

Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems

Managing Editors: M. Beckmann and W. Krelle

214

Malte Faber
Horst Niemes
Gunter Stephan

unter Mitarbeit von Lutz Freytag

FB Mathematik TUD



58200620

Entropie, Umweltschutz und Rohstoffverbrauch

Eine naturwissenschaftlich ökonomische Untersuchung

Fachbereich Mathematik
Technische Hochschule Darmstadt
Bibliothek

Inv.-Nr. 8 19670



Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York Tokyo 1983

G l i e d e r u n g

Vorwort

0.	Einleitung: Ausgangspunkt, Ziele und Inhaltsangabe	1
0.1	Ausgangspunkt und Ziele	1
0.2	Inhaltsangabe	4

Teil I: UMWELTSCHUTZ

1.	Eine Einführung in dynamische Umweltmodelle	11
1.1	Die Beziehungen zwischen dem Ökosystem und seinem ökonomischen Subsystem	12
1.2	Einige Ansätze für die zeitliche Analyse der Umweltnutzung	16
1.2.1	Umwelt als Rohstofflieferant	16
1.2.2	Die Umwelt als Schadstoffempfänger und als Lieferant öffentlicher Güter	19
1.2.2.1	Die Akkumulation von Schadstoffen	20
1.2.2.2	Ein Optimierungsmodell	22
1.2.3.	Umweltmodelle mit Kapitalakkumulation	25
1.2.3.1	Natürliche Entsorgung	26
1.2.3.2	Recycling	30
2.	Unser Modellansatz: ein disaggregiertes Umwelt-Kapital-Modell	33
2.1	Das Ausgangsmodell	34
2.1.1	Die Technologie	34
2.1.2	Der Umweltbereich	38
2.1.2.1	Transformation von Emissionen in Immissionen: die Diffusionsfunktion	39
2.1.2.2	Einwirkungen der Immissionen auf den Umweltgüterstrom: die Schadensfunktion	40
2.1.3	Allokative Auswirkungen marginaler Umstellungen des Produktionsprogramms	41
2.2	Modellerweiterungen	47
2.2.1	Kapitalgut im Entsorgungssektor	48
2.2.1.1	Die Technologie	48
2.2.1.2	Optimalbedingungen	49
2.2.2	Schadstoffe	52
2.2.3	Der Mehrschadstoff-Fall bei zentraler Entsorgung	54
2.2.3.1	Zuordnung der Entsorgungskosten	54
2.2.3.2	Betriebs- und volkswirtschaftliche Gesichtspunkte bei der Zuordnung von Entsorgungskosten und Umweltbelastungen	56
2.2.4	Lokale und zentrale Entsorgungsmaßnahmen	59
Anhang:	Restriktionen und Optimalbedingungen	62

Teil II: ENTROPIE UND UMWELTNUTZUNG	65
3. Der Entropiebegriff	71
3.1 Thermodynamik	71
3.2 Energie, GIBBSsche Fundamentalform, intensive und extensive Größen	73
3.3 Entropie und ein Beispiel: die Diffusion von Gasen	77
3.4 Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik	80
3.5 Irreversibilität ökonomischer Prozesse und Unmöglichkeit des Schlaraffenlandes	83
3.6 Negativer Entropiefluß	85
3.7 Entropie, Ordnung und Information	88
3.8 Anwendungen des Entropieansatzes zur Charakterisierung der Umwelt als Schadstoffempfänger	89
3.8.1 Entropie und Gleichgewicht	90
3.8.2 Der Entropieansatz als Instrument zur Erfassung von Störungen des Gleichgewichts	91
4. Anwendung des Entropieansatzes zur Charakterisierung der Umwelt als Rohstofflieferant	93
4.1 Rohstoffkonzentration und Faktoreinsatz bei der Rohstoffgewinnung	94
4.1.1 Der Extraktionsvorgang als Umkehrung des Diffusionsvorgangs	94
4.1.2 Die Entropieänderung in Abhängigkeit von der Rohstoffkonzentration	96
4.1.3 Der Energiebedarf beim Extraktionsvorgang	101
4.1.4 Der Faktoreinsatz bei der Rohstoffgewinnung	105
4.2 Entropieänderung im Umweltbereich durch die Rohstoffentnahme	109
Anhang: Wertetabellen für Abschnitt 4.1.2	114
Teil III: NUTZUNG KNAPPER ROHSTOFFMENGEN MIT ABNEHMENDER ROHSTOFFKONZENTRATION	117
5. Die Integration der Rohstoffproblematik in ein disaggregiertes Kapital-Modell	120
5.1 Die Modellstruktur	120
5.1.1 Der Rohstoffsektor	122
5.1.2 Die Rohstoffmengen und -konzentrationen im Umweltbereich	125
5.2 Das Restriktionsgleichungssystem	128
6. Ablösungen von Techniken über die Zeit	132
6.1 Der Übergang von Technik T_1 zu Technik T_2 und dessen Auswirkungen auf das ökonomische System	133
6.1.1 Schema von Ablösungsprozessen im Rohstoffmodell	133
6.1.2 Auswirkungen von Ablösungsprozessen im Rohstoffmodell auf ökonomische Eckdaten	134

6.2	Notwendige Bedingungen für eine Ablösung von Techniken	139
7.	Optimalbedingungen für die Ablösung von Techniken bei knappen Rohstoffen mit abnehmender Konzentration	143
7.1	Die Optimalbedingungen	143
7.2	Interpretation der Optimalbedingungen	145
7.2.1	Modellvariante I	145
7.2.2	Modellvariante II	150
Teil IV: UMWELTSCHUTZ UND ROHSTOFFE		155
8.	Wechselbeziehungen zwischen Umweltschutz und Rohstoffnutzung, dargestellt am Beispiel Recycling und Deponierung	157
8.1	Optimaler Rohstoffverbrauch und Umweltschutz in einem Umwelt-Rohstoff-Modell	158
8.1.1	Das Modell	158
8.1.2	Die Optimalbedingungen	160
8.2	Wechselbeziehungen zwischen Umweltschutz und Rohstoffverbrauch unter Einbeziehung von Recycling und Deponierung	163
8.2.1	Recycling in unserem Umweltschutz-Rohstoff-Modell	164
8.2.2	Allokative Aspekte des Recycling	167
8.2.3	Die Deponierung als flankierende Maßnahme zum Recycling	173
8.3	Ausblick	175
Literaturverzeichnis		176