

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
G. Bischoff	
<b>I Verbreitung der Energieträgervorkommen auf der Erde</b>	
G. Bischoff	
<b>1 Was sind Lagerstätten?</b> .....	<b>4</b>
<b>2 Die Lagerstättengebiete der Erde</b> .....	<b>4</b>
<b>3 Holz</b> .....	<b>5</b>
3.1 Wald und Holzwirtschaft .....	5
3.2 Das Holz als Energieträger .....	7
<b>4 Torf</b> .....	<b>8</b>
<b>5 Braunkohle</b> .....	<b>9</b>
5.1 Weltweite Verbreitung .....	9
5.2 Regionale Lagerstätten .....	14
5.2.1 Europa .....	14
5.2.2 Asien .....	16
5.2.3 Nordamerika .....	17
5.2.4 Lateinamerika .....	17
5.2.5 Afrika .....	17
5.2.6 Australien und Ozeanien .....	18
<b>6 Steinkohle</b> .....	<b>18</b>
6.1 Weltweite Verbreitung .....	18
6.2 Regionale Lagerstätten .....	19
6.2.1 Europa .....	19
6.2.2 Asien (außer UdSSR) .....	21
6.2.3 Nordamerika .....	22
6.2.4 Lateinamerika .....	23
6.2.5 Afrika .....	23
6.2.6 Australien und Ozeanien .....	24
<b>7 Erdöl</b> .....	<b>24</b>
7.1 Weltweite Verbreitung .....	24
7.2 Regionale Lagerstätten .....	27
7.2.1 Europa .....	27
7.2.2 Asien (außer UdSSR) .....	30
7.2.3 Nordamerika .....	32
7.2.4 Lateinamerika .....	33
7.2.5 Afrika .....	35
7.2.6 Australien und Ozeanien .....	38

<b>8</b>	<b>Ölschiefer und Ölsande</b> . . . . .	39
8.1	Ölschiefer . . . . .	39
8.2	Ölsande (Teersande) . . . . .	41
<b>9</b>	<b>Erdgas</b> . . . . .	42
9.1	Weltweite Verbreitung . . . . .	42
9.2	Regionale Lagerstätten . . . . .	42
9.2.1	Europa . . . . .	42
9.2.2	Asien (außer UdSSR) . . . . .	45
9.2.3	Nordamerika . . . . .	45
9.2.4	Lateinamerika . . . . .	46
9.2.5	Afrika . . . . .	46
9.2.6	Australien und Ozeanien . . . . .	47
<b>10</b>	<b>Uran und Thorium</b> . . . . .	47
10.1	Weltweite Verbreitung . . . . .	47
10.2	Regionale Lagerstätten . . . . .	48
10.2.1	Europa . . . . .	48
10.2.2	Asien . . . . .	48
10.2.3	Australien und Ozeanien . . . . .	50
10.2.4	Afrika . . . . .	50
10.2.5	Nordamerika . . . . .	50
10.2.6	Lateinamerika . . . . .	51
10.2.7	Ozeane und Meere . . . . .	52
<b>11</b>	<b>Wasserkraftpotential der Erde</b> . . . . .	52
<b>12</b>	<b>Sonstige Energieträger</b> . . . . .	54
	<b>Literatur</b> . . . . .	55
<b>II</b>	<b>Die Entstehung organischer Energieträger</b>	
	G. Bischoff, E. Gärtner, F. Adler, W. Rühl	
<b>1</b>	<b>Inkohlung</b> . . . . .	56
<b>2</b>	<b>Entstehung der Humuskohlen</b> . . . . .	56
<b>3</b>	<b>Entstehung der Bitumenkohlen</b> . . . . .	59
<b>4</b>	<b>Entstehung des Erdöls</b> . . . . .	60
<b>5</b>	<b>Bildung von Erdgasen</b> . . . . .	62
	<b>Literatur</b> . . . . .	63
	<b>Erdgeschichtliche Zeittafel</b> . . . . .	63
<b>III</b>	<b>Braunkohle</b>	
	E. Gärtner	
<b>1</b>	<b>Abbau</b> . . . . .	64
1.1	Allgemeines . . . . .	64
1.2	Gewinnung und Verkipfung . . . . .	66
1.3	Betriebsüberwachung und Planung . . . . .	69

1.4	Wasserhaltung der Gruben	69
1.5	Umsiedlung, Rekultivierung und Landschaftsgestaltung	71
<b>2</b>	<b>Transport</b>	<b>71</b>
<b>3</b>	<b>Verwertung und Marktverhältnisse</b>	<b>71</b>
3.1	Allgemeines zur Wettbewerbssituation	71
3.2	Gewinnung und Nutzung in Westeuropa	72
3.3	Energiewirtschaftliche Bedeutung in der BR Deutschland	73
3.4	Förderung und Verwertung in der BR Deutschland	74
3.5	Produktion und Absatz von Braunkohlenbriketts	75
3.6	Die Braunkohle in der Stromerzeugung	76
<b>4</b>	<b>Veredlung</b>	<b>77</b>
4.1	Feste Produkte	78
4.2	Vergasung	78
4.3	Verflüssigung	79
4.4	Energie- und Rohstoffversorgung auf Basis Braunkohle und Kernenergie	79
<b>Literatur</b>		<b>80</b>
 <b>IV Steinkohle</b>		
	F. Adler	
<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>81</b>
<b>2</b>	<b>Wesensmerkmale von Steinkohlenlagerstätten</b>	<b>81</b>
2.1	Gesichtspunkte zur Lagerstättenbeurteilung	81
2.2	Spezifische Eigenschaften wichtiger Steinkohlenlagerstätten der Erde	83
<b>3</b>	<b>Bergbau auf Steinkohle</b>	<b>84</b>
3.1	Erkundung von Steinkohlenlagerstätten	84
3.2	Tagebau und oberflächennaher Abbau	84
3.3	Tiefbau	85
3.3.1	Bemessung der Betriebsgröße	86
3.3.2	Abteufen von Tagesschächten	87
3.3.3	Aus- und Vorrichtung	88
3.3.4	Herstellung und Unterhaltung der Grubenbaue	90
3.3.5	Bewetterung, Grubenklima und Wetterkühlung	93
3.3.6	Abbau	94
3.3.7	Versatz	102
3.3.8	Förderung und Transport	103
3.3.9	Betriebsüberwachung	104
3.4	Aufbereitung	104
3.4.1	Rohstoff	104
3.4.2	Verwendungsmöglichkeiten der Kohle	105
3.4.3	Aufbereitungsverfahren	105

<b>4</b>	<b>Veredlung der Steinkohle</b>	108
4.1	Brikettierung	108
4.2	Kokserzeugung	108
4.2.1	Konventionelle Horizontalkammerverkokung	108
4.2.2	Formkoksherstellung	110
4.3	Vergasung von Kohle	110
4.3.1	Konventionelle Vergasung	110
4.3.2	Vergasung von Kohle mit Kernreaktorwärme	111
4.4	Herstellung flüssiger Kohlenwasserstoffe	112
4.5	Stromerzeugung	113
4.6	Kohlechemie	114
<b>5</b>	<b>Forschung und Entwicklung im Steinkohlenbergbau</b>	115
<b>6</b>	<b>Steinkohlenbergbau und Energiewirtschaft</b>	118
6.1	Weltkohlemarkt	118
6.2	Deutsche Steinkohle	120
	<b>Literatur</b>	124
<b>V</b>	<b>Erdöl und Erdgas</b>	
	W. Rühl	
<b>1</b>	<b>Einführung</b>	125
1.1	Kohlenwasserstoffe und Chemismus	125
1.2	Physikalische Eigenschaften der Erdöle	126
1.3	Physikalische Eigenschaften der Erdgase	126
<b>2</b>	<b>Lagerstättenbildung</b>	126
2.1	Sedimentbecken	126
2.1.1	Beckentiefen und Prospektionsaussichten	129
2.1.2	Inhalt der Becken an Öl und Gas und deren Verteilung	129
2.2	Migration in Fallen	131
2.2.1	Migration	131
2.2.2	Fallentypen	132
2.2.3	Lagerstättendruck und -temperatur	136
2.2.4	Lagerstätteninhalt	137
2.3	Eigenschaften von Speichergesteinen	137
2.3.1	Porosität und Speicherpotential	137
2.3.2	Durchlässigkeit und Fließkapazität	138
2.3.3	Mehrphasen-Fluß im porösen System	140
<b>3</b>	<b>Erkundungsverfahren</b>	140
3.1	Geologische und geochemische Methoden	140
3.2	Geophysikalische Methoden	140
3.2.1	Seismik	140
3.2.2	Gravimetrie und Magnetik	143
<b>4</b>	<b>Erfolgsaussichten des Aufschlusses</b>	144

<b>5 Gewinnung</b>	145
5.1 Bohrtechnik	145
5.1.1 Rotary-Bohren	145
5.1.2 Offshore-Bohren	146
5.1.3 Bohrlochspülung	148
5.1.4 Verrohrung, Zementation, Perforation, Teste	148
5.2 Grundzüge der Öl- und Gasfeldentwicklung	149
5.3 Lagerstättengrundlagen	150
5.3.1 Natürliche Energieformen	150
5.3.2 Fließverhalten in der Lagerstätte	150
5.3.3 Entwicklung der Öl-, Gas- und Wasserförderung	151
5.3.4 Lagerstättentechnische Verfahren	151
5.3.5 Vorratsberechnungen und gewinnbare Reserven	153
5.4 Fördertechnische Verfahren	156
5.4.1 Eruptiv-Förderung	156
5.4.2 Förderhilfsmittel	157
5.4.3 Erdgasbohrungen	157
5.5 Erdöl- und Erdgasmanipulation einschließlich Aufbereitung	158
5.5.1 Erdöl	158
5.5.2 Erdgas	158
5.5.3 Injektionswasser	159
5.5.4 Offshore-Anlagen	159
5.6 Bohrlochs-Vermessung und -Perforation	160
<b>6 Transport von Erdöl und Erdgas</b>	161
6.1 Land- und Wasserfahrzeuge	161
6.2 Rohrleitungen	162
<b>7 Verarbeitung von Erdöl</b>	162
7.1 Technische Verfahren und Erdölprodukte	162
7.2 Entwicklungstendenzen	165
<b>8 Lagerung von Erdöl und Erdgas</b>	167
8.1 Oberirdische Lagerung in Behältern	167
8.2 Unterirdische Lagerung	167
8.2.1 Porenspeicher für Gaseinlagerung	167
8.2.2 Kavernen-Speicher	168
<b>9 Schweröle, Asphalte, Schieferöle</b>	169
9.1 Schweröle, Teersande	169
9.2 Asphalt, Ozokerit	170
9.3 Erdöl-Bergbau	170
9.4 Ölschiefer	170
<b>10 Erdöl- und Erdgasrecht, Konzessionswesen</b>	171
10.1 Konzessionsbedingungen	171
10.2 Beteiligungsformen von Gesellschaften	174
<b>11 Finanzierung und Wirtschaftlichkeit</b>	174
11.1 Investitionen der Mineralölwirtschaft	174
11.2 Bewerten von Aufschlußprojekten und Öl- und Gaslagerstätten	175

<b>12 Entwicklungstendenzen</b> .....	177
12.1 Reservenentwicklung der Welt .....	177
12.1.1 Erdöl .....	177
12.1.2 Erdgas .....	177
12.2 Neuere Gebiete .....	178
12.2.1 Alaska .....	178
12.2.2 UdSSR .....	178
12.2.3 China .....	179
12.2.4 Afrika .....	179
12.2.5 Nahost .....	180
12.2.6 Europa .....	181
12.3 Vorstoß in große Tiefen .....	182
<b>Literatur</b> .....	183

## VI Uran und Thorium

O. Arnold, A. Wilke

<b>1 Radioaktivität</b> .....	184
<b>2 Geochemie</b> .....	184
<b>3 Erzminerale</b> .....	185
3.1 Uranminerale .....	185
3.2 Thoriumminerale .....	186
<b>4 Lagerstätten</b> .....	186
4.1 Entstehung .....	186
4.2 Vorräte und wirtschaftliche Bedeutung der Uranerz-Lagerstätten ..	189
4.3 Thoriumerzlagerstätten .....	190
4.4 Aufsuchung der Lagerstätten .....	190
<b>5 Bergbau und Aufbereitung</b> .....	191
5.1 Bergbau .....	191
5.2 Bergrecht .....	194
5.3 Aufbereitung : .....	195
<b>6 Brennstoffkreislauf</b> .....	199
<b>7 Produktion und Bedarf</b> .....	202
7.1 Geschichtlicher Überblick .....	202
7.2 Entwicklungsmöglichkeiten des Bergbaus .....	203
<b>Literatur</b> .....	205

## VII Wasserkraft

E. Koros

<b>1 Das Wasser als Energieträger</b> .....	206
1.1 Geschichtliches .....	206
1.2 Gewässerkundliches .....	206
1.3 Abflußmessung .....	209
1.4 Fallhöhe .....	209

<b>2</b>	<b>Das Wasserkraftpotential</b>	210
2.1	Bruttopotential	210
2.2	Technisch ausnutzbares Potential	210
2.3	Wirtschaftlich ausbauwürdiges Potential	211
<b>3</b>	<b>Ausgebaute und ausbauwürdige Wasserkräfte in der BR Deutschland</b>	211
<b>4</b>	<b>Arten der Wasserkraftwerke</b>	214
4.1	Leistung von Wasserkraftwerken	214
4.2	Laufwasserkraftwerke	214
4.2.1	Wehre	215
4.2.2	Krafthäuser	218
4.3	Speicher- und Pumpspeicherwerke	218
4.3.1	Krafthäuser der Speicherwasserkraftwerke	219
4.3.2	Pumpspeicherwerke	219
4.4	Gezeitenkraftwerke	220
<b>5</b>	<b>Wirtschaftlichkeit von Wasserkraftwerken</b>	221
5.1	Allgemeine Gesichtspunkte zur Bewertung der Wasserkraft	221
5.2	Eingliederung in die elektrische Verbundwirtschaft	221
5.3	Anlagekosten	223
5.4	Gestehungskosten	223
5.5	Verluste in Wasserkraftanlagen	224
5.6	Mehrzweckanlagen	224
<b>6</b>	<b>Talsperren und Staudämme</b>	224
<b>7</b>	<b>Zukunftsaussichten der Wasserkraft</b>	226
	<b>Literatur</b>	227

## VIII Sonstige Energieträger

H. K. Schneider, D. Schmitt

<b>1</b>	<b>Allgemeines</b>	228
<b>2</b>	<b>Sonnenenergie</b>	229
2.1	Überblick	229
2.2	Potential	229
2.3	Bisherige Nutzung und Entwicklungsstand	230
2.3.1	Allgemeines	230
2.3.2	Warmwasserbereitung und Gebäudeklimatisierung (-Kühlung)	230
2.3.3	Elektrizitätserzeugung	232
2.3.4	Sonnenöfen	233
2.3.5	Neue Systeme zur indirekten Nutzung der Sonnenenergie	233
2.4	Wirtschaftlichkeit und Ausblick	235
<b>3</b>	<b>Geothermische Energie</b>	237
3.1	Allgemeiner Überblick	237
3.2	Potential	238
3.3	Bisherige Nutzung und Entwicklungsstand	239
3.4	Wirtschaftlichkeit und Ausblick	239

<b>4</b>	<b>Gezeitenenergie</b>	241
4.1	Beschreibung und Potential	241
4.2	Gegenwärtige Nutzung und Ausblick	241
	<b>Literatur</b>	242
<b>IX</b>	<b>Kernenergie</b>	
	G. Schmidt	
<b>1</b>	<b>Kernenergie und Stromerzeugung</b>	243
1.1	Deckung des Energiebedarfs	243
1.1.1	Welt	243
1.1.2	Bundesrepublik Deutschland	244
<b>2</b>	<b>Kernkraftwerke: Technischer Teil</b>	247
2.1	Sicherheit der Kernkraftwerke	247
2.2	Grundlagen der Kernkraftwerkstechnologie	248
2.3	Reaktoraufbau und Reaktortypen	251
2.3.1	Druckwasserreaktoren	251
2.3.2	Siedewasserreaktoren	253
2.3.3	Schwerwasserreaktoren	254
2.3.4	Graphitmoderierte Reaktoren	254
2.3.5	Anreicherungsverfahren	254
2.3.6	Standardisierung der Kernkraftwerke mit Leichtwasser- reaktoren	255
2.3.7	Neue Reaktorkonzepte	255
2.4	Kernkraftwerke in der BR Deutschland	257
2.5	Kernkraftwerke anderer Länder	259
<b>3</b>	<b>Kernkraftwerke: Wirtschaftlicher Teil</b>	262
3.1	Strom- und Wärmebedarf	262
3.2	Stromerzeugungskosten (Kostenanalyse)	262
3.2.1	Anlagekosten	262
3.2.2	Betriebs- und Unterhaltungskosten	262
3.2.3	Brennstoffkreislaufkosten	263
3.2.4	Aufschlüsselung der Brennstoffkreislaufkosten	264
3.2.5	Stromerzeugungskostenvergleich von Kernkraftwerken und konventionellen Wärmekraftwerken	264
3.3	Kernenergie und Volkswirtschaft	265
<b>4</b>	<b>Ökologie (Umweltbeeinflussung)</b>	265
4.1	Emissionen	265
4.2	Abwärme	266
<b>5</b>	<b>Nukleare Entsorgung</b>	266
5.1	Zwischenlagerung	266
5.2	Wiederaufarbeitung	267
5.3	Endlagerung	268
5.4	Deutsches Entsorgungszentrum	269



<b>6</b>	<b>Nichtverbreitungsvertrag (Kernwaffensperrvertrag)</b>	269
<b>7</b>	<b>Ausblick</b>	269
	<b>Literatur</b>	270
<b>X</b>	<b>Elektrizitätsversorgung</b>	
	W. Mackenthun	
<b>1</b>	<b>Allgemeines</b>	271
<b>2</b>	<b>Rechtliche Grundlagen</b>	273
<b>3</b>	<b>Planungsgrundsätze und Investitionen</b>	276
<b>4</b>	<b>Stromerzeugungsanlagen</b>	280
	4.1 Allgemeiner Überblick	280
	4.2 Kraftwerksbau und -betrieb	285
<b>5</b>	<b>Netzanlagen</b>	287
	5.1 Allgemeines	287
	5.2 Das deutsche Verbundnetz	288
	5.3 Das westeuropäische Verbundnetz	291
	5.4 Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung	293
<b>6</b>	<b>Stromwirtschaft</b>	293
<b>7</b>	<b>Elektrizitätsanwendung</b>	299
<b>8</b>	<b>Fernwärmeversorgung</b>	302
	8.1 Stand der Fernwärmeversorgung	302
	8.2 Entwicklungsmöglichkeiten	304
<b>9</b>	<b>Elektrizitätsversorgung und Umweltschutz</b>	305
	<b>Literatur</b>	309
<b>XI</b>	<b>Gasversorgung</b>	
	Chr. Brecht, H.-W. v. Gratkowski	
<b>1</b>	<b>Die Gasarten</b>	310
	1.1 Allgemeines	310
	1.2 Die Gase der öffentlichen Gaswirtschaft	311
	1.2.1 Die wichtigsten brenntechnischen Kenndaten	311
	1.2.2 Die Gasfamilien	312
	1.3 Die wichtigsten sonstigen Brenngase	313
<b>2</b>	<b>Die Gasquellen</b>	314
	2.1 Allgemeines	314
	2.2 Erdgas	314
	2.3 Die Gewinnung von Kokerei- bzw. Koksofengas	314
	2.4 Die Gaserzeugung in Spaltanlagen	315
	2.5 Gaserzeugung durch Kohlevergasung	316

<b>3</b>	<b>Gastransport und -verteilung</b>	<b>316</b>
3.1	Allgemeines	316
3.2	Der Ferntransport in Rohrleitungen	317
3.2.1	Die Planung im Bereich des Gastransportes und der Verteilung	317
3.2.2	Konstruktion und Bau von Gasfernleitungen	318
3.2.3	Verdichteranlagen	319
3.2.4	Die Gasmessung	320
3.2.5	Regelung und Übergabe	320
3.2.6	Rohrnetzüberwachung, Instandhaltung und Reparaturbetrieb	321
3.2.7	Überwachung und Steuerung des Gaststroms in Ferngasnetzen	321
3.2.8	Die Regional- und Ortsverteilung von Gas	322
3.3	Deckung des Spitzenbedarfs im Rahmen der Ferngaswirtschaft	322
3.4	Der Transport und die Lagerung von Erdgas in verflüssigter Form	324
3.4.1	Speicherung von verflüssigtem Erdgas zur Deckung der Winterspitzen	325
<b>4</b>	<b>Die Gasverwendung</b>	<b>325</b>
4.1	Allgemeines	325
4.2	Gase als Rohstoffe in der Chemie	325
4.3	Die Verwendung der Gase als Brennstoff	326
4.3.1	Allgemeines	326
4.3.2	Gasverwendung in der Industrie	326
4.3.3	Gasverwendung in Gewerbe und Haushalt	327
<b>5</b>	<b>Künftige Entwicklung der Gaswirtschaft</b>	<b>328</b>
5.1	Ersatz von Erdgas durch erzeugte Gase	329
5.2	Gasverwendung	330
5.3	Erdgas als Treibstoff	331
5.4	Erdgas als Rohstoff	331
<b>6</b>	<b>Neue Energiesysteme</b>	<b>331</b>
6.1	Nukleare Fernenergie	332
6.2	Versorgung mit Wasserstoff	332
6.3	Nutzung der Sonnenenergie zur Gaserzeugung	333
	<b>Literatur</b>	<b>333</b>

## XII Rationelle Energieverwendung

H. Schaefer

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>335</b>
<b>2</b>	<b>Wege zu rationellerem Energieeinsatz</b>	<b>336</b>
2.1	Vermeiden unnötigen Nutzenergiebedarfs	336
2.2	Verringerung des Nutzenergiebedarfs	337
2.3	Reduzierung des spezifischen Primär- und Endenergiebedarfs	338
2.4	Nutzung regenerativer Energiequellen	340
2.5	Energierückgewinnung	341

<b>3</b>	<b>Beurteilungskriterien zur rationellen Energieverwendung</b>	<b>343</b>
<b>4</b>	<b>Grenzen rationeller Energieverwendung</b>	<b>344</b>
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>345</b>
	<b>Literatur</b>	<b>345</b>
<b>XIII Weltwirtschaft der primären Energieträger</b>		
	W. Gocht	
<b>1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>346</b>
<b>2</b>	<b>Energievorräte der Welt</b>	<b>346</b>
<b>3</b>	<b>Weltproduktion und Weltverbrauch</b>	<b>347</b>
<b>4</b>	<b>Internationale Organisationen und ihre Energiepolitik</b>	<b>349</b>
	4.1 OPEC, OEAPEC	349
	4.2 Energiepolitik der Verbraucherländer	352
<b>5</b>	<b>Braunkohle – Welthandel und Vorräte</b>	<b>353</b>
	5.1 Wichtige Export- und Importländer	353
	5.2 Vorräte	354
<b>6</b>	<b>Steinkohle – Welthandel und Vorräte</b>	<b>355</b>
	6.1 Exportländer	355
	6.2 Importländer	355
	6.3 Vorräte	356
<b>7</b>	<b>Erdöl – Welthandel und Vorräte</b>	<b>357</b>
	7.1 Rohöl-Exportländer	357
	7.2 Rohöl-Importländer, Raffineriestandorte, Tankerflotte, Tankerrouten	359
	7.3 Weltweite Investitionen der Mineralöl-Industrie	361
	7.4 Preisentwicklung	363
	7.5 Vorräte	363
<b>8</b>	<b>Erdgas – Welthandel und Vorräte</b>	<b>366</b>
	8.1 Wichtige Export- und Importländer, LNG- und LPG-Transporte	366
	8.2 Vorräte	368
<b>9</b>	<b>Uran und Thorium – Welthandel und Vorräte</b>	<b>369</b>
	9.1 Exporte und Importe	369
	9.2 Vorräte	370
<b>10</b>	<b>Wasserkraft</b>	<b>371</b>
	<b>Tabellen: Weltproduktion von Kohlen, Erdöl und Erdgas</b>	<b>372</b>
	<b>Literatur</b>	<b>377</b>
	<b>Nachwort: Die politischen Perspektiven der Energieversorgung</b>	<b>378</b>
	U. Lantze	
	<b>Sachwortverzeichnis</b>	<b>382</b>