

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung und Aufbau	1
1.1 Energiesystem.....	1
MARTIN KALTSCHMITT	
1.1.1 Energiebegriffe.....	2
1.1.2 Weltweiter Energieverbrauch.....	5
1.1.3 Energieverbrauch in Deutschland.....	7
Primär-, End- und Nutzenergieverbrauch (7); Verbrauch an elektrischer Energie (10)	
1.2 Nutzungsmöglichkeiten regenerativer Energien	11
MARTIN KALTSCHMITT	
1.2.1 Erneuerbare Energien.....	11
1.2.2 Untersuchte Möglichkeiten.....	12
1.3 Aufbau und Vorgehen.....	13
MARTIN KALTSCHMITT	
1.3.1 Physikalische Grundlagen	14
1.3.2 Systemtechnische Beschreibung.....	14
1.3.3 Ökonomische und ökologische Analyse	15
Definition von Referenzanlagen (15); Ökonomische Analyse (16); Ökologische Analyse (18)	
1.3.4 Potenziale und Nutzung.....	20
Potenziale (20); Nutzung (23)	
1.4 Konventionelle Vergleichssysteme	23
MORITZ NILL, WOLFGANG STREICHER, MARTIN KALTSCHMITT	
1.4.1 Randbedingungen.....	23
1.4.2 Techniken zur Strombereitstellung.....	25
1.4.2.1 Systemtechnische Beschreibung.....	25
Dampfkraftwerke (26); Gasturbinenkraftwerke (26); Gas- und Dampfturbinen-(GuD)-Kraftwerke (26)	
1.4.2.2 Ökonomische und ökologische Analyse.....	27
Referenzanlagen (27); Ökonomische Analyse (28); Ökologische Analyse (29)	
1.4.3 Techniken zur Wärbereitstellung.....	31
1.4.3.1 Systemtechnische Beschreibung.....	31
Brennstoffversorgung und -lagerung (31); Heizkessel und Brenner (31); Trinkwarmwasser-Bereitung (32)	

1.4.3.2	Ökonomische und ökologische Analyse	32
	Referenzanlagen (32); Ökonomische Analyse (33); Ökologische Analyse (34)	
2	Grundlagen des regenerativen Energieangebots	37
2.1	Energiebilanz der Erde	37
	MARTIN KALTSCHMITT, ANDREAS WIESE	
2.1.1	Erneuerbare Energiequellen	37
	Sonnenenergie (37); Geothermische Energie (40); Energie aus Planetengravitation und -bewegung (41)	
2.1.2	Atmosphäre	42
2.1.3	Bilanz der Energieströme	44
2.2	Solare Strahlung	47
	MARTIN KALTSCHMITT, WOLFGANG STREICHER	
2.2.1	Grundlagen des solaren Strahlungsangebots	47
	Optische Fenster (47); Strahlungsschwächung (47); Strahlungs- spektrum (48); Direkt-, Diffus- und Globalstrahlung (49); Direktstrahlung auf geneigte, ausgerichtete Flächen (50); Diffusstrahlung auf geneigte, ausgerichtete Flächen (52); Reflexionsstrahlung auf geneigte, ausgerichtete Flächen (52); Globalstrahlung auf geneigte, ausgerichtete Flächen (53)	
2.2.2	Räumliche und zeitliche Angebotscharakteristik.....	53
	Strahlungsmessung (53); Strahlungsverteilung (54); Zeitliche Variationen (54)	
2.3	Windenergie	62
	MARTIN KALTSCHMITT, ANDREAS WIESE	
2.3.1	Grundlagen der Windentstehung	63
	Mechanismen (63); Globale Luftzirkulationssysteme (64); Lokale Luftzirkulationssysteme (66); Einfluss der Geländestruktur (69); Windleistung (70)	
2.3.2	Räumliche und zeitliche Angebotscharakteristik.....	71
	Windrichtungs- und -geschwindigkeitsmessung (71); Windverteilung (71); Zeitliche Variationen (74); Häufigkeitsverteilung (77)	
2.4	Lauf- und Speicherwasserangebot	79
	MARTIN KALTSCHMITT, KLAUS JORDE	
2.4.1	Grundlagen des Wasserangebots	79
	Wasservorräte der Erde (79); Wasserkreislauf (79); Niederschlag (81); Vom Niederschlag zum Abfluss (81); Leistung und Arbeitsvermögen des Wassers (83)	
2.4.2	Räumliche und zeitliche Angebotscharakteristik.....	85
	Messung wassertechnischer Kenngrößen (85); Niederschlags- verteilung und -variationen (87); Flusssysteme, Abflusshöhe und -verlauf (89); Speicher (92)	

2.5	Photosynthetisch fixierte Energie	93
	IRIS LEWANDOWSKI	
2.5.1	Produktion organischer Masse durch Photosynthese.....	93
	Aufbau und Zusammensetzung der Pflanze (93); Photo- synthese (93); Einfluss verschiedener Wachstumsfaktoren (96)	
2.5.2	Räumliche und zeitliche Angebotscharakteristik.....	101
	Räumliche Angebotscharakteristik (101); Zeitliche Angebots- charakteristik (101)	
2.6	Erdwärme.....	103
	ERNST HUENGES, MARTIN KALTSCHMITT	
2.6.1	Grundlagen	103
	Erdaufbau (103); Temperaturgradient (105); Wärmeinhalt und Ver- teilung der Quellen (105); Terrestrische Wärmestromdichte (106); Wärmebilanz an der Erdoberfläche (107); Geothermische Systeme und Ressourcen (107)	
2.6.2	Räumliche und zeitliche Angebotscharakteristik.....	110
	Flacher Untergrund (110); Tiefer Untergrund (112)	
3	Passive Sonnenenergienutzung	115
	WOLFGANG STREICHER	
3.1	Physikalische Grundlagen.....	115
3.2	Systemtechnische Beschreibung	117
3.2.1	Definitionen.....	117
	Begriffe (117); Kennzahlen (117)	
3.2.2	Systemkomponenten.....	119
	Transparente Abdeckungen (119); Verschattungseinrichtungen (122); Absorber und Speicher (126)	
3.2.3	Funktionale Systeme.....	128
	Direktgewinnsysteme (129); Indirekte Gewinnsysteme (129); Abgekoppelte Systeme (132); Wintergärten (133)	
3.3	Potenziale und Nutzung.....	135
3.3.1	Potenziale	136
3.3.2	Nutzung	136
4	Solarthermische Wärmenutzung	137
4.1	Physikalische Grundlagen.....	137
	WOLFGANG STREICHER	
4.1.1	Absorption, Emission und Transmission	137
4.1.2	Optische Eigenschaften von Absorbern.....	138
4.1.3	Optische Eigenschaften von Abdeckungen.....	139
4.1.4	Energiebilanz.....	140
	Allgemeine Energiebilanz (140); Energiebilanz des Kollektors (140)	
4.1.5	Wirkungsgrad und solarer Deckungsgrad.....	143

4.2	Systemtechnische Beschreibung	144
	WOLFGANG STREICHER	
4.2.1	Kollektoren.....	144
	Bauteile von Kollektoren (144); Montage (146); Kollektor- bauarten und Anwendungsbereiche (147); Daten und Kennlinien (150); Kollektorverschaltung (152)	
4.2.2	Weitere Systemelemente	153
	Speicher (153); Mess- und Regeleinrichtungen (158); Wärmeträgermedium (160); Leitungen (160); Wärmeübertrager (161); Pumpen (162)	
4.2.3	Energiewandlungskette und Verluste	163
	Energiewandlungskette (163); Verluste (163)	
4.2.4	Anlagenkonzepte	165
	Anlagen ohne Umlauf (165); Offene Naturumlaufsysteme (165); Geschlossene Naturumlaufsysteme (166); Offene Zwangsumlauf- systeme (166); Geschlossene Zwangsumlaufsysteme (167)	
4.2.5	Anwendungen solarthermischer Anlagen	167
	Solare Freibadbeheizung (167); Kleinanlagen (169); Solare Nahwärmesysteme (172); Sonstige Anwendungen (174)	
4.3	Ökonomische und ökologische Analyse	174
	MORITZ NILL, WOLFGANG STREICHER, MARTIN KALTSCHMITT	
4.3.1	Referenzanlagen	175
4.3.2	Ökonomische Analyse.....	177
	Investitionen (178); Betriebskosten (180); Wärmegestehungs- kosten (182)	
4.3.3	Ökologische Analyse.....	184
4.3.3.1	Lebenszyklusanalyse	184
	Solarthermische Wärmebereitstellung (184); Ver- sorgungssysteme (186)	
4.3.3.2	Weitere Umwelteffekte.....	188
	Herstellung (188); Normalbetrieb (189); Störfall (189); Betriebsende (190)	
4.4	Potenziale und Nutzung	190
	MARTIN KALTSCHMITT, SVEN SCHNEIDER	
4.4.1	Potenziale	190
	Theoretisches Potenzial (190); Technische Angebotspotenziale (Wärmeerzeugungspotenziale) (191); Technische Endenergie- potenziale (Nachfragepotenziale) (191)	
4.4.2	Nutzung	195
5	Photovoltaische Stromerzeugung.....	197
5.1	Physikalische Grundlagen.....	197
	MARTIN KALTSCHMITT, UWE RAU	
5.1.1	Bändermodell	197

5.1.2	Leiter, Nichtleiter und Halbleiter.....	198
	Leiter (198); Nichtleiter (199); Halbleiter (199)	
5.1.3	Leitungsmechanismen in Halbleitern.....	199
	Eigenleitung (199); Störstellenleitung (200)	
5.1.4	Photoeffekt	202
	Äußerer Photoeffekt (203); Innerer Photoeffekt (203)	
5.1.5	p-n-Übergang.....	203
5.1.6	Photovoltaischer Effekt	205
5.2	Systemtechnische Beschreibung	206
	MARTIN KALTSCHMITT, DIRK UWE SAUER, UWE RAU, KLAUS PREISER, WERNER ROTH	
5.2.1	Photovoltaikzelle und –modul.....	207
	Aufbau und Ersatzschaltbild (207); Kennlinie (207); Wirkungs- grad und Verluste (210); Zellentypen (213); Solarmodul (227)	
5.2.2	Weitere Systemkomponenten	230
	Wechselrichter (230); Aufständigung (239); Batterien und Laderegler (241); Sonstige Komponenten (247)	
5.2.3	Netzunabhängige Systeme.....	247
	Systemkonzepte (248); Beispiele (251)	
5.2.4	Netzgekoppelte Systeme.....	253
5.2.5	Energiewandlungskette, Verluste und Leistungskennlinie.....	255
	Energiewandlungskette (255); Verluste (256); Leistungs- kennlinie (257)	
5.3	Ökonomische und ökologische Analyse	258
	MARTIN KALTSCHMITT, MARKUS MÜLLER, SVEN SCHNEIDER	
5.3.1	Referenzanlagen	259
5.3.2	Ökonomische Analyse.....	260
	Investitionen (260); Betriebskosten (261); Stromgestehungs- kosten (261)	
5.3.3	Ökologische Analyse.....	264
5.3.3.1	Lebenszyklusanalyse	264
5.3.3.2	Weitere Umwelteffekte.....	267
	Herstellung (267); Normalbetrieb (268); Störfall (269); Betriebsende (270)	
5.4	Potenziale und Nutzung	270
	MARTIN KALTSCHMITT, SVEN SCHNEIDER	
5.4.1	Potenziale	271
	Theoretisches Potenzial (271); Technische Angebotspotenziale (Stromerzeugungspotenziale) (271); Technische Endenergie- potenziale (Nachfragepotenziale) (272)	
5.4.2	Nutzung	274

6	Stromerzeugung aus Windenergie.....	277
6.1	Physikalische Grundlagen.....	277
	KLAUS KEHL, MARTIN KALTSCHMITT, WOLFGANG STREICHER	
6.1.1	Zusammenhänge am idealisierten Windenergiekonverter	278
6.2.1	Widerstands- und Auftriebsprinzip	283
	Auftriebsprinzip (284); Widerstandsprinzip (289)	
6.2	Systemtechnische Beschreibung	291
	MARTIN KALTSCHMITT, MARTIN SKIBA, ANDREAS WIESE	
6.2.1	Bauformen	291
6.2.2	Systemelemente von Horizontalachsenkonvertern	292
	Rotor (294); Getriebe (298); Generator (299); Windrichtungsnachführung (301); Turm (302); Fundament (303); Netzkopplung (305); Systemaspekte Offshore-Aufstellung (307)	
6.2.3	Energiewandlungskette, Verluste und Leistungskennlinie.....	310
	Energiewandlungskette (310); Verluste (310); Leistungskennlinie (313); Energieertrag (315)	
6.2.4	Leistungsregelung	316
	Stall-Regelung (317); Pitch-Regelung (319)	
6.2.5	Windparks	321
	Windparkdesign (321); Netzanbindung (323)	
6.3	Ökonomische und ökologische Analyse	325
	MARTIN KALTSCHMITT, MORITZ NILL, SVEN SCHNEIDER	
6.3.1	Referenzanlagen	325
6.3.2	Ökonomische Analyse	326
	Investitionen (326); Betriebskosten (328); Stromgestehungskosten (329)	
6.3.3	Ökologische Analyse	331
6.3.3.1	Lebenszyklusanalyse	331
6.3.3.2	Weitere Umwelteffekte.....	333
	Herstellung (333); Normalbetrieb (333); Störfall (338); Betriebsende (338)	
6.4	Potenziale und Nutzung	338
	MARTIN KALTSCHMITT, SVEN SCHNEIDER	
6.4.1	Potenziale	339
	Theoretisches Potenzial (339); Technische Angebotspotenziale (Stromerzeugungspotenziale) Onshore (339); Technische Angebotspotenziale (Stromerzeugungspotenziale) Offshore (341); Technische Endenergiepotenziale (Nachfragepotenziale) (342)	
6.4.2	Nutzung	343
7	Stromerzeugung aus Wasserkraft	347
7.1	Physikalische Grundlagen.....	347
	KLAUS JORDE, MARTIN KALTSCHMITT	
	Systemaufbau (348); Einlauf (348); Druckrohrleitung (349); Turbine (349); Auslauf (350); Gesamtsystem (350)	

7.2	Systemtechnische Beschreibung	351
	KLAUS JORDE, MARTIN KALTSCHMITT	
7.2.1	Schematischer Aufbau	351
7.2.2	Systematisierung und Bauformen	352
	Niederdruckanlagen (353); Mitteldruckanlagen (356); Hochdruck- anlagen (356); Nebenbetriebsanlagen (357)	
7.2.3	Systemkomponenten	358
	Staubauwerk (358); Speicher (359); Einlaufbauwerk (360); Triebwasser-/Druckrohrleitung (360); Krafthaus (361); Turbine (361); Auslauf (368); Wellenkupplung und Getriebe (368); Generator (369); Transformator (369); Regelung (369)	
7.2.4	Insel- und Netzbetrieb	369
7.2.5	Energiewandlungskette, Verluste und Leistungsplan	370
	Energiewandlungskette (370); Verluste (371); Betriebsverhalten und Leistungsplan (372)	
7.3	Ökonomische und ökologische Analyse	374
	MARTIN KALTSCHMITT, MORITZ NILL, KLAUS JORDE	
7.3.1	Referenzanlagen	374
7.3.2	Ökonomische Analyse	375
	Investitionen (376); Betriebskosten (377); Stromgestehungs- kosten (378)	
7.3.3	Ökologische Analyse	379
7.3.3.1	Lebenszyklusanalyse	379
7.3.3.2	Weitere Umwelteffekte	381
	Herstellung (381); Normalbetrieb (382); Störfall (386); Betriebsende (386)	
7.4	Potenziale und Nutzung	387
	MARTIN KALTSCHMITT, KLAUS JORDE	
7.4.1	Potenziale	387
	Theoretisches Potenzial (388); Technische Angebotspotenziale (Stromerzeugungspotenziale) (388); Technische Endenergie- potenziale (Nachfragepotenziale) (389)	
7.4.2	Nutzung	390
	Derzeitige Nutzung (390); Weitergehende Nutzungsmöglich- keiten (392)	
8	Nutzung von Umgebungsluft und oberflächennaher Erdwärme	395
8.1	Physikalische Grundlagen	397
	WOLFGANG STREICHER, MARTIN KALTSCHMITT	
	Wärmepumpenprinzip (398); Kennzahlen (402)	
8.2	Systemtechnische Beschreibung	404
	BURKHARD SANNER, WOLFGANG STREICHER, MARTIN KALTSCHMITT	
8.2.1	Wärmequellenanlage zur Nutzung der Umgebungsluft	404

8.2.2	Wärmequellenanlage zur Nutzung der oberflächennahen Erdwärme	408
	Geschlossene Systeme (409); Offene Systeme (416); Sonstige Systeme (418)	
8.2.3	Wärmepumpe	420
	Wärmeübertrager (420); Verdichter (422); Expansionsventil (423); Schmiermittel (424); Arbeitsmittel (425)	
8.2.4	Gesamtsysteme	427
	Systemkonfigurationen (427); Systemaspekte (430)	
8.3	Ökonomische und ökologische Analyse	436
	MARTIN KALTSCHMITT, MORITZ NILL, GERD SCHRÖDER	
8.3.1	Referenzanlagen	436
8.3.2	Ökonomische Analyse	438
	Investitionen (439); Betriebskosten (439); Wärmegestehungskosten (440)	
8.3.3	Ökologische Analyse	443
8.3.3.1	Lebenszyklusanalyse	443
8.3.3.2	Weitere Umwelteffekte.....	446
	Herstellung (446); Normalbetrieb (446); Störfall (449); Betriebsende (450)	
8.4	Potenziale und Nutzung	450
	MARTIN KALTSCHMITT	
8.4.1	Potenziale	450
	Theoretisches Potenzial (450); Technische Angebotspotenziale (Wärmeerzeugungspotenziale) (451); Technische Endenergiepotenziale (Nachfragepotenziale) (452)	
8.4.2	Nutzung	454
9	Nutzung tiefer Erdwärme.....	457
9.1	Hydrothermale Erdwärmebereitstellung	457
	PETER SEIBT, FRANK KABUS, MARTIN KALTSCHMITT, MORITZ NILL, GERD SCHRÖDER	
9.1.1	Systemtechnische Beschreibung	457
	Untertage teil des Thermalwasserkreislaufs (457); Übertage teil des Thermalwasserkreislaufs (462); Fernwärmenetze (468); Einkopplung in Versorgungssysteme (469)	
9.1.2	Ökonomische und ökologische Analyse	471
9.1.2.1	Referenzanlagen	471
9.1.2.2	Ökonomische Analyse	474
	Investitionen (474); Betriebskosten (475); Wärmegestehungskosten (475)	
9.1.2.3	Ökologische Analyse	477
	Lebenszyklusanalyse (477); Weitere Umwelteffekte (483)	

9.1.3	Potenziale und Nutzung.....	486
9.1.3.1	Potenziale	486
	Theoretisches Potenzial (486); Technische Angebots- potenziale (Wärmerzeugungspotenziale) (486); Technische Endenergiepotenziale (Nachfragepotenziale) (488)	
9.1.3.2	Nutzung	489
9.2	Wärmebereitstellung mit tiefen Sonden.....	490
	MARTIN KALTSCHMITT, MORITZ NILL, GERD SCHRÖDER	
9.2.1	Systemtechnische Beschreibung	490
9.2.2	Ökonomische und ökologische Analyse	493
9.2.2.1	Referenzanlagen	493
9.2.2.2	Ökonomische Analyse	494
	Investitionen (494); Betriebskosten (494); Wärme- gestehungskosten (494)	
9.2.2.3	Ökologische Analyse.....	496
	Lebenszyklusanalyse (496); Weitere Umwelteffekte (498)	
9.2.3	Potenziale und Nutzung.....	499
9.2.3.1	Potenziale	500
	Theoretisches Potenzial (500); Technische Angebots- potenziale (Wärmerzeugungspotenziale) (501); Technische Endenergiepotenziale (Nachfragepotenziale) (501)	
9.2.3.2	Nutzung	501
9.3	Geothermische Stromerzeugung	502
	REINHARD JUNG, FRANK KABUS, MARTIN KALTSCHMITT , MORITZ NILL, GERD SCHRÖDER, SILKE ROGGE	
9.3.1	Systemtechnische Beschreibung	503
9.3.1.1	Aufschluss	503
	Heißwasseraquifere (504); Störungszonen (505); Kristalline Tiefengesteine (506)	
9.3.1.2	Erstellung von Wärmeübertrager(HDR)-Systemen	508
	Risserzeugung (508); Rissorientierung (509)	
9.3.1.3	Stromerzeugungssysteme	510
	Offene Systeme (511); Geschlossene Systeme (514); Kombinierte Systeme (518)	
9.3.2	Ökonomische und ökologische Analyse	518
9.3.2.1	Referenzanlagen	518
9.3.2.2	Ökonomische Analyse	519
	Investitionen (519); Betriebskosten (520); Strom- gestehungskosten (520)	
9.3.2.3	Ökologische Analyse.....	523
	Lebenszyklusanalyse (524); Weitere Umwelteffekte (525)	

9.3.3	Potenziale und Nutzung.....	527
9.3.3.1	Potenziale	527
	Theoretisches Potenzial (527); Technische Angebots- potenziale (Stromerzeugungspotenziale) (528); Technische Endenergiepotenziale (Nachfragepotenziale) (529)	
9.3.3.2	Nutzung	532
10	Zusammenfassender Vergleich	533
	MARTIN KALTSCHMITT, WOLFGANG STREICHER	
10.1	Bereitstellung elektrischer Energie	533
10.1.1	Energieangebot.....	534
	Zeitliche Angebotsvariationen (534); Räumliche Angebots- variationen (536)	
10.1.2	Systemtechnische Beschreibung.....	537
	Anlagenleistungen (537); Wirkungs- und Systemnutzungs- grade (539); Technische Verfügbarkeiten (542); Volllast- stunden (543); Stromerzeugungscharakteristiken (545)	
10.1.3	Ökonomische und ökologische Analyse	547
	Referenzanlagen (547); Ökonomische Analyse (548); Ökologische Analyse (553)	
10.1.4	Potenziale und Nutzung.....	557
	Potenziale (557; Nutzung (562)	
10.2	Bereitstellung thermischer Energie.....	564
10.2.1	Energieangebot.....	564
	Zeitliche Angebotsvariationen (564); Räumliche Angebots- variationen (566)	
10.2.2	Systemtechnische Beschreibung.....	568
	Anlagenleistungen (568); Wirkungs- und Systemnutzungs- grade (570); Technische Verfügbarkeiten (571); Volllaststunden/ Wärmebereitstellungscharakteristiken (572)	
10.2.3	Ökonomische und ökologische Analyse	573
	Versorgungsaufgaben (573); Ökonomische Analyse (574); Ökologische Analyse (578)	
10.2.4	Potenziale und Nutzung.....	583
	Potenziale (583); Nutzung (587)	
Anhang A:	Nutzung der Energien des Meeres	591
	MARTIN KALTSCHMITT	
A.1	Wellennutzung.....	591
A.1.1	TAPCHAN-System	592
A.1.2	OWC-System.....	593
	OWC-Boje (594); OWC-Brandungsenergiekraftwerke (595)	
A.1.3	Weitere Ansätze	596

A.2	Gezeitennutzung	597
A.2.1	Gezeitenkraftwerke.....	598
A.2.2	Nutzung von Ebb- und Flutstrom	599
A.3	Weitere Nutzungsmöglichkeiten.....	600
A.3.1	Unterschiedliche Wassertemperaturen	600
A.3.2	Meeresströmungen	602
A.3.3	Salzgehaltsunterschiede.....	604
A.3.4	Wasserverdunstung.....	604
Anhang B: Solarthermische Stromerzeugung.....		607
GERHARD WEINREBE, DÖRTE LAING		
B.1	Grundlagen und Einteilung	607
Grundlagen der Energiewandlung (607); Einteilung (608)		
B.2	Turm-Solarkraftwerke	609
B.2.1	Komponenten	610
Heliostatenfeld (610); Strahlungsempfänger (Receiver) (612); Konventioneller Kraftwerksteil (615); Steuerung und Regelung (616)		
B.2.2	Anlagen	616
Solar One (616); Solar Two (617); Phoebus/TSA/PS10 (619); Aktuelle Entwicklungen (620)		
B.3	Dish/Stirling- und Dish/Brayton-Systeme.....	621
B.3.1	Komponenten	622
Parabolkonzentrator (Dish) (622); Nachführung (622); Receiver (622); Wärme-Kraft-Maschine (625); Steuerung und Regelung (628)		
B.3.2	Anlagen	628
B.4	Parabolrinnen-Kraftwerke	631
B.4.1	Komponenten	632
Kollektor und Absorber (632); Konventioneller Kraftwerksteil (633)		
B.4.2	Anlagen	633
B.5	Aufwindkraftwerke	635
B.5.1	Komponenten	637
Kollektor (637); Turmröhre (638); Turbine (638)		
B.5.2	Anlagen	639
B.6	Solarteich-Kraftwerke.....	640
B.6.1	Komponenten	641
Teichkollektor (641); Wärmeübertrager (642); Wärme-Kraft-Maschine (642); Steuerung und Regelung (642)		
B.6.2	Anlagen	643
Anhang C: Energetische Nutzung von Biomasse		645
MARTIN KALTSCHMITT		
C.1	Aufbau typischer Bereitstellungsketten	645
C.2	Wandlungsmöglichkeiten in End- bzw. Nutzenergie	647
C.2.1	Thermo-chemische Umwandlung	648
Vergasung (648); Pyrolyse (648); Verkohlung (649)		

XXII Inhaltsverzeichnis

C.2.2 Physikalisch-chemische Umwandlung.....649
C.2.3 Bio-chemische Umwandlung.....649
Alkoholgärung (649); Anaerober Abbau (650); Aerober Abbau (650)

Anhang D: Energieeinheiten651

Literatur653

Sachwortverzeichnis675