

1	Einleitung	1
	Richard Zahoransky	
	Literatur	4
2	Energietechnische Grundlagen	5
	Udo Schelling	
2.1	Energieformen	5
2.2	Primär- und Sekundärenergien	8
2.3	Energieerhaltung	10
2.4	Thermodynamische Kreisprozesse	11
2.4.1	Carnot-Prozess	12
2.4.2	Technisch realisierbare Kreisprozesse	14
2.4.3	Irreversibilitäten	15
2.5	Erschöpfbares und nicht erschöpfbares (regeneratives) Energieangebot	16
2.6	Primär- und Sekundärenergien	17
2.7	Weltenergiebedarf	18
	Literatur	22
3	Überblick, Energiequellen und Energiebedarf	25
	Richard Zahoransky	
3.1	Energiequellen	25
3.1.1	Fossile Energieträger: Stein- und Braunkohle, Erdöl, Erdgas	25
3.1.2	Kernbrennstoffe	28
3.1.3	Erneuerbare Energiequellen	29
3.2	Energiebedarf	30
3.3	Nutz- und Prozesswärme	32
3.4	Erzeugung elektrischer Energie	32
3.5	Kraft-Wärme-Kopplung	35
3.6	Kombinations-Kraftwerke	36
3.7	Erneuerbare (regenerative) und unerschöpfbare Energiequellen	37
3.8	Entwicklungen in der Energietechnik	40
	Literatur	43

4 Konventionelle Dampfkraftwerke	45
Richard Zahoransky	
4.1 Thermodynamische Grundlagen	46
4.1.1 Clausius-Rankine-Vergleichsprozess	46
4.1.2 Überhitzung des Frischdampfes	48
4.1.3 Zwischenüberhitzung	49
4.1.4 Regenerative Speisewasser-Vorwärmung	50
4.1.5 Exergetische Betrachtung	52
4.1.6 Wärmeauskopplung	53
4.1.7 Regelung von Dampfkraftwerken	53
4.2 Aufbau von Dampfkraftwerken DKW	55
4.3 Wasserqualitäten in Dampfkraftwerken	57
4.3.1 Arbeitsfluid (Speisewasser)	59
4.3.2 Rückkühlwasser	59
4.3.3 Kühlwasser	60
4.3.4 Heizwasser	60
4.3.5 Wasseraufbereitung	60
4.4 Dampferzeuger	63
4.4.1 Allgemeine Zusammenhänge	64
4.4.2 Feuerung	66
4.4.3 Strömungsformen	66
4.4.4 Siedekrise 1. Art	69
4.4.5 Großwasserraumkessel GWRK	70
4.4.6 Naturumlauf-Dampferzeuger	71
4.4.7 Zwangumlauf-Dampferzeuger	72
4.4.8 Zwangdurchlauf-Dampferzeuger	74
4.5 Regenerative Speisewasservorwärmung/Vorwärmstrecke	77
4.5.1 Niederdruckvorwärmer	77
4.5.2 Mischvorwärmer (Speisewasserbehälter)	78
4.5.3 Hochdruckvorwärmer	79
4.6 Emissionen und Rauchgasreinigung	79
4.6.1 Emissionen und deren gesetzliche Vorschriften	79
4.6.2 Entstickung (DeNO _x Anlage)	82
4.6.3 Entstaubung	83
4.6.4 Rauchgasentschwefelungsanlage REA	85
4.6.5 CO ₂ -Abtrennung und Sequestrierung	86
4.7 Kühlsystem	89
4.7.1 Kondensator	89
4.7.2 Kühltürme	90
4.7.2.1 Nasskühlturm (Naturzug-Kühlturm)	90
4.7.2.2 Trockenkühlturm	90
4.7.2.3 Hybridkühlturm	90

4.8	Turbinen	91
4.9	Pumpen	92
4.10	Generatoren, Frequenzhaltung	92
4.11	Weitere funktionelle Systeme	94
4.12	Leittechnik in Kraftwerken	94
4.13	Entwicklungen	96
	Literatur	100
5	Kernkraftwerke	103
	Hans-Josef Allelein	
5.1	Kerntechnische Grundlagen	104
5.1.1	„Nutzbare“ Energie bei Kernreaktionen	108
5.1.2	Thermische und schnelle Neutronen	111
5.1.3	Moderation der Neutronen	115
5.1.4	Kernbrennstoffe	117
5.1.5	Radionuklidbildung in Reaktoren	120
5.2	Prinzipieller Aufbau des Reaktors	121
5.2.1	Brennelement	121
5.2.2	Leistungsverteilung	124
5.2.3	Reaktordruckbehälter	127
5.3	Reaktorsicherheit	130
5.3.1	Einführung	130
5.3.2	Sicherheitskonzept	131
5.3.3	Fukushima	134
5.3.4	Sicherheitsvorkehrungen	138
5.3.5	Räumliche Trennung	140
5.3.6	Reaktorsicherheitsforschung	140
5.4	Reaktortypen	141
5.4.1	Übersicht der Reaktortypen	141
5.4.2	Kernkraftwerk mit Siedewasserreaktor	142
5.4.3	Kernkraftwerk mit Druckwasserreaktor	148
5.4.4	CANDU Reaktor	153
5.4.5	Schnelle Brüter	154
5.4.6	Gasgekühlte Reaktoren, Hochtemperaturreaktor	155
5.4.7	Kernkraftwerke der 4. Generation	158
5.4.8	Kleine und/oder modulare Reaktorkonzepte	160
5.5	Wiederaufbereitung, Transport und endzulagerndes Material/Entsorgung	164
5.5.1	Wiederaufbereitung	164
5.5.2	Transport	166
5.5.3	Endzulagerndes Material/Entsorgung	166
5.6	Fusionskonzepte	171
	Literatur	181

6 Gasturbinen-Kraftwerke	185
Richard Zahoransky	
6.1 Thermodynamische Grundlagen	186
6.1.1 Gasturbine mit isochorer Wärmezufuhr	186
6.1.2 Gasturbine mit isobarer Wärmezufuhr	188
6.1.3 Thermodynamische Varianten	191
6.1.3.1 Zwischenkühlung	191
6.1.3.2 Zwischenerhitzung	192
6.1.3.3 Luftvorwärmung	192
6.1.4 Realer Gasturbinen-Prozess	195
6.1.5 Umwelteinflüsse	195
6.2 Aufbau moderner stationärer Gasturbinen	196
6.3 Verdichter	198
6.4 Turbine in der Gasturbinenanlage	199
6.5 Brennkammer	201
6.5.1 Silobrennkammer	201
6.5.2 Ringbrennkammer	201
6.5.3 Schadstoffminimierung	201
6.6 Sonstige Komponenten	204
6.7 Jet-Gasturbinen, Aeroderivate	205
6.8 Mikro-Gasturbinen	205
6.9 Gasturbine mit getrennter Nutzleistungsturbine	206
6.10 Gasturbinen mit geschlossenem Kreislauf	208
6.11 Gasturbine mit interner Kohleverbrennung	209
6.11.1 Gasturbine mit Kohlestaubfeuerung	209
6.11.2 Gasturbine mit Kohlevergasung	209
6.12 Gasturbine mit festen Brennstoffen befeuert	210
6.13 Allem Cycle	210
6.14 Betriebsverhalten	211
6.15 Entwicklungen	212
Literatur	217
7 Kombinationskraftwerke	219
Richard Zahoransky	
7.1 Gas- und Dampfkraftwerke	219
7.1.1 Schaltungsmöglichkeiten	221
7.1.2 Prinzipielle Zusammenhänge	222
7.1.3 Eindruckprozess	225
7.1.4 Zwei- und Mehrdruckprozesse	229
7.1.5 Einwellenanlagen	230
7.1.6 Abhitzeessel	231
7.1.7 Regelung, Betriebsverhalten	234

7.2	Gasturbine mit interner Abwärmenutzung (Cheng-Cycle)	235
7.3	Kombination von zwei Dampf-Kraftwerken	238
7.4	Verbrennungsmotor und Dampfkraftwerk	239
7.5	Kombinationen mit ORC-Kraftwerk	239
7.6	Entwicklungen	240
	Literatur.	243
8	Stationäre Kolbenmotoren für energetischen Einsatz.	247
	Maurice Kettner und Richard Zahoransky	
8.1	Otto-Motor	248
8.1.1	Miller-Verfahren.	254
8.1.2	Einsatz von Motoren in der Kraft-Wärme-Kopplung	255
8.2	Diesel-Motor	256
8.3	Stirling-Motor	261
8.4	Gasmotoren	264
8.4.1	Brenngase.	264
8.4.2	Technische Besonderheiten des Gasmotors	267
8.5	Dual Fuel (Zweistoff-Motor, Zündstrahl-Motor).	274
8.6	Hybridmotoren	275
8.7	Notstromaggregate	280
8.8	Emissionsminderung	281
8.8.1	Otto-Motor	284
8.8.2	Diesel-Motor	284
8.8.3	Gasmotoren	286
8.9	Motorregelung für energetische Zwecke	291
	Literatur.	294
9	Brennstoffzellen.	299
	David Degler, Udo Schelling und Frank Allmendinger	
9.1	Historie.	299
9.2	Funktionsprinzip und Klassifizierung	302
9.3	Thermodynamische Grundlagen	305
9.4	Wirkungsgrad.	307
9.5	Typisches Betriebsverhalten	309
9.6	Wasserstoff als Brennstoff	311
9.6.1	Grauer Wasserstoff.	311
9.6.2	Blauer Wasserstoff.	312
9.6.3	Türkiser Wasserstoff	312
9.6.4	Grüner Wasserstoff.	313
9.7	Anwendungsgebiete und Stand der Entwicklung	313
9.7.1	Die Alkalische Brennstoffzelle, Typ AFC	315
9.7.2	Die Protonenaustauschmembran-Brennstoffzelle, Typ PEMFC	318
9.7.3	Die phosphorsaure Brennstoffzelle, Typ PAFC	325

9.7.4	Die Schmelzkarbonat Brennstoffzelle, Typ MCFC	327
9.7.5	Die oxidkeramische Brennstoffzelle, Typ SOFC	331
	Literatur	338
10	Blockheiz-Kraftwerke, Kälteanlagen, Wärmepumpen und Kraft-Wärme-Kälte- Kopplung	341
	Richard Zahoransky und Maurice Kettner	
10.1	Wärmeauskopplung bei Dampfkraftwerken	343
10.1.1	Gegendruckbetrieb	343
10.1.2	Entnahme- und Anzapfbetrieb	346
10.2	Wärmeauskopplung bei Gasturbinen	348
10.3	Wärmeauskopplung bei Kombikraftwerken (GuD)	349
10.4	Wärmeauskopplung bei Kolbenmotoren	350
10.5	Wärmeauskopplung bei anderen Prozessen	353
10.6	Betriebsweise und Dimensionierung von BHKW	354
10.7	Klimatisierung (Kälteerzeugung) durch Abwärme	358
10.7.1	Kompressions-Kältemaschinen	360
10.7.2	Absorptions-Kältemaschinen	360
10.7.3	Adsorptions-Kälteanlagen	362
10.8	Wärmepumpen	364
10.9	Kraft-Wärme-Kälte-Verbund	368
10.10	Druckluft – KWK	369
10.11	Abgasnutzung für CO ₂ -Düngung	370
	Literatur	374
11	Wasserkraftwerke	377
	Richard Zahoransky	
11.1	Nutzbare Wasserenergie	378
11.2	Laufwasserkraftwerke	381
11.3	Turbinen für Wasserkraftwerke	383
11.3.1	Kaplan-Turbinen	385
11.3.2	Ossberger-Turbinen (Banki-Turbinen)	387
11.3.3	Francis-Turbinen	387
11.3.4	Dériaz-Turbinen	388
11.3.5	Pelton-Turbinen	388
11.3.6	Turgo-Turbine	390
11.3.7	Schrauben- oder Kegelturbine	391
11.4	Gezeiten-Kraftwerke	391
11.5	Meereswellen-Kraftwerke	394
11.6	Meeresströmungs-Kraftwerke	397
11.7	Ozeanthermische Kraftwerke	397
	Literatur	401

12 Solartechnik	403
Elmar Bollin	
12.1 Überblick	403
12.2 Solare Strahlung	404
12.2.1 Grundlagen	404
12.2.2 Das Strahlungsangebot auf die Erde	405
12.2.3 Wichtige Begriffe und Größen im Umgang mit Solarstrahlung	407
12.2.4 Messgeräte zur Erfassung der Globalstrahlung	408
12.3 Solarthermische Energienutzung	410
12.3.1 Übersicht	410
12.3.2 Sonnenkollektoren	411
12.3.3 Charakterisierung von Kollektoren oder die Bestimmung der Nutzleistungen und des Wirkungsgrades von Kollektoren	413
12.3.4 Kollektortestverfahren	416
12.3.5 Bauarten von Sonnenkollektoren	417
12.3.6 Solarthermische Systeme	418
12.3.7 Solarthermische Großanlagen zur Trinkwarmwasserbereitung	419
12.3.8 Spezifische Kennwerte von solarthermischen Anlagen zur Trinkwarmwasserbereitung	420
12.3.9 Beispiel einer solarthermischen Großanlage zur Trinkwasserbereitung	423
12.4 Photovoltaik	425
12.4.1 Einführung	425
12.4.2 Aufbau und Funktionsweise einer Solarzelle	427
12.4.3 Solarzellentechnologie	428
12.4.4 Leistungsfähigkeit von Solarzellen	429
12.4.5 Verschalten von Solarzellen	431
12.4.6 Photovoltaische Systeme	434
12.4.7 Netzparallele PV-Anlagen	435
12.4.8 Evaluation von PV-Systemen	437
12.5 Solarthermische Kraftwerke	438
12.5.1 Zur Einführung	438
12.5.2 Solarturmkraftwerke	439
12.5.3 Parabolrinnenkraftwerke	440
12.5.4 Fresnel-Kollektoren	441
12.5.5 Dish-Stirling-Systeme	442
12.5.6 Aufwindkraftwerke	444
12.5.7 Projekt DESERTEC	444
Literatur	448

13 Windenergie	449
Carsten Fichter	
13.1 Einleitung Windenergietechnik	449
13.2 Historie Windenergieanlagentechnik	450
13.3 Meteorologische Grundlagen	451
13.4 Leistung im Wind – Energieumwandlung	460
13.5 Klassifikation von Windenergieanlagen	468
13.5.1 Strömungsmechanische (Aerodynamische) Wirkungsweise	470
13.5.1.1 Widerstandsläufer	470
13.5.1.2 Auftriebsläufer	472
13.5.2 Bauformen von Windenergieanlagen	481
13.5.2.1 Vertikalachser (VAWT)	481
13.5.2.2 Horizontalachser (HAWT)	482
13.5.2.3 Komponenten der Horizontalachser	483
13.5.2.4 Sonderformen von Windenergieanlagen	489
13.6 Leistungskennlinie und Regelung der Windenergieanlagen	493
13.7 Netzanbindung von Windenergieanlagen	496
13.8 Lasten an Windenergieanlagen	498
13.9 Lebenszyklus der Windenergieanlagen	499
13.9.1 Projektentwicklung	499
13.9.2 Vergütung der Stromlieferungen aus Windenergieanlagen	500
13.9.3 Betrieb von Windenergieanlagen und Windparks	501
13.9.4 Repowering, Rückbau, Weiterbetrieb	505
13.10 Onshore vs. Offshore Wind	507
13.11 CO ₂ Bilanz Onshore und Offshore Windenergieanlagen	510
13.12 Normen und Gesetze	511
Literatur	516
14 Energetische Verwertung von Biomasse	521
Richard Zahoransky	
14.1 Thermische Verfahren	523
14.1.1 Pyrolyse	523
14.1.2 Verbrennung	523
14.1.3 Thermische Vergasung	525
14.2 Bakterielle Vergasung	528
14.3 Biomasse-Verflüssigung	530
14.3.1 Pflanzenöle	531
14.3.2 Pflanzenölester	531
14.3.3 Tierische Fette	531
14.3.4 Fischer-Tropsch-Verfahren	531
14.3.5 Direkte Biomasse-Verflüssigung unter Atmosphärendruck mit Katalysator	532
14.3.6 Direkte Biomasse-Verflüssigung unter Hochdruck	532

14.3.7	Hydro Thermal Upgrading HTU	532
14.3.8	Bezeichnungen weiterer Verfahren	533
	Literatur.	534
15	Nutzung geothermischer Energie	537
	Carsten Fichter und Richard Zahoransky	
15.1	Potenzial der Geothermie.	538
15.2	Erschließungskonzepte für geothermische Anlagen	541
15.3	Geothermische Kraftwerkskonzepte	542
15.3.1	Thermodynamische Grundlagen.	542
15.3.2	Aufbau tiefegeothermischer Kraftwerke.	543
15.3.3	Produktions- und Injektionsbohrung.	545
15.3.4	Schlüssel-Komponenten	547
15.3.5	Sekundärer Kreislauf der tiefegeothermischen Kraftwerksanlage	548
15.3.6	Tertiärer Kreislauf der tiefegeothermischen Kraftwerksanlage ..	549
15.4	Direkte Dampfentspannung.	549
15.5	Flushprinzip	550
15.6	Binärprinzip: ORC und KALINA	551
15.6.1	Organic Rankine Cycles ORC	551
15.6.2	Kalina-Prozess	554
15.7	Hot-Dry-Rock-Verfahren, HDR.	556
15.8	Geokomprimierte nasse Felder	558
15.9	Kraft-Wärme-Kopplung mit geothermischer Energiequelle	558
15.10	Hybridsysteme	559
15.11	Erdwärmesonden – Oberflächennahe Geothermie.	559
15.12	Thermalquellen	560
15.13	Umweltaspekte.	560
15.14	Risiken	560
	Literatur.	563
16	Energetische Müllverwertung	565
	Richard Zahoransky	
16.1	Müllkraftwerke mit traditionellen Öfen.	566
16.2	Pyrolyse	568
16.3	Thermoselect-Verfahren.	568
16.4	Schwel-Brenn-Verfahren	569
16.5	Deponiegas/Klärgas-Kraftwerke	570
	Literatur.	573
17	Energieverteilung	575
	Harald Schwarz	
17.1	Elektrische Netze	576
17.1.1	Grundlagen elektrischer Netze	576

17.1.2	Netzbetrieb vor Liberalisierung des Strommarktes	583
17.1.3	Netzbetrieb nach Liberalisierung des Strommarktes	585
17.1.4	Netzbetrieb bei hohem Anteil von EEG-Einspeisungen	587
17.1.5	Netzbetrieb bei hohem Anteil von Elektromobilität	605
17.1.6	Zukünftige Herausforderungen für den Netzbetrieb: Netzausbau	609
17.1.7	Speicherung und steuerbare Lasten: Aktuelle Situation und Ausblick	610
17.1.8	Ausbildung für Systemführer und Training des Operativpersonals	615
17.1.9	Der Beitrag von Hybrid- oder virtuellen Kraftwerken bzw. SMART- oder Micro-Grids	616
17.1.10	Anforderungen an die konventionelle Erzeugung	619
17.2	Mineralöltransporte	621
17.3	Erdgas-Transport	622
17.3.1	Transport von gasförmigem Erdgas	622
17.3.2	Transport von flüssigem Erdgas	624
17.4	Wärmetransporte	624
	Literatur	628

18 Energiespeicherung 631

Richard Zahoransky und Carsten Fichter

18.1	Speicherung elektrischer Energie	632
18.1.1	Übersicht und Anwendungsbereiche	632
18.1.2	Systeme und Strukturen der Energiespeicherung	633
18.1.3	Systeme für Tageslastausgleich	635
18.1.3.1	Pumpspeicherkraftwerk	635
18.1.3.2	Lage-Energiespeicher	640
18.1.3.3	Diabater Druckluftspeicher	645
18.1.3.4	Adiabater Druckluftspeicher	647
18.1.3.5	Thermische Speicherung elektrischer Energie	650
18.1.3.6	Akkumulatoren/Batteriespeicher	654
18.1.3.7	Redox-Flow Batterien	655
18.1.4	Systeme für Wochen- und Jahreslastausgleich – Sektorkopplung	658
18.1.4.1	Sektorkopplung Vergangenheit und Heute	659
18.1.4.2	Sektorkopplung Transformationsphase und Zukunft – Power to X	660
18.1.4.3	Grüne Energieträger	662
18.1.4.4	Elektrolyse und Wasserstoffspeicher	663
18.1.4.5	Kosten für grünen Wasserstoff	671
18.1.4.6	Koppelprodukte Wasserelektrolyse	672

18.1.4.7	Wasserstoffbeimischung ins Erdgasnetz	673
18.1.4.8	Power to X – Methanisierung	673
18.1.5	Systeme zur Bereitstellung der Wirkleistungssekundenreserve. . .	674
18.1.5.1	Schwungradspeicher	674
18.1.5.2	Supraleitender magnetischer Energiespeicher SMES. . .	677
18.1.6	Systeme zur Sicherung der unterbrechungsfreien Stromversorgung.	678
18.1.6.1	Akkumulatoren/Batterien	678
18.1.6.2	Kondensatoren	679
18.1.7	Vergleich relevanter Speichertechnologien: Leistungs- und Energiespeicher.	680
18.2	Speicherung der Brennstoffe	681
18.2.1	Kohlelagerung.	681
18.2.2	Flüssige Brennstoffe (Erdöl und Mineralölprodukte).	682
18.2.3	Gasförmige Brennstoffe	684
18.2.3.1	Oberirdische Gasspeicher	685
18.2.3.2	Unterirdische Gasspeicher.	685
18.2.3.3	Flüssiggas-Speicher.	686
18.3	Wärmespeicher.	687
18.3.1	Speicherung fühlbarer Wärme	687
18.3.2	Speicherung latenter Wärme	688
18.3.2.1	Ruths-Speicher.	688
18.3.2.2	Fest-Flüssig Latentwärmespeicher (Schmelzwärmespeicher).	689
18.3.2.3	Chemische Speicher.	689
	Literatur.	692
19	Marktliberalisierung und Energiewende	695
	Dominik Wörsdörfer	
19.1	Liberalisierung der Energiemärkte.	696
19.1.1	Entwicklung des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG).	696
19.1.2	Struktur der heutigen Stromversorgung	701
19.1.3	Entwicklung auf dem Strommarkt	703
19.1.3.1	Preisentwicklung	703
19.1.3.2	Konsequenzen der Liberalisierung für die Energieversorgungsunternehmen.	706
19.1.4	Entwicklung auf dem Gasmarkt	708
19.2	Energiewende.	711
19.2.1	Definition	711
19.2.2	Ziele	711
19.2.3	Zielerreichungsgrad	713
19.2.4	Stromwende	715

19.2.4.1	Entwicklung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG).....	715
19.2.4.2	Erneuerbarer Energiemix.....	721
19.2.4.3	EEG-Kosten.....	722
19.2.5	Wärme- und Verkehrswende.....	723
	Literatur.....	727
20	Globale Erwärmung und Klimapolitik.....	735
	Richard Zahoransky	
20.1	Globale Erwärmung und Treibhausgase GHG.....	735
20.2	Geschichte des Kyoto-Protokolls.....	738
20.3	Maßnahmen zur GHG Minderung.....	742
20.3.1	Emissionshandel.....	742
20.3.2	Allokation der Emissionen.....	743
20.3.3	Preis der Emissionszertifikate.....	744
20.3.4	Joint Implementation (JI).....	745
20.3.5	Clean Development Mechanism (CDM).....	745
20.3.6	CO ₂ -Senken, Landnutzung: LULUCF.....	746
20.4	Kontrolle und Zertifizierung.....	747
20.4.1	Compliance Committee.....	747
20.4.2	Ernannte Nationale Autoritäten „Designated National Authorities“ DNA.....	748
20.4.3	Ernannte Operative Organisationen „Designated Operational Entities“ DOE.....	748
20.4.4	Rolle der Weltbank.....	748
20.5	Diskussion.....	748
	Literatur.....	751
21	Lösungen der Übungsaufgaben.....	753
	Richard Zahoransky	
21.1	Lösungen Kap. 2.....	753
21.2	Lösungen Kap. 3.....	755
21.3	Lösungen Kap. 4.....	757
21.4	Lösungen Kap. 5.....	763
21.5	Lösungen Kap. 6.....	767
21.6	Lösungen Kap. 7.....	771
21.7	Lösungen Kap. 8.....	777
21.8	Lösungen Kap. 9.....	781
21.9	Lösungen Kap. 10.....	783
21.10	Lösungen Kap. 11.....	786
21.11	Lösungen Kap. 12.....	788
21.12	Lösungen Kap. 13.....	790
21.13	Lösungen Kap. 14.....	794

21.14 Lösungen Kap. 15	796
21.15 Lösungen Kap. 16	800
21.16 Lösungen Kap. 17	801
21.17 Lösungen Kap. 18	803
21.18 Lösungen Kap. 20	810
Stichwortverzeichnis	813