HANSER

Inhaltsverzeichnis

Volker Quaschning

Erneuerbare Energien und Klimaschutz

Hintergründe - Techniken und Planung - Ökonomie und Ökologie - Energiewende

ISBN (Buch): 978-3-446-43809-5

ISBN (E-Book): 978-3-446-43737-1

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-43809-5

sowie im Buchhandel.

© Carl Hanser Verlag, München

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 – gespaltene 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 ... 31
1.4 Energievorräte – Reichtum auf Zeit ... 34
1.4.1 Nicht-konventionelle Vorräte – Verlängerung des Ölzeitalters ... 36
1.4.2 Ende in Sicht ... 37
1.4.3 Das Ende der Spaltung ... 39
1.5 Hohe Energiepreise – Schlüssel für den Klimaschutz ... 40

2 Klima vor dem Kollaps? ... 42

2.1 Es ist warm geworden – Klimaveränderungen heute ... 42
2.1.1 Immer schneller schmilzt das Eis ... 42
2.1.2 Naturkatastrophen kommen häufiger ... 45
2.2 Schuldiger gesucht – Gründe für den Klimawandel ... 47
2.2.1 Der Treibhauseffekt ... 47
2.2.2 Hauptverdächtiger Kohlendioxid ... 48
2.2.3 Andere Übeltäter ... 53
2.3 Aussichten und Empfehlungen – was kommt morgen? ... 56
2.3.1 Wird es in Europa bitterkalt? ... 58
2.3.2 Empfehlungen für einen wirksamen Klimaschutz ... 60
2.4 Schwere Geburt – Politik und Klimawandel ... 61
2.4.1 Deutsche Klimapolitik ... 61
2.4.2 Klimapolitik international ... 63
2.5 Selbsthilfe zum Klimaschutz ... 65

3 Vom Energieverschwenden zum Energie- und Kohlendioxidsparen ... 66
3.1 Wenig effizient – Energiever(sch)wendung heute ... 66
3.2 Privater Energiebedarf – zu Hause leicht gespart ... 70
3.2.1 Private Elektrizität – viel Geld verschleudert ... 70
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

4 Die Energiewende – der Weg in eine bessere Zukunft? ... 91
4.1 Kohle- und Kernkraftwerke – Krücke statt Brücke ... 92
4.1.1 Energie- und Automobilkonzerne – aufs falsche Pferd gesetzt ... 92
4.1.2 Braunkohle – Klimakiller made in Germany ... 95
4.1.3 Kohlendioxidsequestrierung – aus dem Auge aus dem Sinn ... 97
4.1.4 Atomkraft – Comeback strahlend gescheitert ... 99
4.2 Effizienz und KWK – ein gutes Doppel für den Anfang ... 101
4.2.1 Kraft-Wärme-Kopplung – Brennstoff doppelt genutzt ... 101
4.2.2 Energiesparen – mit weniger mehr erreichen ... 102
4.3 Regenerative Energiequellen – Angebot ohne Ende ... 104
4.4 Deutschland wird erneuerbar ... 105
4.4.1 Runter mit dem Primärenergiebedarf ... 106
4.4.2 Stromerzeugung ganz ohne atomare und fossile Kraftwerke ... 108
4.4.3 Dämmung und regenerative Energien zur Wärmeversorgung ... 110
4.4.4 Effizienzsteigerung und neue Konzepte für den Verkehr ... 111
4.4.5 Sichere Versorgung mit regenerativen Energien ... 113
4.4.6 Dezentral statt zentral – weniger Leitungen für das Land ... 115
4.5 Gar nicht so teuer – die Mär der unbezahlbaren Kosten ... 117
4.6 Energierevolution statt laue Energiewende ... 119
4.6.1 Deutsche Energiepolitik – im Schatten der Konzerne ... 119
4.6.2 Energiewende in Bürgerhand – eine Revolution steht ins Haus ... 120

5 Photovoltaik – Strom aus Sand ... 122
5.1 Aufbau und Funktionsweise ... 123
5.1.1 Elektronen, Löcher und Raumladungszonen ... 123
5.1.2 Wirkungsgrad, Kennlinien und der MPP ... 125
5.2 Herstellung von Solarzellen – vom Sand zur Zelle ... 128
5.2.1 Siliziumsolarzellen – Strom aus Sand ... 128
5.2.2 Von der Zelle zum Modul ... 130
5.2.3 Dünnschichtsolarzellen ... 131
5.3 Photovoltaikanlagen – Netze und Inseln ... 132
5.3.1 Sonneninseln ... 132
5.3.2 Sonne am Netz ... 135

5.3.3 Mehr solare Unabhängigkeit ... 139
5.4 Planung und Auslegung ... 142
5.4.1 Geplante Inseln ... 142
5.4.2 Geplant am Netz ... 144
5.4.3 Geplante Autonomie ... 148
5.5 Ökonomie ... 150
5.5.1 Was kostet sie denn? ... 151
5.5.2 Förderprogramme ... 152
5.5.3 Es geht auch ohne Mehrwertsteuer ... 154
5.6 Ökologie ... 155
5.7 Photovoltaikmärkte ... 156
5.8 Ausblick und Entwicklungspotenziale ... 158

6 Solarthermieanlagen – mollig warm mit Sonnenlicht ... 160
6.1 Aufbau und Funktionsweise ... 162
6.2 Solarkollektoren – Sonnensammler ... 164
6.2.1 Schwimmbadabsorber ... 164
6.2.2 Flachkollektoren ... 165
6.2.3 Luftkollektoren ... 166
6.2.4 Vakuum-Röhrenkollektor ... 167
6.3 Solarthermische Anlagen ... 169
6.3.1 Warmes Wasser von der Sonne ... 169
6.3.1.1 Schwerkraftsysteme ... 170
6.3.1.2 Systeme mit Zwangsumlauf ... 171
6.3.2 Heizen mit der Sonne ... 173
6.3.3 Solare Siedlungen ... 175
6.3.4 Kühlen mit der Sonne ... 176
6.3.5 Schwimmen mit der Sonne ... 177
6.3.6 Kochen mit der Sonne ... 178
6.4 Planung und Auslegung ... 179
6.4.1 Solarthermische Trinkwassererwärmung ... 180
6.4.1.1 Grobauslegung ... 180
6.4.1.2 Detaillierte Auslegung ... 181
6.4.2 Solarthermische Heizungsunterstützung ... 182
6.5 Ökonomie ... 185
6.5.1 Wann rechnet sie sich denn? ... 185
6.5.2 Förderprogramme ... 186
6.6 Ökologie ... 186
6.7 Solarthermiemärkte ... 187
6.8 Ausblick und Entwicklungspotenziale ... 189

7 Solarkraftwerke – noch mehr Kraft aus der Sonne ... 191
7.1 Konzentration auf die Sonne ... 192
7.2 Solare Kraftwerke ... 194
7.2.1 Parabolrinnenkraftwerke ... 194
7.2.2 Solarturmkraftwerke ... 198

7.2.3 Dish-Stirling-Kraftwerke ... 200
7.2.4 Aufwindkraftwerke ... 201
7.2.5 Konzentrierende Photovoltaikkraftwerke ... 202
7.2.6 Solare Chemie ... 203
7.3 Planung und Auslegung ... 204
7.3.1 Konzentrierende solarthermische Kraftwerke ... 205
7.3.2 Aufwindkraftwerke ... 206
7.3.3 Konzentrierende Photovoltaikkraftwerke ... 207
7.4 Ökonomie ... 207
7.5 Ökologie ... 208
7.6 Solarkraftwerksmärkte ... 209
7.7 Ausblick und Entwicklungspotenziale ... 210

8 Windkraftwerke – luftiger Strom ... 213
8.1 Vom Winde verweht – woher der Wind kommt ... 214
8.2 Nutzung des Windes ... 217
8.3 Anlagen und Parks ... 221
8.3.1 Windlader ... 221
8.3.2 Große netzgekoppelte Windkraftanlagen ... 223
8.3.3 Kleinwindkraftanlagen ... 226
8.3.4 Windparks ... 228
8.3.5 Offshore-Windparks ... 229
8.4 Planung und Auslegung ... 233
8.5 Ökonomie ... 235
8.6 Ökologie ... 238
8.7 Windkraftmärkte ... 239
8.8 Ausblick und Entwicklungspotenziale ... 241

9 Wasserkraftwerke – nasser Strom ... 243
9.1 Anzapfen des Wasserkreislaufs ... 244
9.2 Wasserturbinen ... 246
9.3 Wasserkraftwerke ... 249
9.3.1 Laufwasserkraftwerke ... 249
9.3.2 Speicherwasserkraftwerke ... 251
9.3.3 Pumpspeicherkraftwerke ... 252
9.3.4 Gezeitenkraftwerke ... 254
9.3.5 Wellenkraftwerke ... 254
9.3.6 Meeresströmungskraftwerke ... 255
9.4 Planung und Auslegung ... 256
9.5 Ökonomie ... 258
9.6 Ökologie ... 259
9.7 Wasserkraftmärkte ... 260
9.8 Ausblick und Entwicklungspotenziale ... 262

10 Geothermie – tiefgründige Energie ... 263
10.1 Anzapfen der Erdwärme ... 264
10.2 Geothermieheizwerke und Geothermiekraftwerke ... 268

10.2.1 Geothermische Heizwerke ... 268
10.2.2 Geothermische Kraftwerke ... 269
10.2.3 Geothermische HDR-Kraftwerke ... 271
10.3 Planung und Auslegung ... 272
10.4 Ökonomie ... 273
10.5 Ökologie ... 274
10.6 Geothermiemärkte ... 275
10.7 Ausblick und Entwicklungspotenziale ... 276

11 Wärmepumpen – aus kalt wird heiß ... 277
11.1 Wärmequellen für Niedertemperaturwärme ... 277
11.2 Funktionsprinzip von Wärmepumpen ... 280
11.2.1 Kompressionswärmepumpen ... 280
11.2.2 Absorptionswärmepumpen und Adsorptionswärmepumpen ... 281
11.3 Planung und Auslegung ... 283
11.4 Ökonomie ... 286
11.5 Ökologie ... 288
11.6 Wärmepumpenmärkte ... 290
11.7 Ausblick und Entwicklungspotenziale ... 291

12 Biomasse – Energie aus der Natur ... 292
12.1 Entstehung und Nutzung von Biomasse ... 293
12.2 Biomasseheizungen ... 296
12.2.1 Brennstoff Holz ... 296
12.2.2 Kamine und Kaminöfen ... 300
12.2.3 Scheitholzkessel ... 301
12.2.4 Holzpelletsheizungen ... 302
12.3 Biomasseheizwerke und Biomassekraftwerke ... 304
12.4 Biotreibstoffe ... 306
12.4.1 Bioöl ... 307
12.4.2 Biodiesel ... 307
12.4.3 Bioethanol ... 308
12.4.4 BtL-Kraftstoffe ... 310
12.4.5 Biogas ... 311
12.5 Planung und Auslegung ... 312
12.5.1 Scheitholzkessel ... 312
12.5.2 Holzpelletsheizung ... 313
12.6 Ökonomie ... 315
12.7 Ökologie ... 317
12.7.1 Feste Brennstoffe ... 317
12.7.2 Biotreibstoffe ... 319
12.8 Biomassemärkte ... 320
12.9 Ausblick und Entwicklungspotenziale ... 321

13 Erneuerbare Gase und Brennstoffzellen ... 323
13.1 Energieträger Wasserstoff ... 325
13.2 Methanisierung ... 328

13.3 Transport und Speicherung von EE-Gasen ... 329
13.3.1 Transport und Speicherung von Wasserstoff ... 329
13.3.2 Transport und Speicherung von erneuerbarem Methan ... 330
13.4 Hoffnungsträger Brennstoffzelle ... 333
13.5 Ökonomie ... 336
13.6 Ökologie ... 337
13.7 Märkte, Ausblick und Entwicklungspotenziale ... 338

14 Sonnige Aussichten – Beispiele für eine nachhaltige Energieversorgung ... 340
14.1 Klimaverträglich wohnen ... 340
14.1.1 Kohlendioxidneutrales Standardfertighaus ... 341
14.1.2 Plusenergie-Solarhaus ... 342
14.1.3 Plusenergiehaus-Siedlung ... 343
14.1.4 Heizen nur mit der Sonne ... 344
14.1.5 Null Heizkosten nach Sanierung ... 345
14.2 Klimaverträglich arbeiten und produzieren ... 346
14.2.1 Büros und Läden im Sonnenschiff ... 346
14.2.2 Nullemissionsfabrik ... 347
14.2.3 Kohlendioxidfreie Schwermaschinenfabrik ... 347
14.2.4 Plusenergie-Firmenzentrale ... 348
14.3 Klimaverträglich Auto fahren ... 349
14.3.1 Abgasfreie Elektropower ... 350
14.3.2 Weltumrundung im Solarmobil ... 351
14.3.3 In dreiunddreißig Stunden quer durch Australien ... 352
14.3.4 Game over CO_2! ... 354
14.4 Klimaverträglich Schiff fahren und fliegen ... 354
14.4.1 Moderne Segelschifffahrt ... 354
14.4.2 Solarfähre am Bodensee ... 355
14.4.3 Höhenweltrekord mit Solarflugzeug ... 356
14.4.4 Mit dem Solarflugzeug um die Erde ... 357
14.4.5 Fliegen für Solarküchen ... 358
14.5 Alles wird erneuerbar ... 360
14.5.1 Kohlendioxidfreier Strom für die Insel ... 360
14.5.2 Hybridkraftwerk für die sichere regenerative Versorgung ... 361
14.6 Alles wird gut ... 362

Anhang ... 364
A.1 Energieeinheiten und Vorsatzzeichen ... 364
A.2 Geografische Koordinaten von Energieanlagen ... 365
A.3 Weiterführende Informationen im Internet ... 368

Literatur ... 369

Register ... 373