissionen 1950, 1960 und 1984 (Tonnen pro Jahr)	249
Tabelle 11.6:	Emissionen nach Quellengruppen 1984	250