

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1	9.2.5	Afrika	41
G. Bischoff		9.2.6	Australien und Ozeanien	41
I	Verbreitung der Energieträgervorkommen auf der Erde	10	Uran und Thorium	42
G. Bischoff	4	10.1	Weltweite Verbreitung	42
1	Was sind Lagerstätten?	10.2	Regionale Uran-Lagerstätten	42
	4	10.2.1	Europa	42
2	Die Lagerstättengebiete der Erde	10.2.2	Asien	42
	4	10.2.3	Australien und Ozeanien	43
3	Holz	10.2.4	Afrika	44
	6	10.2.5	Nordamerika	44
3.1	Wald und Holzwirtschaft	10.2.6	Lateinamerika	44
	6	10.2.7	Ozeane und Meere	45
3.2	Das Holz als Energieträger	11	Wasserkraftpotential der Erde	45
	7	12	Geothermische Energie	46
4	Torf	13	Sonstige Energieträger der Erde	47
	8	Literatur	47	
5	Braunkohle	II	Die Entstehung organischer Energieträger	49
	9	G. Bischoff, E. Gärtner, F. Adler, W. Rühl		
5.1	Weltweite Verbreitung	1	Inkohlung	49
	9	2	Entstehung der Humuskohlen	49
5.2	Regionale Braunkohlen-Lagerstätten	3	Entstehung der Bitumenkohlen	50
	10	4	Entstehung des Erdöls	51
5.2.1	Europa	5	Bildung von Erdgasen	52
	10	Literatur	52	
5.2.2	Asien	Erdgeschichtliche Zeittafel	53	
	13	III	Braunkohle	54
5.2.3	Nordamerika	E. Gärtner, P. Kausch		
	14	1	Abbau	54
5.2.4	Lateinamerika	1.1	Allgemeines	54
	14	1.2	Gewinnung und Verkipfung	55
5.2.5	Afrika	1.3	Betriebsüberwachung und Planung	61
	14	1.4	Wasserhaltung der Tagebaue	61
5.2.6	Australien und Ozeanien	1.5	Umsiedlung, Rekultivierung und Landschaftsgestaltung	62
	14	2	Transport	62
6	Steinkohle	3	Verwertung und Marktverhältnisse	64
	15	3.1	Allgemeines zur Wettbewerbssituation	64
6.1	Weltweite Verbreitung	3.2	Gewinnung und Nutzung in Westeuropa	65
	15	3.3	Energiewirtschaftliche Bedeutung in der BR Deutschland	66
6.2	Regionale Steinkohlen-Lagerstätten			
	15			
6.2.1	Europa			
	15			
6.2.2	Asien (außer UdSSR)			
	17			
6.2.3	Nordamerika			
	18			
6.2.4	Lateinamerika			
	19			
6.2.5	Afrika			
	19			
6.2.6	Australien und Ozeanien			
	20			
7	Erdöl			
	20			
7.1	Weltweite Verbreitung			
	20			
7.2	Regionale Erdöl-Lagerstätten			
	22			
7.2.1	Europa			
	22			
7.2.2	Asien (außer UdSSR)			
	28			
7.2.3	Nordamerika			
	29			
7.2.4	Lateinamerika			
	31			
7.2.5	Afrika			
	32			
7.2.6	Australien und Ozeanien			
	34			
8	Ölschiefer und Ölsande			
	34			
8.1	Ölschiefer			
	34			
8.2	Ölsande (Teersande)			
	35			
9	Erdgas			
	37			
9.1	Weltweite Verbreitung			
	37			
9.2	Regionale Erdgas-Lagerstätten			
	37			
9.2.1	Europa			
	37			
9.2.2	Asien (außer UdSSR)			
	40			
9.2.3	Nordamerika			
	40			
9.2.4	Lateinamerika			
	41			

3.4	Förderung und Verwertung in der BR Deutschland	66	4.2.1	Konventionelle Horizontalkammerverkokung	103
3.5	Produktion und Absatz von Braunkohlenbriketts	67	4.2.2	Neue Entwicklungen auf dem Gebiet der konventionellen Verkokung	104
3.6	Die Braunkohle in der Stromerzeugung	67	4.2.3	Formkoksherstellung	104
4	Veredlung	68	4.3	Vergasung von Kohle	104
4.1	Veredlungsperspektiven	68	4.3.1	Konventionelle Vergasung	105
4.2	Feste Produkte	69	4.3.1.1	Kommerziell betriebene Verfahren	105
4.3	Vergasung	70	4.3.1.2	Weiterentwicklung konventioneller Verfahren	106
4.4	Verflüssigung	72	4.3.2	Vergasung von Kohle mit Kernreaktorwärme	107
4.5	Konkurrenzfähigkeit der Braunkohlenprodukte	72	4.4	Herstellung flüssiger Kohlenwasserstoffe	108
4.6	Energie- und Rohstoffversorgung auf Basis Braunkohle und Kernenergie	74	4.5	Strom- und Wärmeezeugung	109
			4.6	Kohlechemie	110
Literatur		74	5	Forschung und Entwicklung im Steinkohlenbergbau	111
IV	Steinkohle	76	6	Steinkohlenbergbau und Energiewirtschaft	113
	F. Adler		6.1	Weltkohlenmarkt	113
1	Einleitung	76	6.2	Deutscher Steinkohlenmarkt	115
2	Wesensmerkmale von Steinkohlenlagerstätten	76	6.2.1	Deutsche Steinkohle	116
2.1	Gesichtspunkte zur Lagerstättenbeurteilung	76	6.2.2	Importkohle	117
2.2	Spezifische Eigenschaften wichtiger Steinkohlenlagerstätten der Erde	78	Literatur	117	
3	Bergbau auf Steinkohle	78	V	Erdöl und Erdgas	120
3.1	Erkundung von Steinkohlenlagerstätten	78		W. Rühl	
3.2	Tagebau und oberflächennaher Abbau	79	1	Einführung	120
3.3	Tiefbau	80	1.1	Kohlenwasserstoffe	120
3.3.1	Bemessung der Betriebsgröße	80	1.2	Physikalische Eigenschaften der Erdöle	121
3.3.2	Abteufen von Tagesschächten	81	1.3	Physikalische Eigenschaften der Erdgase	122
3.3.3	Aus- und Vorrichtung	82	2	Lagerstättenbildung	123
3.3.4	Herstellung und Unterhaltung der Grubenbaue	84	2.1	Sedimentbecken	123
3.3.5	Bewetterung, Grubenklima und Wetterkühlung	88	2.1.1	Beckentiefen und Prospektionsaussichten	123
3.3.6	Abbau	89	2.1.2	Inhalt der Becken an Öl und Gas und deren Verteilung	126
3.3.6.1	Abbauverfahren	89	2.2	Migration in Fallen	127
3.3.6.2	Abbauführung und Abbaurichtung	91	2.2.1	Migration	127
3.3.6.3	Gewinnung	92	2.2.2	Fallentypen	128
3.3.7	Versatz	97	2.2.3	Lagerstättendruck und -temperatur	132
3.3.8	Förderung und Transport	98	2.2.4	Lagerstätteninhalt	132
3.3.9	Betriebsüberwachung	100	2.3	Eigenschaften von Speichergesteinen	133
3.4	Aufbereitung	100	2.3.1	Porosität und Speicherpotential	133
3.4.1	Rohstoff	100	2.3.2	Durchlässigkeit und Fließkapazität	133
3.4.2	Verwendungsmöglichkeiten der Kohle	100	2.3.3	Mehrphasen-Fluß im porösen System	135
3.4.3	Aufbereitungsverfahren	100	3	Erkundungsverfahren	135
4	Veredlung der Steinkohle	102	3.1	Geologische und geochemische Methoden	135
4.1	Brikettierung	102	3.2	Geophysikalische Methoden	136
4.2	Kokserzeugung	103	3.2.1	Seismik	136
			3.2.2	Gravimetrie und Magnetik	139

4	Erfolgsaussichten des Aufschlusses	139			
5	Gewinnung	141			
5.1	Bohrtechnik	141			
5.1.1	Rotary-Bohren	141			
5.1.2	Sonstige Bohrverfahren	142			
5.1.3	Offshore-Bohren	142			
5.1.4	Bohrlochspülung	143			
5.1.5	Verrohrung, Zementation, Perforation, Teste	143			
5.1.6	Bohrkosten	144			
5.2	Grundzüge der Öl- und Gasfeld- entwicklung	144			
5.3	Lagerstättengrundlagen	145			
5.3.1	Natürliche Energieformen	145			
5.3.2	Fließverhalten in der Lagerstätte	146			
5.3.3	Entwicklung der Öl-, Gas- und Wasser- förderung	146			
5.3.4	Lagerstättentechnische Verfahren	147			
5.3.4.1	Sekundärverfahren	147			
5.3.4.2	Tertiärverfahren	148			
5.3.4.3	Bohrlochs- und Lagerstätten- behandlungen	149			
5.3.5	Vorratsberechnungen und gewinnbare Reserven	149			
5.3.5.1	Berechnung des Lagerstätteninhaltes	149			
5.3.5.2	Gewinnbare Erdöl-Reserven	150			
5.3.5.3	Gewinnbare Erdgas-Reserven	151			
5.3.6	Die Lebensdauer von Öl- und Gasfeldern	151			
5.4	Fördertechnische Verfahren	151			
5.4.1	Eruptiv-Förderung	151			
5.4.2	Förderhilfsmittel	152			
5.4.3	Erdgasbohrungen	153			
5.5	Erdöl- und Erdgasmanipulation einschließlich Aufbereitung	153			
5.5.1	Erdöl	153			
5.5.2	Erdgas	153			
5.5.3	Injektionswasser	156			
5.5.4	Offshore-Anlagen	156			
5.6	Bohrloch-Vermessung und -Perforation	158			
6	Transport von Erdöl und Erdgas	158			
6.1	Land- und Wasserfahrzeuge zum Transport von Erdöl und Mineralölprodukten	158			
6.2	Wasserfahrzeuge zum Transport von verflüssigtem Erdgas (LNG)	159			
6.3	Rohrleitungen	159			
6.3.1	Rohrleitungen für den Öltransport	159			
6.3.2	Rohrleitungen für den Erdgastransport	159			
7	Verarbeitung von Erdöl	160			
7.1	Technische Verfahren und Erdöl- produkte	160			
7.2	Entwicklungs-Tendenzen	163			
8	Lagerung von Erdöl und Erdgas	165			
8.1	Oberirdische Lagerung in Behältern	165			
8.2	Unterirdische Lagerung	165			
8.2.1	Porenspeicher für Gaseinlagerung	165			
8.2.2	Kavernen-Speicher	166			
9	Schweröle, Asphalte, Schieferöle	167			
9.1	Schweröle, Teersande	167			
9.2	Asphalt, Ozokerit	168			
9.3	Erdöl-Bergbau	168			
9.4	Ölschiefer	168			
10	Erdöl- und Erdgasrecht, Konzessions- wesen	170			
10.1	Konzessionsbedingungen	170			
10.2	Beteiligungsformen von Gesellschaften	173			
11	Finanzierung und Wirtschaftlichkeit	174			
11.1	Investitionen der Mineralölwirtschaft	174			
11.2	Bewerten von Aufschlußprojekten und Öl- und Gaslagerstätten	174			
12	Erdöl- und Erdgas-Ressourcen und die Probleme ihrer Nutzbarmachung	176			
12.1	Beziehungen zwischen Leichtöl- lagerstätten und Schweröl- und Ölschiefervorkommen	176			
12.2	Potentielle Gasträger und Erdgas- Potential	177			
12.3	Die Aussichten auf Erdöl-Erfolge	180			
12.4	Ausblick	182			
	Literatur	182			
VI	Uran und Thorium	186			
	O. Arnold				
1	Radioaktivität	186			
2	Geochemie	186			
3	Erzminerale	186			
3.1	Uranminerale	187			
3.2	Thoriumminerale	187			
4	Lagerstätten	187			
4.1	Entstehung	187			
4.2	Vorräte und wirtschaftliche Bedeutung der Uranerz-Lagerstätten	189			
4.3	Thoriumerzlagerstätten	192			
4.4	Aufsuchung der Lagerstätten	192			
5	Bergbau und Aufbereitung	193			
5.1	Bergbau	193			
5.2	Bergrecht	197			
5.3	Aufbereitung	198			
6	Brennstoffkreislauf	202			
7	Zukunftsaussichten des Urans	203			
	Tabellen	204			
	Literatur	210			

VII	Wasserkraft	212	VIII	Sonstige Energieträger	237
	E. Koros			H. K. Schneider, D. Schmitt, M. Meli	
1	Das Wasser als Energietrger	212	1	Allgemeines	237
1.1	Allgemeines	212	2	Geothermische Energie	239
1.2	Wassermengen und Wassermengen-		2.1	Überblick	239
	messungen	212	2.2	Potential	239
1.3	Fallhhe	215	2.3	Bisherige Nutzung und Entwicklungs-	
2	Das Wasserkraftpotential	216		stand	240
2.1	Bruttopotential	216	2.4	Wirtschaftlichkeit und Ausblick	240
2.2	Technisch ausnutzbares Potential	216	3	Gezeitenenergie	242
2.3	Wirtschaftlich ausbauwrdiges Potential	216	3.1	Beschreibung und Potential	242
3	Ausgebaute und ausbauwrdige Wasser-		3.2	Bisherige Nutzung, Wirtschaftlichkeit	
	krfte in der BR Deutschland	217		und Ausblick	242
4	Arten der Wasserkraftwerke	217	4	Sonnenenergie	242
4.1	Leistung von Wasserkraftwerken	217	4.1	Überblick	242
4.2	Laufwasserkraftwerke	219	4.2	Potential	243
4.2.1	Stufentreppen, Schwellbetrieb	220	4.3	Bisherige Nutzung und Entwicklungs-	
4.2.2	Wehre	221		stand	244
4.2.3	Krafthuser	221	4.3.1	Allgemeines	244
4.3	Speicherwasserkraftwerke und Pump-		4.3.2	Elektrizitterzeugung	244
	speicherwerke	221	4.3.3	Wrmebereitstellung	248
4.3.1	Krafthuser der Speicherwasserkraft-		4.3.4	Brennstoffbereitstellung	250
	werke	223	4.4	Wirtschaftlichkeit und Ausblick	251
4.3.2	Pumpspeicherwerke	223	5	Energiepolitische Wrdigung	252
4.3.3	Luftpumpspeicherwerke	224	Literatur	253	
4.3.4	Triebwasserleitungen	224	IX	Kernenergie	254
4.4	Gezeitenkraftwerke	225		G. Schmidt	
4.5	Gletscher-Schmelzwasser	226	Zur Lage	254	
5	Wirtschaftlichkeit von Wasser-		1	Kernenergie und Stromerzeugung	254
	kraftwerken	227	1.1	Deckung des Energiebedarfs	255
5.1	Allgemeine Gesichtspunkte zur		1.1.1	Welt	255
	Bewertung der Wasserkrfte	227	1.1.2	Bundesrepublik Deutschland	255
5.2	Eingliederung in die elektrische		2	Kernkraftwerke: Technischer Teil	257
	Verbundwirtschaft	227	2.1	Sicherheit der Kernkraftwerke	257
5.3	Anlagekosten	228	2.2	Grundlagen der Kernkraftwerks-	
5.4	Verluste in den hydraulischen und			technologie	258
	elektrischen Maschinen	229	2.3	Reaktoraufbau und Reaktortypen	260
5.5	Mehrzweckanlagen	229	2.3.1	Druckwasserreaktoren	260
5.6	Gestehungskosten der Wasserkraft-		2.3.2	Siedewasserreaktoren	261
	energie	229	2.3.3	Schwerwasserreaktoren	262
6	Talsperren und Staudmme	230	2.3.4	Graphitmoderierte Reaktoren	262
7	Rechtliche Grundlagen fr die Nutzung		2.3.5	Anreicherungsverfahren	262
	von Wasserkrften	231	2.3.6	Standardisierung der Kernkraftwerke	
7.1	Staatliche Gesetzgebung	231		mit Leichtwasserreaktoren	262
7.2	Grenzflsse, Internationale wasser-		2.3.7	Neue Reaktorkonzepte	263
	rechtliche Regelungen	232	2.3.7.1	Hochtemperaturreaktoren	263
8	ökologische Probleme	233	2.3.7.2	Schnelle Brter	264
8.1	Speicherwerke	233	2.4	Kernkraftwerke in der Bundesrepublik	
8.2	Flukraftwerke	234		Deutschland	264
9	Zukunftsansichten der Wasserkraft	234			
Literatur	236				

2.4.1	Versuchs- und Demonstrationskraftwerke	264	6	Stromwirtschaft	297
2.4.2	Kernkraftwerke mit Siedewasserreaktoren	265	7	Elektrizitätsanwendung	303
2.4.3	Kernkraftwerke mit Druckwasserreaktoren	266	8	Informationstechnik der Elektrizitätsversorgung	305
2.4.4	Besondere Kernkraftwerksanlagen	266	8.1	Allgemeines	305
2.5	Exportierte deutsche Kernkraftwerke	267	8.2	Grundformen der Übertragungstechnik	305
2.6	Kernkraftwerke in der DDR	268	8.3	Technik der Betriebsnachrichtennetze	306
2.7	Kernkraftwerke anderer Länder	268	8.4	Fernwirktechnik	306
3	Kernkraftwerke: Wirtschaftlicher Teil	270	8.5	Informationsverarbeitung	306
3.1	Strom- und Wärmebedarf	270	8.6	Elektrische Beeinflussungstechnik	307
3.2	Stromerzeugungskosten (Kostenanalyse)	271	9	Fernwärmeversorgung	307
3.2.1	Anlagekosten	271	9.1	Stand der Fernwärmeversorgung	307
3.2.2	Betriebs- und Unterhaltungskosten	271	9.2	Entwicklungsmöglichkeiten	308
3.2.3	Brennstoffkreislaufkosten	272	10	Elektrizitätsversorgung und Umweltschutz	309
3.2.4	Aufschlüsselung der Brennstoffkreislaufkosten	273	11	Öffentlichkeitsarbeit	312
3.2.5	Stromerzeugungskostenvergleich von Kernkraftwerken und konventionellen Wärmekraftwerken	273	Literatur	313	
3.3	Kernenergie und Volkswirtschaft	273	XI	Gasversorgung	315
4	Ökologie (Umweltbeeinflussung)	274		Chr. Brecht, G. Hoffmann	
4.1	Emissionen	274	1	Die Gasquellen	315
4.2	Abwärme	274	1.1	Allgemeine Angaben	315
5	Nukleare Entsorgung	275	1.2	Erdgas	315
5.1	Zwischenlagerung	275	1.3	Kokereigas und Stadtgas	315
5.2	Wiederaufarbeitung	276	1.4	Flüssiggas (LPG)	316
5.3	Endlagerung	276	1.5	Gaserzeugung durch Spaltung von flüssigen Kohlenwasserstoffen	317
6	Nichtverbreitungsvertrag (Kernwaffensperrvertrag)	277	1.6	Gaserzeugung durch Kohlevergasung	317
7	Ausblick: Die kontrollierte Kernfusion	277	1.6.1	Kohlevergasung im Rahmen der Gaswirtschaft	317
	Erläuterungen zum Text	278	1.6.2	Gesamtkomplex einer Kohlevergasungsanlage	318
	Literatur	280	1.6.3	Kohlevergasung im Vergleich zur Kohlehydrierung und Kohleverstromung	320
X	Elektrizitätsversorgung	281	1.6.4	Kohleveredlungsprogramm der BR Deutschland	320
	W. Mackenthun, A. Mareske		1.6.5	Zeitfaktor bei der großtechnischen Einführung der Kohlevergasung	320
1	Allgemeines	281	1.7	Sonstige Brenngase	321
2	Rechtliche Grundlagen	283	2	Die Gasarteneigenschaften und -qualitäten	321
3	Planungsgrundsätze und Investitionen	285	2.1	Allgemeine Angaben	321
4	Stromerzeugungsanlagen	287	2.2	Die wichtigsten Kenndaten	322
4.1	Allgemeiner Überblick	287	2.3	Die Gasfamilien	323
4.2	Kraftwerksbau und -betrieb	291	3	Gastransport, -verteilung und -speicherung	324
5	Netzanlagen	293	3.1	Allgemeine Angaben	324
5.1	Allgemeines	293	3.2	Struktur der Transport- und Verteilungssysteme	324
5.2	Das deutsche Verbundnetz	293	3.3	Der Ferntransport in Rohrleitungen	325
5.3	Das westeuropäische Verbundnetz	295			
5.4	Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung	296			

3.3.1	Transportkapazitäten	325	4	Schlußbemerkung	357
3.3.2	Planung neuer Transportsysteme	326		Literatur	358
3.3.3	Bau von Gastransportleitungen	326			
3.3.4	Bau von Offshore-Leitungen	328			
3.3.5	Verdichteranlagen	328	XIII	Weltwirtschaft der primären	
3.3.6	Gasmengenmessung	330		Energieträger	359
3.3.7	Überwachung und Instandhaltung	330		W. Gocht	
3.3.8	Gasnetzsteuerung	331			
3.4	Gasverteilung	332	1	Allgemeines	359
3.5	Reservehaltung und Spitzenbedarfs- deckung	332	2	Energievorräte der Welt	359
3.6	Verflüssigtes Erdgas (LNG)	334	3	Weltproduktion und Weltverbrauch	360
4	Die Gaswirtschaft	335	4	Internationale Organisationen und ihre	
4.1	Allgemeine Angaben zur Gaswirtschaft	335		Energiepolitik	362
4.2	Anteile der verschiedenen Gas- verbraucher	337	4.1	OPEC, OAEPC	362
4.3	Europäischer Erdgasverbund	337	4.2	Energiepolitik der Verbraucherländer	364
4.4	Das Ferngasnetz der Bundesrepublik Deutschland	338	4.3	Weitere überregionale Vereinigungen und Konferenzen der Energiewirtschaft	365
5	Gasverwendung	339	5	Braunkohle – Welthandel und Vorräte	366
5.1	Allgemeine Angaben	339	5.1	Wichtige Export- und Importländer	366
5.2	Gasverwendung in Haushalt und Gewerbe	339	5.2	Vorräte	366
5.3	Gasverwendung in der Industrie und in Kraftwerken	339	6	Steinkohle – Welthandel und Vorräte	367
5.4	Gas als Rohstoff	340	6.1	Exportländer	367
5.5	Gas als Treibstoff	341	6.2	Importländer	368
5.6	Technologien zur Einsparung von Erdgas	341	6.3	Vorräte	369
6	Neue, auf Gas basierende Energie- systeme	343	7	Erdöl – Welthandel und Vorräte	369
6.1	Nukleare Fernenergie	343	7.1	Rohöl-Exportländer	369
6.2	Wasserstoff	343	7.2	Rohöl-Importländer, Raffineriestandorte, Tankerflotte, Tankerrouten	370
6.3	Biogas	344	7.3	Internationale Mineralölgesellschaften	372
6.4	Brennstoffzellen	344	7.4	Preisentwicklung	374
7	Öffentlichkeitsarbeit	344	7.5	Vorräte	377
Literatur		345	8	Erdgas – Welthandel und Vorräte	378
			8.1	Wichtige Export- und Importländer, LNG- und LPG-Transporte	378
XII	Wege und Techniken zur rationelleren Energiebedarfsdeckung	348	8.2	Erdgas-Preise	380
	H. Schaefer		8.3	Vorräte	380
1	Vorbemerkungen	348	9	Uran und Thorium – Welthandel und Vorräte	380
2	Ansatzpunkte für rationelleren Energie- einsatz	348	9.1	Exporte und Importe	380
2.1	Vermeiden unnötigen Verbrauchs	350	9.2	Vorräte	381
2.2	Senken des spezifischen Nutzenergie- bedarfs	350	10	Wasserkraft	382
2.3	Verbessern der Nutzungsgrade	351		Tabellen: Weltproduktion von Kohlen, Erdöl und Erdgas	383
2.4	Energierückgewinnung	353		Literatur	387
2.5	Nutzung regenerativer Energiequellen	354		Nachwort: Die politischen Perspektiven der Energieversorgung	388
3	Probleme und Grenzen rationeller Energienutzung	356		U. Lantzke	
				Sachwortverzeichnis	391