

Volker Quaschning

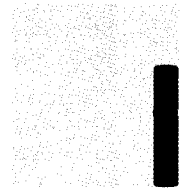
Erneuerbare Energien und Klimaschutz

Hintergründe – Techniken und Planung –
Ökonomie und Ökologie – Energiewende

4., überarbeitete und erweiterte Auflage

Mit 254 Bildern

HANSER



Inhalt

1	Unser Hunger nach Energie.....	13
1.1	Energieversorgung – gestern und heute	14
1.1.1	Von der französischen Revolution bis ins 20. Jahrhundert.....	14
1.1.2	Die Epoche des schwarzen Goldes.....	17
1.1.3	Erdgas – der jüngste fossile Energieträger.....	20
1.1.4	Atomkraft – gesplattene Energie	22
1.1.5	Das Jahrhundert der fossilen Energieträger	26
1.1.6	Das erneuerbare Jahrhundert	27
1.2	Energiebedarf – wer was wo wie viel verbraucht.....	28
1.3	Die SoDa-Energie	32
1.4	Energievorräte – Reichtum auf Zeit	35
1.4.1	Nicht-konventionelle Vorräte – Verlängerung des Ölzeitalters.....	36
1.4.2	Ende in Sicht	38
1.4.3	Das Ende der Spaltung	39
1.5	Hohe Energiepreise – Schlüssel für den Klimaschutz.....	40
2	Klima vor dem Kollaps	43
2.1	Es ist warm geworden – Klimaveränderungen heute	43
2.1.1	Immer schneller schmilzt das Eis	43
2.1.2	Naturkatastrophen kommen häufiger.....	47
2.2	Schuldiger gesucht – Gründe für den Klimawandel	50
2.2.1	Der Treibhauseffekt.....	50
2.2.2	Hauptverdächtiger Kohlendioxid.....	51
2.2.3	Andere Übeltäter	56
2.3	Aussichten und Empfehlungen – was kommt morgen?.....	58
2.3.1	Wird es in Europa bitterkalt?.....	61
2.3.2	Empfehlungen für einen wirksamen Klimaschutz.....	63
2.4	Schwere Geburt – Politik und Klimawandel	66
2.4.1	Deutsche Klimapolitik.....	66
2.4.2	Klimapolitik international.....	67
2.5	Selbsthilfe zum Klimaschutz.....	69

3	Vom Energieverschwenden zum Energie- und Kohlendioxidsparen.....	71
3.1	Wenig effizient – Energiever(sch)wendung heute	71
3.2	Privater Energiebedarf – zu Hause leicht gespart.....	75
3.2.1	Private Elektrizität – viel Geld verschleudert.....	75
3.2.2	Wärme – fast ohne heizen durch den Winter.....	78
3.2.3	Transport – mit weniger Energie weiterkommen	83
3.3	Industrie und Co – schuld sind doch nur die anderen.....	86
3.4	Die eigene Kohlendioxidbilanz.....	87
3.4.1	Direkt selbst verursachte Emissionen.....	87
3.4.2	Indirekt verursachte Emissionen	89
3.4.3	Gesamtemissionen.....	91
3.5	Ökologischer Ablasshandel.....	92
4	Die Energiewende – der Weg in eine bessere Zukunft?.....	96
4.1	Kohle- und Kernkraftwerke – Krücke statt Brücke.....	97
4.1.1	Energie- und Automobilkonzerne – aufs falsche Pferd gesetzt	97
4.1.2	Braunkohle – Klimakiller made in Germany.....	100
4.1.3	Kohlendioxidsequestrierung – aus dem Auge aus dem Sinn.....	102
4.1.4	Atomkraft – Comeback strahlend gescheitert.....	104
4.2	Effizienz und KWK – ein gutes Doppel für den Anfang	106
4.2.1	Kraft-Wärme-Kopplung – Brennstoff doppelt genutzt.....	106
4.2.2	Energiesparen – mit weniger mehr erreichen	107
4.3	Regenerative Energiequellen – Angebot ohne Ende	109
4.4	Deutschland wird erneuerbar	110
4.4.1	Auf alle Sektoren kommt es an	111
4.4.2	Energiewende im Wärmesektor	112
4.4.3	Energiewende im Verkehrssektor.....	115
4.4.4	Energiewende im Elektrizitätssektor	118
4.4.5	Sichere Versorgung mit regenerativen Energien.....	120
4.4.6	Dezentral statt zentral – weniger Leitungen für das Land	123
4.5	Gar nicht so teuer – die Mär der unbezahlbaren Kosten	125
4.6	Energierévolution statt laue Energiewende.....	127
4.6.1	Deutsche Energiepolitik – im Schatten der Konzerne	127
4.6.2	Energiewende in Bürgerhand – eine Revolution steht ins Haus.....	128
5	Photovoltaik – Strom aus Sand	130
5.1	Aufbau und Funktionsweise.....	131
5.1.1	Elektronen, Löcher und Raumladungszonen.....	131
5.1.2	Wirkungsgrad, Kennlinien und der MPP.....	133
5.2	Herstellung von Solarzellen – vom Sand zur Zelle	136
5.2.1	Siliziumsolarzellen – Strom aus Sand	136
5.2.2	Von der Zelle zum Modul	138
5.2.3	Dünnschichtsolarzellen	139
5.3	Photovoltaikanlagen – Netze und Inseln.....	140
5.3.1	Sonneninseln	140
5.3.2	Sonne am Netz	143

5.3.3	Mehr solare Unabhängigkeit	147
5.4	Planung und Auslegung	150
5.4.1	Geplante Inseln.....	150
5.4.2	Geplant am Netz.....	152
5.4.3	Geplante Autonomie.....	156
5.5	Ökonomie.....	158
5.5.1	Was kostet sie denn?	159
5.5.2	Förderprogramme	160
5.5.3	Es geht auch ohne Mehrwertsteuer.....	162
5.6	Ökologie.....	163
5.7	Photovoltaikmärkte	164
5.8	Ausblick und Entwicklungspotenziale	166
6	Solarthermieanlagen – mollig warm mit Sonnenlicht.....	168
6.1	Aufbau und Funktionsweise.....	170
6.2	Solkollektoren – Sonnensammler.....	172
6.2.1	Schwimmbadabsorber	172
6.2.2	Flachkollektoren	173
6.2.3	Luftkollektoren.....	174
6.2.4	Vakuum-Röhrenkollektor.....	175
6.3	Solarthermische Anlagen	177
6.3.1	Warmes Wasser von der Sonne	177
6.3.1.1	Schwerkraftsysteme.....	178
6.3.1.2	Systeme mit Zwangsumlauf	179
6.3.2	Heizen mit der Sonne	181
6.3.3	Solare Siedlungen.....	183
6.3.4	Kühlen mit der Sonne.....	184
6.3.5	Schwimmen mit der Sonne.....	185
6.3.6	Kochen mit der Sonne	186
6.4	Planung und Auslegung	187
6.4.1	Solarthermische Trinkwassererwärmung.....	188
6.4.1.1	Grobauslegung.....	188
6.4.1.2	Detaillierte Auslegung	189
6.4.2	Solarthermische Heizungsunterstützung.....	190
6.5	Ökonomie.....	193
6.5.1	Wann rechnet sie sich denn?	193
6.5.2	Förderprogramme	194
6.6	Ökologie.....	194
6.7	Solarthermiemärkte	195
6.8	Ausblick und Entwicklungspotenziale	197
7	Solkraftwerke – noch mehr Kraft aus der Sonne.....	199
7.1	Konzentration auf die Sonne	200
7.2	Solare Kraftwerke	202
7.2.1	Parabolrinnenkraftwerke	202
7.2.2	Solarturmkraftwerke.....	206

7.2.3	Dish-Stirling-Kraftwerke	208
7.2.4	Aufwindkraftwerke	209
7.2.5	Konzentrierende Photovoltaikkraftwerke	210
7.2.6	Solare Chemie	211
7.3	Planung und Auslegung	212
7.3.1	Konzentrierende solarthermische Kraftwerke	213
7.3.2	Aufwindkraftwerke	214
7.3.3	Konzentrierende Photovoltaikkraftwerke	214
7.4	Ökonomie	215
7.5	Ökologie	216
7.6	Solkraftwerksmärkte	217
7.7	Ausblick und Entwicklungspotenziale	218
8	Windkraftwerke – luftiger Strom	221
8.1	Vom Winde verweht – woher der Wind kommt	222
8.2	Nutzung des Windes	225
8.3	Anlagen und Parks	229
8.3.1	Windlader	229
8.3.2	Große netzgekoppelte Windkraftanlagen	231
8.3.3	Kleinwindkraftanlagen	234
8.3.4	Windparks	236
8.3.5	Offshore-Windparks	237
8.4	Planung und Auslegung	241
8.5	Ökonomie	243
8.6	Ökologie	246
8.7	Windkraftmärkte	247
8.8	Ausblick und Entwicklungspotenziale	249
9	Wasserkraftwerke – nasser Strom	251
9.1	Anzapfen des Wasserkreislaufs	252
9.2	Wasserturbinen	254
9.3	Wasserkraftwerke	257
9.3.1	Laufwasserkraftwerke	257
9.3.2	Speicherwasserkraftwerke	259
9.3.3	Pumpspeicherkraftwerke	260
9.3.4	Gezeitenkraftwerke	262
9.3.5	Wellenkraftwerke	262
9.3.6	Meeresströmungskraftwerke	263
9.4	Planung und Auslegung	264
9.5	Ökonomie	266
9.6	Ökologie	267
9.7	Wasserkraftmärkte	268
9.8	Ausblick und Entwicklungspotenziale	270
10	Geothermie – tiefgründige Energie	271
10.1	Anzapfen der Erdwärme	272
10.2	Geothermieheizwerke und Geothermiekraftwerke	276

10.2.1	Geothermische Heizwerke.....	276
10.2.2	Geothermische Kraftwerke.....	277
10.2.3	Geothermische HDR-Kraftwerke	279
10.3	Planung und Auslegung	280
10.4	Ökonomie.....	281
10.5	Ökologie.....	282
10.6	Geothermiemärkte.....	283
10.7	Ausblick und Entwicklungspotenziale	284
11	Wärmepumpen – aus kalt wird heiß	285
11.1	Wärmequellen für Niedertemperaturwärme	285
11.2	Funktionsprinzip von Wärmepumpen	288
11.2.1	Kompressionswärmepumpen.....	288
11.2.2	Absorptionswärmepumpen und Adsorptionswärmepumpen	289
11.3	Planung und Auslegung	291
11.4	Ökonomie.....	294
11.5	Ökologie.....	296
11.6	Wärmepumpenmärkte	298
11.7	Ausblick und Entwicklungspotenziale	299
12	Biomasse – Energie aus der Natur	300
12.1	Entstehung und Nutzung von Biomasse.....	301
12.2	Biomasseheizungen.....	304
12.2.1	Brennstoff Holz.....	304
12.2.2	Kamine und Kaminöfen	308
12.2.3	Scheitholzkessel	309
12.2.4	Holzpelletsheizungen	310
12.3	Biomasseheizwerke und Biomassekraftwerke	312
12.4	Biotreibstoffe	314
12.4.1	Bioöl.....	315
12.4.2	Biodiesel.....	315
12.4.3	Bioethanol	316
12.4.4	BtL-Kraftstoffe.....	318
12.4.5	Biogas.....	319
12.5	Planung und Auslegung	320
12.5.1	Scheitholzkessel	320
12.5.2	Holzpelletsheizung.....	321
12.6	Ökonomie.....	323
12.7	Ökologie.....	325
12.7.1	Feste Brennstoffe.....	325
12.7.2	Biotreibstoffe.....	327
12.8	Biomassemärkte	328
12.9	Ausblick und Entwicklungspotenziale	330
13	Erneuerbare Gase und Brennstoffzellen	331
13.1	Energieträger Wasserstoff.....	333
13.2	Methanisierung.....	336

13.3	Transport und Speicherung von EE-Gasen	337
13.3.1	Transport und Speicherung von Wasserstoff.....	337
13.3.2	Transport und Speicherung von erneuerbarem Methan.....	338
13.4	Hoffnungsträger Brennstoffzelle.....	341
13.5	Ökonomie	344
13.6	Ökologie	345
13.7	Märkte, Ausblick und Entwicklungspotenziale.....	346
14	Sonnige Aussichten – Beispiele für eine nachhaltige Energieversorgung	348
14.1	Klimaverträglich wohnen.....	348
14.1.1	Kohlendioxidneutrales Standardfertighaus.....	349
14.1.2	Plusenergie-Solarhaus	350
14.1.3	Plusenergiehaus-Siedlung	351
14.1.4	Heizen nur mit der Sonne.....	352
14.1.5	Null Heizkosten nach Sanierung	353
14.2	Klimaverträglich arbeiten und produzieren.....	354
14.2.1	Büros und Läden im Sonnenschiff.....	354
14.2.2	Nullemissionsfabrik	355
14.2.3	Kohlendioxidfreie Schwermaschinenfabrik	356
14.2.4	Plusenergie-Firmenzentrale.....	357
14.3	Klimaverträglich Auto fahren	358
14.3.1	Weltumrundung im Solarmobil.....	358
14.3.2	In dreiunddreißig Stunden quer durch Australien.....	359
14.3.3	Abgasfrei ausgeliefert	360
14.3.4	Elektroautos für Alle	361
14.4	Klimaverträglich Schiff fahren und fliegen.....	363
14.4.1	Moderne Segelschiffahrt.....	363
14.4.2	Solarfähre am Bodensee.....	364
14.4.3	Höhenweltrekord mit Solarflugzeug	365
14.4.4	Mit dem Solarflugzeug um die Erde.....	366
14.4.5	Fliegen für Solarküchen	367
14.5	Alles wird erneuerbar.....	368
14.5.1	Ein Dorf wird unabhängig.....	368
14.5.2	Hybridkraftwerk für die sichere regenerative Versorgung	370
14.6	Alles wird gut.....	371
	Anhang.....	373
A.1	Energieeinheiten und Vorsatzzeichen	373
A.2	Geografische Koordinaten von Energieanlagen.....	374
A.3	Weiterführende Informationen im Internet	377
	Literatur	379
	Register.....	383