

# Inhalt

<b>Vorwort zur 1. Auflage</b> .....	<b>XV</b>
<b>Vorwort zur 7. Auflage</b> .....	<b>XVII</b>
<b>1 Unser Hunger nach Energie</b> .....	<b>1</b>
1.1 Energieversorgung – gestern und heute .....	2
1.1.1 Von der französischen Revolution bis ins 20. Jahrhundert .....	2
1.1.2 Die Epoche des schwarzen Goldes .....	5
1.1.3 Erdgas – der jüngste fossile Energieträger .....	8
1.1.4 Atomkraft – gesplattene Energie .....	10
1.1.5 Das Jahrhundert der fossilen Energieträger .....	15
1.1.6 Das erneuerbare Jahrhundert .....	16
1.2 Energiebedarf – wer was wo und wie viel verbraucht .....	17
1.3 Die SoDa-Energie .....	21
1.4 Energievorräte – Reichtum auf Zeit .....	24
1.4.1 Nicht-konventionelle Vorräte – Verlängerung des Ölzeitalters .....	25
1.4.2 Ende in Sicht .....	27
1.4.3 Das Ende der Spaltung .....	29
1.5 Hohe Energiepreise – Schlüssel für den Klimaschutz .....	29
<b>2 Klima vor dem Kollaps</b> .....	<b>33</b>
2.1 Es ist warm geworden – Klimaveränderungen heute .....	34
2.1.1 Immer schneller schmilzt das Eis .....	34
2.1.2 Naturkatastrophen kommen häufiger .....	36

2.2	Schuldige gesucht – Gründe für den Klimawandel .....	40
2.2.1	Der Treibhauseffekt .....	40
2.2.2	Hauptverdächtiger Kohlendioxid .....	42
2.2.3	Andere Übeltäter .....	46
2.3	Aussichten und Empfehlungen – was kommt morgen? .....	50
2.3.1	Wird es in Europa bitterkalt? .....	52
2.3.2	Empfehlungen für einen wirksamen Klimaschutz .....	55
2.4	Schwere Geburt – Politik und Klimawandel .....	58
2.4.1	Deutsche Klimapolitik .....	58
2.4.2	Klimapolitik international .....	59
2.5	Selbsthilfe zum Klimaschutz .....	62
<b>3</b>	<b>Vom Energieverschwenden zum Energie- und Kohlendioxidsparen .....</b>	<b>65</b>
3.1	Wenig effizient – Energiever(sch)wendung heute .....	66
3.2	Privater Energiebedarf – zu Hause leicht gespart .....	69
3.2.1	Private Elektrizität – viel Geld verschleudert .....	69
3.2.2	Wärme – fast ohne Heizen durch den Winter .....	73
3.2.3	Transport – mit weniger Energie weiterkommen .....	78
3.3	Industrie und Co. – schuld sind doch nur die anderen .....	81
3.4	Die eigene Kohlendioxidbilanz .....	82
3.4.1	Direkt selbst verursachte Emissionen .....	82
3.4.2	Indirekt verursachte Emissionen .....	84
3.4.3	Gesamtemissionen .....	86
3.5	Ökologischer Ablasshandel .....	87
<b>4</b>	<b>Die Energiewende – der Weg in eine bessere Zukunft? .....</b>	<b>91</b>
4.1	Kohle- und Kernkraftwerke – Krücke statt Brücke .....	92
4.1.1	Energie- und Automobilkonzerne – aufs falsche Pferd gesetzt .....	92
4.1.2	Unterschätzter Klimakiller Erdgas .....	97
4.1.3	Kohlendioxidsequestrierung – aus dem Auge, aus dem Sinn .....	98
4.1.4	Atomkraft – Comeback strahlend gescheitert .....	101
4.2	Effizienz und KWK – ein gutes Doppel für den Anfang .....	103
4.2.1	Kraft-Wärme-Kopplung – nur ohne Erdgas eine gute Lösung .....	103
4.2.2	Energiesparen – mit weniger mehr erreichen .....	104

4.3	Regenerative Energiequellen – Angebot ohne Ende .....	106
4.4	Deutschland wird erneuerbar .....	108
4.4.1	Der Elektrizitätssektor wird erneuerbar .....	109
4.4.2	Auf alle Sektoren kommt es an .....	110
4.4.3	Energiewende im Wärmesektor .....	113
4.4.4	Energiewende im Verkehrssektor .....	117
4.4.5	Nötige Ausbaupfade für regenerative Energien .....	119
4.4.6	Sichere Energieversorgung mit regenerativen Energien .....	122
4.5	Gar nicht so teuer – die Mär der unbezahlbaren Kosten .....	127
4.6	Energiewende statt laue Energiewende .....	131
4.6.1	Deutsche Energiepolitik – im Schatten der Konzerne .....	131
4.6.2	Bürgerenergie und Klimajobwunder .....	133
<b>5</b>	<b>Photovoltaik – Strom aus Sand .....</b>	<b>137</b>
5.1	Aufbau und Funktionsweise .....	138
5.1.1	Elektronen, Löcher und Raumladungszonen .....	138
5.1.2	Wirkungsgrad, Kennlinien und der MPP .....	140
5.2	Herstellung von Solarzellen – vom Sand zur Zelle .....	143
5.2.1	Siliziumsolarzellen – Strom aus Sand .....	143
5.2.2	Von der Zelle zum Modul .....	145
5.2.3	Dünnschichtsolarzellen .....	147
5.3	Photovoltaikanlagen – Netze und Inseln .....	148
5.3.1	Sonneninseln .....	148
5.3.2	Sonne am Netz .....	151
5.3.3	Sonnenbalkons .....	155
5.3.4	Mehr solare Unabhängigkeit .....	157
5.4	Planung und Auslegung .....	160
5.4.1	Geplante Inseln .....	160
5.4.2	Geplant am Netz .....	162
5.4.3	Geplante Autonomie .....	166
5.5	Ökonomie .....	168
5.5.1	Was kostet sie denn? .....	169
5.5.2	Förderprogramme .....	171
5.5.3	Es geht auch ohne Steuern .....	172

5.6	Ökologie .....	174
5.7	Photovoltaikmärkte .....	175
5.8	Ausblick und Entwicklungspotenziale .....	176
<b>6</b>	<b>Solarthermieranlagen – mollig warm mit Sonnenlicht .....</b>	<b>179</b>
6.1	Aufbau und Funktionsweise .....	181
6.2	Solkollektoren – Sonnensammler .....	183
6.2.1	Schwimmbadabsorber .....	183
6.2.2	Flachkollektoren .....	184
6.2.3	Luftkollektoren .....	185
6.2.4	Vakuum-Röhrenkollektor .....	186
6.3	Solarthermische Anlagen .....	188
6.3.1	Warmes Wasser von der Sonne .....	188
6.3.1.1	Schwerkraftsysteme .....	189
6.3.1.2	Systeme mit Zwangsumlauf .....	190
6.3.2	Heizen mit der Sonne .....	192
6.3.3	Solare Siedlungen .....	194
6.3.4	Kühlen mit der Sonne .....	195
6.3.5	Schwimmen mit der Sonne .....	197
6.3.6	Kochen mit der Sonne .....	198
6.4	Planung und Auslegung .....	199
6.4.1	Solarthermische Trinkwassererwärmung .....	199
6.4.1.1	Grobauslegung .....	199
6.4.1.2	Detaillierte Auslegung .....	200
6.4.2	Solarthermische Heizungsunterstützung .....	202
6.5	Ökonomie .....	204
6.5.1	Wann rechnet sie sich denn? .....	204
6.5.2	Förderprogramme .....	206
6.6	Ökologie .....	206
6.7	Solarthermiemärkte .....	207
6.8	Ausblick und Entwicklungspotenziale .....	209

<b>7</b>	<b>Solkraftwerke – noch mehr Kraft aus der Sonne</b>	<b>211</b>
7.1	Konzentration auf die Sonne	212
7.2	Solare Kraftwerke	214
7.2.1	Parabolrinnenkraftwerke	214
7.2.2	Solarturmkraftwerke	218
7.2.3	Dish-Stirling-Kraftwerke	221
7.2.4	Aufwindkraftwerke	222
7.2.5	Konzentrierende Photovoltaikkraftwerke	223
7.2.6	Solare Chemie	224
7.3	Planung und Auslegung	225
7.3.1	Konzentrierende solarthermische Kraftwerke	226
7.3.2	Aufwindkraftwerke	227
7.3.3	Konzentrierende Photovoltaikkraftwerke	227
7.4	Ökonomie	228
7.5	Ökologie	229
7.6	Solkraftwerksmärkte	230
7.7	Ausblick und Entwicklungspotenziale	231
<b>8</b>	<b>Windkraftwerke – luftiger Strom</b>	<b>235</b>
8.1	Vom Winde verweht – woher der Wind kommt	237
8.2	Nutzung des Windes	239
8.3	Anlagen und Parks	243
8.3.1	Windlader	243
8.3.2	Große netzgekoppelte Windkraftanlagen	245
8.3.3	Kleinwindkraftanlagen	249
8.3.4	Windparks	250
8.3.5	Offshore-Windparks	251
8.4	Planung und Auslegung	255
8.5	Ökonomie	258
8.6	Ökologie	262
8.7	Windkraftmärkte	263
8.8	Ausblick und Entwicklungspotenziale	265

<b>9</b>	<b>Wasserkraftwerke – nasser Strom</b> .....	<b>267</b>
9.1	Anzapfen des Wasserkreislaufs .....	268
9.2	Wasserturbinen .....	270
9.3	Wasserkraftwerke .....	273
9.3.1	Laufwasserkraftwerke .....	273
9.3.2	Speicherwasserkraftwerke .....	275
9.3.3	Pumpspeicherkraftwerke .....	276
9.3.4	Gezeitenkraftwerke .....	278
9.3.5	Wellenkraftwerke .....	279
9.3.6	Meeresströmungskraftwerke .....	280
9.4	Planung und Auslegung .....	281
9.5	Ökonomie .....	283
9.6	Ökologie .....	283
9.7	Wasserkraftmärkte .....	285
9.8	Ausblick und Entwicklungspotenziale .....	286
<b>10</b>	<b>Geothermie – tiefgründige Energie</b> .....	<b>287</b>
10.1	Anzapfen der Erdwärme .....	288
10.2	Geothermieheizwerke und Geothermiekraftwerke .....	292
10.2.1	Geothermische Heizwerke .....	292
10.2.2	Geothermische Stromerzeugung .....	293
10.2.3	Geothermische HDR-Kraftwerke .....	295
10.3	Planung und Auslegung .....	297
10.4	Ökonomie .....	297
10.5	Ökologie .....	299
10.6	Geothermiemärkte .....	299
10.7	Ausblick und Entwicklungspotenziale .....	300
<b>11</b>	<b>Wärmepumpen – aus kalt wird heiß</b> .....	<b>303</b>
11.1	Wärmequellen für Niedertemperaturwärme .....	304
11.2	Funktionsprinzip von Wärmepumpen .....	306
11.2.1	Kompressionswärmepumpen .....	306
11.2.2	Absorptionswärmepumpen und Adsorptionswärmepumpen .....	308
11.3	Planung und Auslegung .....	309
11.3.1	Luft-Wasser- und Luft-Luft-Wärmepumpen .....	310

11.3.2	Sole-Wasser- und Wasser-Wasser-Wärmepumpen .....	313
11.3.3	Wärmepumpen im Altbau .....	315
11.4	Ökonomie .....	317
11.5	Ökologie .....	319
11.6	Wärmepumpenmärkte .....	322
11.7	Ausblick und Entwicklungspotenziale .....	323
<b>12</b>	<b>Biomasse – Energie aus der Natur .....</b>	<b>325</b>
12.1	Entstehung und Nutzung von Biomasse .....	326
12.2	Biomasseheizungen .....	329
12.2.1	Brennstoff Holz .....	330
12.2.2	Kamine und Kaminöfen .....	333
12.2.3	Scheitholzessel .....	335
12.2.4	Holzpelletsheizungen .....	336
12.3	Biomasseheizwerke und Biomassekraftwerke .....	338
12.4	Biotreibstoffe .....	340
12.4.1	Bioöl .....	340
12.4.2	Biodiesel .....	341
12.4.3	Bioethanol .....	342
12.4.4	BtL-Kraftstoffe .....	343
12.4.5	Biogas .....	344
12.5	Planung und Auslegung .....	345
12.5.1	Scheitholzessel .....	345
12.5.2	Holzpelletsheizung .....	346
12.6	Ökonomie .....	348
12.7	Ökologie .....	351
12.7.1	Feste Brennstoffe .....	351
12.7.2	Biotreibstoffe .....	353
12.8	Biomassemärkte .....	354
12.9	Ausblick und Entwicklungspotenziale .....	356
<b>13</b>	<b>Erneuerbare Gase, E-Fuels und Brennstoffzellen .....</b>	<b>357</b>
13.1	Energieträger Wasserstoff .....	360
13.2	Methanisierung .....	364
13.3	E-Fuels .....	365

13.4	Transport und Speicherung von EE-Gasen .....	367
13.4.1	Transport und Speicherung von Wasserstoff .....	367
13.4.2	Transport und Speicherung von erneuerbarem Methan .....	369
13.5	Brennstoffzellen – aus Gas wird Strom .....	371
13.6	Ökonomie .....	375
13.7	Ökologie .....	377
13.8	Märkte, Ausblick und Entwicklungspotenziale .....	378
<b>14</b>	<b>Sonnige Aussichten – Beispiele für eine nachhaltige Energieversorgung .....</b>	<b>381</b>
14.1	Klimaverträglich wohnen .....	381
14.1.1	Plusenergie-Solarhaus .....	382
14.1.2	Plusenergiehaus-Siedlung .....	383
14.1.3	Heizen nur mit der Sonne .....	384
14.1.4	Null Heizkosten nach Sanierung .....	385
14.1.5	Sanieren in Rekordtempo .....	386
14.1.6	Wärmepumpen im Altbau .....	387
14.1.7	Fernwärme zukunftsfest machen .....	388
14.2	Klimaverträglich arbeiten und produzieren .....	389
14.2.1	Büros und Läden im Sonnenschiff .....	389
14.2.2	Nullmissionsfabrik .....	390
14.2.3	Kohlendioxidfreie Schwermaschinenfabrik .....	390
14.2.4	Plusenergie-Firmenzentrale .....	391
14.2.5	Nullenergie-Hotel .....	392
14.3	Klimaverträglich reisen .....	393
14.3.1	Rasanter Aufstieg der Elektroautos .....	393
14.3.2	Weltumrundung im Solarmobil .....	394
14.3.3	In dreiunddreißig Stunden quer durch Australien .....	395
14.3.4	Solar geladen .....	396
14.3.5	Renaissance der Nachtzüge .....	398
14.3.6	Moderne Segelschiffahrt .....	399
14.3.7	Solarfähre am Bodensee .....	400
14.3.8	Elektrische Fähren in Norwegens Fjorden .....	401
14.3.9	Höhenweltrekord mit Solarflugzeug .....	402



14.3.10	Mit dem Solarflugzeug um die Erde .....	403
14.3.11	Klimaneutrales Fliegen .....	404
14.4	Alles wird erneuerbar .....	405
14.4.1	Ein Dorf wird unabhängig .....	405
14.4.2	Hybridkraftwerk für die sichere regenerative Versorgung .....	406
14.5	Happy End .....	407
<b>15</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>415</b>
15.1	Energieeinheiten und Vorsatzzeichen .....	415
15.2	Geografische Koordinaten von Energieanlagen .....	416
15.3	Weiterführende Informationen im Internet .....	421
	<b>Literatur .....</b>	<b>423</b>
	<b>Index .....</b>	<b>427</b>