



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 | Energieevolution 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 | Solkraftwerksmärkte | 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 | Scheitholzessel | 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 | Scheitholzessel | 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 Segelschiffahrt..... | 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 |