

Inhaltsverzeichnis

1 Übersicht über die Energiewirtschaft	1
1.1 Bedeutung der Energiewirtschaft	1
1.2 Weltenergieversorgung	2
1.3 Reichweite der Energievorräte	5
1.4 Energieversorgung in der BRD	7
1.5 Elektrizitätswirtschaft in der BRD	11
1.6 Spezielle Aspekte der Energiewirtschaft	14
2 Allgemeine Gesichtspunkte bei der Behandlung energietechnischer Probleme	19
2.1 Prozeßanalysen	19
2.2 Bilanzgleichungen	22
2.3 Bilanzhüllen	24
2.4 Spezielle Mengen- und Energiebilanzen	26
2.4.1 Mengenbilanzen	26
2.4.2 Energiebilanzen	28
2.5 Exergiebilanzen	32
2.6 Wirkungsgrade	34
2.7 Darstellung von Mengen- und Energiebilanzen	36
2.8 Prozeßeinheiten in der Energietechnik	38
2.9 Vorgehen bei Problemlösungen	41
3 Kreisprozesse zur Erzeugung von elektrischer Energie	43
3.1 Dampfturbinenprozesse	43
3.1.1 Einfacher Prozeß	43
3.1.2 Verbesserungen des Dampfturbinenprozesses	45
3.1.3 Technischer Stand bei Dampfturbinenprozessen	48
3.2 Gasturbinenprozesse	51
3.2.1 Einfacher Prozeß	51
3.2.2 Verbesserungen des Gasturbinenprozesses	54
3.3 Kombiprozesse	56
3.3.1 Grundprinzip	56
3.3.2 Schaltungen bei Kombiprozessen	57
4 Kraft-Wärme-Kopplung	61
4.1 Prinzip	61
4.2 Dampfturbinenschaltungen	64
4.3 Gasturbinenschaltungen	66
4.4 Dieselanlagen als Blockheizkraftwerke	69
5 Wärmebereitstellung durch Umwandlung fossiler Brennstoffe	71
5.1 Übersicht zu den Brennstoffen	71
5.2 Verbrennungsrechnung	73
5.3 Besondere Aspekte bei Verbrennungsvorgängen	77
6 Technik von fossil befeuerten Dampferzeugern	81
6.1 Übersicht über das Prinzip	81

6.2	Dampferzeugung	81
6.3	Bilanzierung des Kessels	84
6.4	Feuerungssysteme	89
6.5	Technische Ausführung von Dampferzeugern	93
7	Abwärmeabfuhr	99
7.1	Übersicht	99
7.2	Kondensation	100
7.3	Frischwasserkühlung	103
7.4	Naßkühltürme	106
7.5	Trockenkühltürme	108
7.6	Hybridkühltürme	110
7.7	Vergleichende Bewertung	112
8	Emissionen und Rauchgasreinigung bei fossil gefeuerten Kraftwerken	113
8.1	Emissionen	113
8.2	Ausbreitung und Wirkung von Schadstoffen	115
8.3	Entstaubung	118
8.4	Entschwefelung	121
8.5	Entstickung	124
9	Konzepte fossil gefeuerter Kraftwerke	127
9.1	Energiefluß im Kraftwerk	127
9.2	Konzepte von modernen Steinkohlekraftwerken	128
9.3	Weiterentwicklungen zum Prozeß der Kohleverstromung	131
10	Wärmebereitstellung aus Kernbrennstoffen	135
10.1	Energiegewinnung durch Kernspaltung	135
10.2	Kettenreaktion und kritischer Reaktor	139
10.3	Wärmefreisetzung im Reaktorkern	142
10.4	Besondere Aspekte bei Kernreaktoren	144
11	Konzepte von Kernkraftwerken	147
11.1	Prinzipien und Reaktortypen	147
11.2	Druckwasserreaktoren	150
11.2.1	Prinzip	150
11.2.2	Komponenten des Druckwasserreaktors	150
11.2.3	Betriebs- und Sicherheitsfragen	155
11.3	Siedewasserreaktoren	156
11.4	Hochtemperaturreaktoren	158
11.5	Schnelle Brutreaktoren	161
11.6	Candu-Reaktoren	164
11.7	RBMK-Reaktoren	165
12	Kernbrennstoffkreislauf	167
12.1	Übersicht	167
12.2	Erzgewinnung, Aufbereitung und Konversion	168
12.3	Urananreicherung	170
12.4	Brennelementfertigung	172
12.5	Zwischenlagerung abgebrannter Brennelemente	172
12.6	Wiederaufarbeitung	174
12.7	Konditionierung radioaktiver Abfälle	176
12.8	Endlagerung	177
13	Heizwärmeversorgung	179
13.1	Übersicht	179

13.2	Wärmebedarf	180
13.3	Verbrennung von Kohle, Öl und Gas zur Heizwärmebereitstellung	183
13.4	Elektroheizung	186
13.5	Fernwärme	187
13.6	Wärmepumpen	189
14	Energieeinsatz im Verkehr	195
14.1	Überblick	195
14.2	Kreisprozesse für den Antrieb im Verkehrssektor	196
14.3	Fragen des Energieeinsatzes bei Antriebssystemen im Verkehrssektor	201
14.4	Treibstoffe und alternative Energieträger	204
15	Energieeinsatz in der Industrie	209
15.1	Allgemeine Übersicht	209
15.2	Raffinerieprozesse	210
15.3	Petrochemische Prozesse	217
15.4	Herstellung von Wasserstoff und Ammoniak	218
15.5	Herstellung von Koks aus Kohle	222
15.6	Stahlerzeugung	224
16	Energietransport	229
16.1	Überblick	229
16.2	Transport von Fluiden in Rohrleitungen	230
16.3	Transport von Öl in Pipelines	231
16.4	Gastransport	235
16.5	Transport von Fernwärme und Dampf	236
17	Energiespeicherung	239
17.1	Überblick	239
17.2	Speicherung von elektrischer Energie	242
17.3	Speicherung von thermischer Energie	247
17.4	Speicherung von flüssigen Kohlenwasserstoffen und Gasen	255
18	Rationelle Energieumwandlung und -nutzung	259
18.1	Allgemeine Aspekte	259
18.2	Rationelle Energienutzung bei der Erzeugung von elektrischer Energie	262
18.3	Rationelle Energienutzung im Sektor Haushalt und Kleinverbrauch	263
18.4	Rationelle Energienutzung im Sektor Verkehr	264
18.5	Rationelle Energienutzung in der Industrie	265
18.5.1	Überblick	265
18.5.2	Luftvorwärmung und Abhitzenutzung	266
18.5.3	Verfahren der Mehrfachentspannungsverdampfung	270
18.5.4	Wärmepumpeneinsatz in der Industrie	272
18.5.5	Energierückgewinnung mit Hilfe von ORC-Anlagen	274
18.5.6	Rezyklierungsverfahren	274
18.5.7	Technologische Entwicklungen bei der Produktherstellung	275
19	Regenerative und alternative Energiequellen	277
19.1	Energiefluß der Erde	277
19.2	Übersicht über Verfahren	277
19.3	Solares Energieangebot	278
19.4	Niedertemperatur-Solarkollektoren	280
19.5	Solarfarmanlagen	283
19.6	Solartoweranlagen	284
19.7	Fotovoltaische Kraftwerke	285
19.8	Windenergie	287
19.9	OTEC-Prozesse	290

19.10	Bioenergie	292
19.11	Laufwasserenergie	294
19.12	Geothermische Energie	296
19.13	Gezeitenenergie	297
20	Neue Verfahren in der Energietechnik	299
20.1	Tertiäre Ölgewinnung	299
20.2	Ölgewinnung aus Ölschiefer und Ölsand	300
20.3	Kohlevergasung	301
20.4	Kohleverflüssigung	304
20.5	Fusionskraftwerke	307
21	Allgemeine Betrachtungen zu Wirtschaftlichkeitsfragen in der Energiewirtschaft	311
21.1	Übersicht	311
21.2	Verfahren zur Kostenbewertung	315
21.2.1	Übersicht	315
21.2.2	Kostenvergleich	315
21.2.3	Erfolgsvorgleich	316
21.2.4	Rentabilitätsvergleich	317
21.2.5	Amortisationsvergleich	317
21.2.6	Kapitalwertmethode	318
21.2.7	Methode des internen Zinsfußes	319
21.2.8	Annuitätenmethode	320
21.2.9	Methode der Life-cycle-Kosten	321
22	Spezielle Kostenanalysen in der Energiewirtschaft	323
22.1	Stromerzeugungskosten	323
22.1.1	Kostenformel	323
22.1.2	Kostenparameter	324
22.1.2.1	Investitionskosten	324
22.1.2.2	Kapitalfaktoren	326
22.1.2.3	Anlagenauslastung	327
22.1.2.4	Mittlerer Anlagenwirkungsgrad	328
22.1.2.5	Sonstige Kostenparameter	329
22.1.3	Rechenbeispiele zur Kostenformel	330
22.1.4	Diskussion der Kostenformel	333
22.1.5	Kraftwerkseinsatz	335
22.1.6	Kosten beim Einsatz regenerativer Energieträger	339
22.1.7	Kosten bei Extrapolation der Kraftwerksleistung	340
22.2	Kostenbewertung bei Koppelproduktion	341
22.2.1	Grenzkostenbetrachtungen bei der Kraft-Wärme-Kopplung	341
22.2.2	Koppelproduktion bei industriellen Prozessen	343
22.3	Kostenbewertung bei der Energienutzung	344
22.3.1	Heizwärmeversorgung	344
22.3.2	Einsatz von mechanischer Energie im Verkehrssektor	346
22.3.3	Kosten der Herstellung von industriellen Produkten	346
22.4	Bewertungskoeffizienten in der Energiewirtschaft	347
23	Optimierungsfragen	349
23.1	Grundsätzliche Überlegungen	349
23.2	Mathematische Methoden der Optimierung	350
23.3	Beispiele für die Optimierung in der Energietechnik	353
24	Ökologische Fragen	359
24.1	Übersicht	359
24.2	Das Kohlendioxidproblem	359

24.3	Störfallbetrachtungen zum Leichtwasserreaktor	363
24.4	Passives Sicherheitsverhalten von Reaktoren	366
24.5	Ökologisch-ökonomisch-technische Kompromisse	368
25	Literaturverzeichnis	371
25.1	Literatur zu Kapitel 1	371
25.2	Literatur zu Kapitel 2	372
25.3	Literatur zu Kapitel 3	372
25.4	Literatur zu Kapitel 4	373
25.5	Literatur zu Kapitel 5	374
25.6	Literatur zu Kapitel 6	374
25.7	Literatur zu Kapitel 7	375
25.8	Literatur zu Kapitel 8	376
25.9	Literatur zu Kapitel 9	377
25.10	Literatur zu Kapitel 10	378
25.11	Literatur zu Kapitel 11	379
25.12	Literatur zu Kapitel 12	379
25.13	Literatur zu Kapitel 13	381
25.14	Literatur zu Kapitel 14	381
25.15	Literatur zu Kapitel 15	382
25.16	Literatur zu Kapitel 16	383
25.17	Literatur zu Kapitel 17	383
25.18	Literatur zu Kapitel 18	385
25.19	Literatur zu Kapitel 19	386
25.20	Literatur zu Kapitel 20	388
25.21	Literatur zu Kapitel 21	388
25.22	Literatur zu Kapitel 22	389
25.23	Literatur zu Kapitel 23	390
25.24	Literatur zu Kapitel 24	390
25.25	Literatur zum Anhang	391
	Abkürzungen	393
	Anhang A. Wichtige Zahlenwerte und Diagramme	395
	Index	403