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 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 – Energievers(ch)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 Unterschätzter Klimakiller Erdgas ... 102
4.1.4 Kohlendioxidsequestrierung – aus dem Auge aus dem Sinn ... 103
4.1.5 Atomkraft – Comeback strahlend gescheitert ... 106
4.2 Effizienz und KWK – ein gutes Doppel für den Anfang ... 107
4.2.1 Kraft-Wärme-Kopplung – nur ohne Erdgas eine gute Lösung ... 107
4.2.2 Energiesparen – mit weniger mehr erreichen ... 108
4.3 Regenerative Energiequellen – Angebot ohne Ende ... 110
4.4 Deutschland wird erneuerbar ... 112
4.4.1 Der Elektrizitätssektor wird erneuerbar ... 113
4.4.2 Auf alle Sektoren kommt es an ... 114
4.4.3 Energiewende im Wärmesektor ... 116
4.4.4 Energiewende im Verkehrssektor ... 119
4.4.5 Sichere Energieversorgung mit regenerativen Energien ... 122
4.4.6 Dezentral statt zentral – weniger Leitungen für das Land ... 126
4.5 Gar nicht so teuer – die Mär der unbezahlbaren Kosten ... 128
4.6 Energierevolution statt laue Energiewende ... 130
4.6.1 Deutsche Energiepolitik – im Schatten der Konzerne ... 130
4.6.2 Bürgerenergie und Klimajobwunder ... 131

5 Photovoltaik – Strom aus Sand ... 134
5.1 Aufbau und Funktionsweise ... 135
5.1.1 Elektronen, Löcher und Raumladungszonen ... 135
5.1.2 Wirkungsgrad, Kennlinien und der MPP ... 137
5.2 Herstellung von Solarzellen – vom Sand zur Zelle ... 140
5.2.1 Siliziumsolarzellen – Strom aus Sand ... 140
5.2.2 Von der Zelle zum Modul ... 142
5.2.3 Dünnschichtsolarzellen ... 143
5.3 Photovoltaikanlagen – Netze und Inseln ... 144
5.3.1 Sonneninseln ... 144

5.3.2 Sonne am Netz ... 147
5.3.3 Mehr solare Unabhängigkeit ... 151
5.4 Planung und Auslegung ... 154
5.4.1 Geplante Inseln ... 154
5.4.2 Geplant am Netz ... 156
5.4.3 Geplante Autonomie ... 160
5.5 Ökonomie ... 162
5.5.1 Was kostet sie denn? ... 163
5.5.2 Förderprogramme ... 164
5.5.3 Es geht auch ohne Mehrwertsteuer ... 166
5.6 Ökologie ... 167
5.7 Photovoltaikmärkte ... 168
5.8 Ausblick und Entwicklungspotenziale ... 170

6 Solarthermieanlagen – mollig warm mit Sonnenlicht ... 172
6.1 Aufbau und Funktionsweise ... 174
6.2 Solarkollektoren – Sonnensammler ... 176
6.2.1 Schwimmbadabsorber ... 176
6.2.2 Flachkollektoren ... 177
6.2.3 Luftkollektoren ... 178
6.2.4 Vakuum-Röhrenkollektor ... 179
6.3 Solarthermische Anlagen ... 181
6.3.1 Warmes Wasser von der Sonne ... 181
6.3.1.1 Schwerkraftsysteme ... 182
6.3.1.2 Systeme mit Zwangsumlauf ... 183
6.3.2 Heizen mit der Sonne ... 185
6.3.3 Solare Siedlungen ... 187
6.3.4 Kühlen mit der Sonne ... 188
6.3.5 Schwimmen mit der Sonne ... 189
6.3.6 Kochen mit der Sonne ... 190
6.4 Planung und Auslegung ... 191
6.4.1 Solarthermische Trinkwassererwärmung ... 192
6.4.1.1 Grobauslegung ... 192
6.4.1.2 Detaillierte Auslegung ... 193
6.4.2 Solarthermische Heizungsunterstützung ... 194
6.5 Ökonomie ... 197
6.5.1 Wann rechnet sie sich denn? ... 197
6.5.2 Förderprogramme ... 198
6.6 Ökologie ... 198
6.7 Solarthermiemärkte ... 199
6.8 Ausblick und Entwicklungspotenziale ... 201

7 Solarkraftwerke – noch mehr Kraft aus der Sonne ... 203
7.1 Konzentration auf die Sonne ... 204
7.2 Solare Kraftwerke ... 206
7.2.1 Parabolrinnenkraftwerke ... 206

7.2.2 Solarturmkraftwerke ... 210
7.2.3 Dish-Stirling-Kraftwerke ... 212
7.2.4 Aufwindkraftwerke ... 213
7.2.5 Konzentrierende Photovoltaikkraftwerke ... 214
7.2.6 Solare Chemie ... 215
7.3 Planung und Auslegung ... 216
7.3.1 Konzentrierende solarthermische Kraftwerke ... 217
7.3.2 Aufwindkraftwerke ... 218
7.3.3 Konzentrierende Photovoltaikkraftwerke ... 218
7.4 Ökonomie ... 219
7.5 Ökologie ... 220
7.6 Solarkraftwerksmärkte ... 221
7.7 Ausblick und Entwicklungspotenziale ... 222

8 Windkraftwerke – luftiger Strom ... 225
8.1 Vom Winde verweht – woher der Wind kommt ... 226
8.2 Nutzung des Windes ... 229
8.3 Anlagen und Parks ... 233
8.3.1 Windlader ... 233
8.3.2 Große netzgekoppelte Windkraftanlagen ... 235
8.3.3 Kleinwindkraftanlagen ... 238
8.3.4 Windparks ... 240
8.3.5 Offshore-Windparks ... 241
8.4 Planung und Auslegung ... 245
8.5 Ökonomie ... 247
8.6 Ökologie ... 250
8.7 Windkraftmärkte ... 251
8.8 Ausblick und Entwicklungspotenziale ... 253

9 Wasserkraftwerke – nasser Strom ... 255
9.1 Anzapfen des Wasserkreislaufs ... 256
9.2 Wasserturbinen ... 258
9.3 Wasserkraftwerke ... 261
9.3.1 Laufwasserkraftwerke ... 261
9.3.2 Speicherwasserkraftwerke ... 263
9.3.3 Pumpspeicherkraftwerke ... 264
9.3.4 Gezeitenkraftwerke ... 266
9.3.5 Wellenkraftwerke ... 266
9.3.6 Meeresströmungskraftwerke ... 267
9.4 Planung und Auslegung ... 268
9.5 Ökonomie ... 270
9.6 Ökologie ... 271
9.7 Wasserkraftmärkte ... 272
9.8 Ausblick und Entwicklungspotenziale ... 274

10 Geothermie – tiefgründige Energie ... 275
10.1 Anzapfen der Erdwärme ... 276

10.2 Geothermieheizwerke und Geothermiekraftwerke ... 280
10.2.1 Geothermische Heizwerke ... 280
10.2.2 Geothermische Kraftwerke ... 281
10.2.3 Geothermische HDR-Kraftwerke ... 283
10.3 Planung und Auslegung ... 284
10.4 Ökonomie ... 285
10.5 Ökologie ... 286
10.6 Geothermiemärkte ... 287
10.7 Ausblick und Entwicklungspotenziale ... 288

11 Wärmepumpen – aus kalt wird heiß ... 289
11.1 Wärmequellen für Niedertemperaturwärme ... 289
11.2 Funktionsprinzip von Wärmepumpen ... 292
11.2.1 Kompressionswärmepumpen ... 292
11.2.2 Absorptionswärmepumpen und Adsorptionswärmepumpen ... 294
11.3 Planung und Auslegung ... 295
11.4 Ökonomie ... 298
11.5 Ökologie ... 300
11.6 Wärmepumpenmärkte ... 302
11.7 Ausblick und Entwicklungspotenziale ... 303

12 Biomasse – Energie aus der Natur ... 304
12.1 Entstehung und Nutzung von Biomasse ... 305
12.2 Biomasseheizungen ... 308
12.2.1 Brennstoff Holz ... 308
12.2.2 Kamine und Kaminöfen ... 312
12.2.3 Scheitholzkessel ... 313
12.2.4 Holzpelletheizungen ... 314
12.3 Biomasseheizwerke und Biomassekraftwerke ... 316
12.4 Biotreibstoffe ... 318
12.4.1 Biogl ... 319
12.4.2 Biodiesel ... 319
12.4.3 Bioethanol ... 320
12.4.4 BtL-Kraftstoffe ... 322
12.4.5 Biogas ... 323
12.5 Planung und Auslegung ... 324
12.5.1 Scheitholzkessel ... 324
12.5.2 Holzpelletheizung ... 325
12.6 Ökonomie ... 327
12.7 Ökologie ... 329
12.7.1 Feste Brennstoffe ... 329
12.7.2 Biotreibstoffe ... 331
12.8 Biomassemärkte ... 332
12.9 Ausblick und Entwicklungspotenziale ... 333

13 Erneuerbare Gase und Brennstoffzellen ... 335
13.1 Energieträger Wasserstoff ... 337

13.2 Methanisierung ... 341
13.3 Transport und Speicherung von EE-Gasen ... 342
13.3.1 Transport und Speicherung von Wasserstoff ... 342
13.3.2 Transport und Speicherung von erneuerbarem Methan ... 343
13.4 Brennstoffzellen – aus Gas wird Strom ... 345
13.5 Ökonomie ... 348
13.6 Ökologie ... 350
13.7 Märkte, Ausblick und Entwicklungspotenziale ... 351

14 Sonnige Aussichten – Beispiele für eine nachhaltige Energieversorgung ... 354
14.1 Klimaverträglich wohnen ... 354
14.1.1 Kohlendioxidneutrales Standardfertighaus ... 355
14.1.2 Plusenergie-Solarhaus ... 356
14.1.3 Plusenergiehaus-Siedlung ... 357
14.1.4 Heizen nur mit der Sonne ... 358
14.1.5 Null Heizkosten nach Sanierung ... 359
14.2 Klimaverträglich arbeiten und produzieren ... 360
14.2.1 Büros und Läden im Sonnenschiff ... 360
14.2.2 Nullemissionsfabrik ... 361
14.2.3 Kohlendioxidfreie Schwermaschinenfabrik ... 362
14.2.4 Plusenergie-Firmenzentrale ... 363
14.2.5 Nullenergie-Hotel ... 364
14.3 Klimaverträglich Auto fahren ... 365
14.3.1 Weltumrundung im Solarmobil ... 365
14.3.2 In dreiunddreißig Stunden quer durch Australien ... 366
14.3.3 Solar geladen ... 367
14.4 Klimaverträglich Schiff fahren und fliegen ... 369
14.4.1 Moderne Segelschifffahrt ... 369
14.4.2 Solarfähre am Bodensee ... 370
14.4.3 Höhenweltrekord mit Solarflugzeug ... 371
14.4.4 Mit dem Solarflugzeug um die Erde ... 372
14.4.5 Fliegen für Solarküchen ... 373
14.5 Alles wird erneuerbar ... 374
14.5.1 Ein Dorf wird unabhängig ... 374
14.5.2 Hybridkraftwerk für die sichere regenerative Versorgung ... 376
14.6 Happy End ... 377

Anhang ... 385
A.1 Energieeinheiten und Vorsatzzeichen ... 385
A.2 Geografische Koordinaten von Energieanlagen ... 386
A.3 Weiterführende Informationen im Internet ... 389

Literatur ... 390

Register ... 394