

Energiewirtschaft

Einführung in Theorie und Politik

von

Prof. Dr. Wolfgang Ströbele

Universität Münster

Prof. Dr. Wolfgang Pfaffenberger

Jacobs University Bremen

Dr. Michael Heuterkes

Alpiq Energie Deutschland, Düsseldorf

3., überarbeitete und aktualisierte Auflage

Oldenbourg Verlag München

Inhaltsverzeichnis

1	Das Energieproblem	1
1.1	Natürlicher und anthropogener Energieumsatz	2
1.2	Energie aus natur- und ingenieurwissenschaftlicher Sicht	4
1.3	Energie aus historischer Sicht	7
1.3.1	Allgemeine Entwicklung	7
1.3.2	Entwicklung in Deutschland	9
1.4	Energie aus ökonomischer Sicht	10
2	Energiebilanzen	15
2.1	Struktur einer Energiebilanz	15
2.2	Elemente einer Energiebilanz	16
2.2.1	Umwandlungssektor und Sekundärenergie	17
2.2.2	Endenergie	18
2.2.3	Nutzenergie	18
2.3	Aggregations- und Bewertungsprobleme	19
2.4	Die Deutsche Energiebilanz 2009	21
3	Energieträger als erschöpfbare Ressourcen	23
3.1	Erschöpfbare Ressourcen und Weltenergieversorgung	23
3.1.1	Ressourcenbasis, Exploration, Reserven	23
3.1.2	Exkurs: Abdiskontierung von Zahlungen zu verschiedenen Zeitpunkten .	28
3.2	Das Hotelling-Modell der Ressourcenökonomik	30
3.2.1	Intertemporale Allokation aus der Sicht des Ressourcenanbieters	30
3.2.2	Das Hotelling-Modell aus gesamtwirtschaftlicher Sicht	34
3.3	Energie als „wesentliche Ressource“	41
3.3.1	Berücksichtigung von Kapitalverschleiß	41
3.3.2	Substitutionselastizität für Energie	42
3.4	Mögliche Backstop-Techniken	43
3.5	Bedeutung der Erschöpfbarkeit in Energiemärkten	45

4	Energie und Umweltrestriktionen	47
4.1	Umweltökonomik und Umweltpolitik	47
4.2	Energie und Umwelteffekte	57
4.3	Umwelteffekte bei der Förderung und Weiterverarbeitung am Beispiel von Erdöl	58
4.4	Emissionen und Vermeidungstechniken	59
4.4.1	Schwefeldioxid	60
4.4.2	Kohlenwasserstoffe und Staubpartikel	61
4.4.3	Stickoxide	61
4.4.4	Kohlendioxid	62
4.5	Realistische Ziele der Klimapolitik für CO ₂	65
4.6	Das CO ₂ -Problem aus ressourcenökonomischer Sicht	67
5	Energiehandel und Terminkontrakte	71
5.1	Handel auf Terminmärkten	72
5.1.1	Forwards	73
5.1.2	Futures	73
5.1.3	Swaps	74
5.1.4	Optionen	74
5.2	Bewertung von Terminmarktkontrakten	75
5.2.1	Bildung einer Preiserwartung	75
5.2.2	Beziehungen zwischen Terminpreis und Underlying	82
5.2.3	Ableitung einer Bewertungsformel für einen Terminpreis	85
5.2.4	Kalibrierung der Modelle	85
5.3	Risikomanagementstrategien	86
5.3.1	Umsetzbarkeit von Risikomanagementstrategien	86
5.3.2	Sicherungsverkauf und Sicherungskauf	87
5.3.3	Basisrisiko	88
5.3.4	Absicherung über Optionen	91
5.4	Marktdesign von Energiemärkten	93
6	Stein- und Braunkohle	95
6.1	Merkmale des Energieträgers	95
6.1.1	Eigenschaften	95
6.1.2	Reserven	96
6.2	Entwicklung der Kohlemärkte	97
6.2.1	Deutsche Steinkohle	97
6.2.2	Internationaler Steinkohlehandel	98
6.3	Nachfrage	101

6.4	Angebot	102
6.4.1	Förderung in Deutschland	102
6.4.2	Weltweite Anbieter	104
6.4.3	Umwelteffekte durch Kohleabbau	107
6.5	Determinanten der Preisbildung	108
6.6	Handel	109
6.6.1	Handelsplätze	109
6.6.2	Bedeutung von Transportkosten für Handelsplätze	111
7	Erdöl	115
7.1	Merkmale des Energieträgers	115
7.1.1	Entstehung und Zusammensetzung	115
7.1.2	Reserven und die Erschöpfbarkeit von Erdöl	115
7.1.3	Chemische Eigenschaften von Erdöl	117
7.2	Historische Entwicklung des Ölmarkts	118
7.3	Nachfrage	123
7.3.1	Bedeutung von Erdöl	124
7.3.2	Situation in Deutschland	125
7.4	Angebot	127
7.4.1	Förderung	128
7.4.2	Transport	131
7.4.3	Lager	133
7.4.4	Mineralölverarbeitung	134
7.5	Bestimmungsfaktoren der Ölpreise	136
7.5.1	Historische Ölpreissprünge	136
7.5.2	Erklärungsansätze der Ölpreisentwicklung	137
7.6	Handel	143
7.6.1	Referenzsorten	143
7.6.2	Die Märkte für Brent	146
8	Erdgas	149
8.1	Merkmale des Energieträgers	149
8.1.1	Definition	149
8.1.2	Reserven	150
8.1.3	Vergleich von Erdgas und Mineralöl	151
8.2	Entwicklung des Erdgasmarkts	152
8.2.1	Einführung	152
8.2.2	Entwicklung in Deutschland	153
8.2.3	Traditionelle Marktstruktur in Deutschland	154
8.2.4	Auswirkungen der klassischen Marktstruktur	156
8.2.5	Regulierung des Netzzugangs und die Liberalisierung	159

8.3	Nachfrage	162
8.4	Angebot.....	165
8.4.1	Förderung	166
8.4.2	Transport	168
8.4.3	Klassische Ausgestaltung internationaler Gasprojekte	170
8.4.4	Gasspeicher	173
8.5	Handel	174
8.5.1	Gashandel an physischen Hubs	175
8.5.2	Gashandel in Deutschland	176
9	Urannutzung und Kernenergie	183
9.1	Merkmale des Energieträgers	183
9.1.1	Kernenergiegewinnung durch kontrollierte Kernspaltung	183
9.1.2	Reserven	184
9.2	Geschichte der Kernenergienutzung	184
9.3	Nachfrage	188
9.4	Angebot.....	190
9.4.1	Förderung	190
9.4.2	Konversion	191
9.4.3	Anreicherung.....	192
9.4.4	Verwendung	193
9.4.5	Entsorgung und Wiederaufbereitung	194
9.5	Bestimmungsfaktoren der Uranpreise	198
9.6	Umwelteffekte der Kernenergie.....	200
10	Erneuerbare Energieträger	203
10.1	Merkmale und Potentiale	203
10.1.1	Merkmale erneuerbarer Energieträger	203
10.1.2	Potentiale erneuerbarer Energien	204
10.2	Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland	206
10.3	Nachfrage	209
10.4	Angebot.....	210
10.4.1	Vergleich erneuerbarer Energieträger	210
10.4.2	Auswirkungen der Förderung von erneuerbaren Energieträgern	213
10.5	Förderung von Erneuerbaren Energien	215
10.5.1	Legitimierung der Förderung Erneuerbarer Energien	215
10.5.2	Fördersysteme Erneuerbarer Energien	218
10.5.3	Das Fördersystem in Deutschland.....	221

11	Elektrizitätswirtschaft	227
11.1	Merkmale des Stromsektors	227
11.2	Historische Entwicklung des Strommarktes	229
11.3	Verbund- und Verteilungsnetz	233
11.3.1	Technische Grundlagen	233
11.3.2	Netzengpässe	235
11.4	Nachfrage	239
11.4.1	Bestimmungsfaktoren der Nachfrage	239
11.4.2	Die Jahresdauerlinie	241
11.4.3	Nachfragesituation in Deutschland	242
11.5	Angebot	243
11.5.1	Erzeugungsalternativen	243
11.5.2	Investitionen in Kraftwerke	247
11.5.3	Kurzfristige Angebotsplanung	249
11.5.4	Exkurs: Kraft-Wärme-Kopplung	252
11.6	Marktdesign und Handel	254
11.6.1	Offenes Handelsmodell	255
11.6.2	Das Pool-Modell	260
11.7	Spezielle Probleme	261
11.7.1	Auswirkungen von Marktmacht auf der Erzeugerebene im Strommarkt ..	261
11.7.2	Auswirkungen des unbedingten Vorrangs für EEG-Strom	264
12	Sektorale Energienachfrage und -bedarfsprognosen	273
12.1	Nachfrage nach Energiedienstleistungen	273
12.2	Industrie	278
12.3	Haushalte und Kleinverbraucher	280
12.3.1	Private Haushalte	280
12.3.2	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)	281
12.4	Verkehr	282
12.5	Nationale und weltweite Energiebedarfsprognosen	285
13	Grundlagen der Regulierungstheorie	291
13.1	Natürliches Monopol	291
13.2	Gesamtwirtschaftlich optimale Preise	296
13.3	Angewandte Regulierungstheorie	298
13.3.1	Das unregulierte Monopol als Referenzsystem	298
13.3.2	Rate-of-Return Regulierung (ROR) und der Averch-Johnson-Effekt	299
13.3.3	Andere Formen der Regulierung	302

13.4	Regulierung des Zugangs zu Strom- und Erdgasnetzen	308
13.4.1	Netznutzung für Erdgas versus Strom	309
13.4.2	Methoden der Effizienzschätzung	313
14	Zur Begründung von Energiepolitik	319
14.1	Entwicklung des Ordnungsrahmens	320
14.2	Der europäische energiepolitische Rahmen	321
14.2.1	Der Vertrag von Lissabon	321
14.2.2	Netzinfrasturktur	322
14.2.3	Wettbewerb und Regulierung	322
14.2.4	Klimaschutz	323
14.2.5	Erneuerbare Energie und Energieeffizienz	324
14.3	Der Ordnungsrahmen in Deutschland	324
14.4	Verringerung der Substitutionskosten	325
14.4.1	Substitutionshemmnisse	325
14.4.2	Energiebesteuerung	327
14.4.3	Effizienzstandards	328
14.4.4	Energiemix	328
14.4.5	Förderprogramme	330
14.5	Wettbewerbsförderung	331
14.5.1	Energiewirtschaft und natürliches Monopol	331
14.5.2	Regulierung der Energienetze	335
14.5.3	Regulierung der Umweltnutzung	336
14.6	Förderung der wirtschaftlichen Entwicklung	336
14.7	Förderung der Integration	337
15	Klimaschutzpolitik	339
15.1	Der „Schadstoff“ CO ₂	342
15.2	Das Kyoto-Protokoll	345
15.3	Das Europäische Lastenverteilungsabkommen	348
15.4	Der CO ₂ -Emissionshandel in der EU	349
15.4.1	Wirkungen des EU-CO ₂ Handelssystems	353
15.4.2	Ersetzen der Ökosteuer durch CO ₂ -Emissionshandel	356
15.4.3	Koordinierung mit anderen Instrumenten	356
15.4.4	Andere Zuteilungsverfahren im Emissionshandelssystem	357
15.4.5	Nationaler Allokationsplan II und Kyoto II	359
15.4.6	Klimapolitik durch eine internationale Organisation	361
16	Einführung in die dynamische Optimierung	363
16.1	Grundlagen	363

16.2	Ökonomische Spezialfälle	365
16.3	Anwendungsbeispiel	367
A	Glossar	371
	Daten und Statistiken	379
	Literaturverzeichnis	381
	Index	385