

# INHALT

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| 1           | Einleitung .....                                 | 12 |
| 2           | Energieversorgung .....                          | 16 |
| ..... 2.1   | Energiebedarf .....                              | 17 |
| ..... 2.2   | Energieverbrauch .....                           | 22 |
| ..... 2.2.1 | Primärenergieverbrauch .....                     | 23 |
| ..... 2.2.2 | Stromverbrauch .....                             | 29 |
| ..... 2.3   | Begrenzte zeitliche Verfügbarkeit .....          | 33 |
| ..... 2.4   | Umweltbelastung .....                            | 37 |
| ..... 2.4.1 | Limitierte Emissionen .....                      | 40 |
| ..... 2.4.2 | Nichtlimitierte Emissionen .....                 | 40 |
| ..... 2.4.3 | CO <sub>2</sub> -Problematik .....               | 41 |
| ..... 2.5   | Kernenergie .....                                | 46 |
| ..... 2.6   | Lastmanagement .....                             | 48 |
| ..... 2.7   | Förderung .....                                  | 51 |
| ..... 2.7.1 | Erneuerbare-Energien-Gesetz .....                | 52 |
| ..... 2.7.2 | EEG-Novelle .....                                | 53 |
| ..... 2.7.3 | Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz .....           | 53 |
| ..... 2.7.4 | Marktanreizprogramm .....                        | 54 |
| ..... 2.7.5 | CO <sub>2</sub> -Gebäudesanierungsprogramm ..... | 55 |
| ..... 2.7.6 | Weitere Fördermaßnahmen .....                    | 55 |
| ..... 2.8   | Entwicklung .....                                | 56 |
| ..... 2.8.1 | Wirtschaft .....                                 | 56 |
| ..... 2.8.2 | Technik .....                                    | 58 |
| 3           | Solarenergie .....                               | 62 |
| ..... 3.1   | Solarthermie .....                               | 65 |
| ..... 3.1.1 | Kollektoren .....                                | 66 |
| ..... 3.1.2 | Kollektorentypen .....                           | 67 |
| ..... 3.1.3 | Kollektorinstallation .....                      | 69 |
| ..... 3.1.4 | Kollektorkosten .....                            | 70 |
| ..... 3.1.5 | Solarthermiemarkt .....                          | 71 |
| ..... 3.2   | Photovoltaik .....                               | 73 |

|  |            |
|--|------------|
| ..... 3.2.1 Kristalline Solarzellen .....        | 73         |
| ..... 3.2.2 Dünnschichtsolarzellen .....         | 76         |
| ..... 3.2.3 Funktionsweise .....                 | 79         |
| ..... 3.2.4 Modulinstallation .....              | 81         |
| ..... 3.2.5 Modulkosten .....                    | 85         |
| ..... 3.2.6 Photovoltaikmarkt .....              | 88         |
| ..... 3.2.7 PV-Kraftwerk .....                   | 91         |
| ..... 3.3 Solarkraftwerk .....                   | 92         |
| ..... 3.3.1 Parabolrinnen .....                  | 92         |
| ..... 3.3.2 Heliostaten .....                    | 94         |
| ..... 3.3.3 Aufwind .....                        | 95         |
| ..... 3.3.4 Desertec .....                       | 96         |
| ..... 3.4 Solare Kühlung .....                   | 97         |
| ..... 3.5 Solare Wasserstoffwirtschaft .....     | 99         |
| <b>4 Windkraft .....</b>                         | <b>104</b> |
| ..... 4.1 On-Shore .....                         | 104        |
| ..... 4.1.1 Technik .....                        | 104        |
| ..... 4.1.2 Umwelt .....                         | 109        |
| ..... 4.1.3 Windenergiemarkt Deutschland .....   | 109        |
| ..... 4.1.4 Windenergiemarkt International ..... | 113        |
| ..... 4.2 Off-Shore .....                        | 116        |
| ..... 4.2.1 Technik .....                        | 116        |
| ..... 4.2.2 Umwelt .....                         | 119        |
| ..... 4.2.3 Betrieb .....                        | 120        |
| <b>5 Bioenergie .....</b>                        | <b>124</b> |
| ..... 5.1 Biogas .....                           | 127        |
| ..... 5.1.1 Herstellung .....                    | 127        |
| ..... 5.1.2 Technik .....                        | 128        |
| ..... 5.1.3 Reinigung .....                      | 132        |
| ..... 5.1.4 Verstromung .....                    | 133        |
| ..... 5.1.5 Einspeisung .....                    | 135        |

|   |            |
|---|------------|
| ..... 5.2 Biomasse.....                       | 137        |
| ..... 5.2.1 Holz.....                         | 138        |
| ..... 5.2.2 Holzpellets.....                  | 142        |
| ..... 5.2.3 Holzbriketts.....                 | 146        |
| ..... 5.2.4 Holzhackschnitzel.....            | 147        |
| ..... 5.2.5 Feinstaub.....                    | 147        |
| ..... 5.2.6 Biomassevergasung.....            | 149        |
| <b>6 Wasserkraft.....</b>                     | <b>152</b> |
| ..... 6.1 Technik.....                        | 152        |
| ..... 6.2 Markt.....                          | 154        |
| ..... 6.3 Gezeitenkraft.....                  | 157        |
| ..... 6.4 Wellenkraft.....                    | 158        |
| <b>7 Geothermie.....</b>                      | <b>162</b> |
| ..... 7.1 Tiefengeothermie.....               | 162        |
| ..... 7.1.1 Technik.....                      | 163        |
| ..... 7.1.2 Markt.....                        | 166        |
| ..... 7.2 Oberflächennahe Geothermie.....     | 166        |
| <b>8 Energieeffizienz.....</b>                | <b>170</b> |
| ..... 8.1 Brennwerttechnik.....               | 170        |
| ..... 8.2 Wärmepumpe.....                     | 173        |
| ..... 8.3 Kraft-Wärme-Kopplung.....           | 178        |
| ..... 8.4 Brennstoffzelle.....                | 181        |
| ..... 8.5 Energiesparmaßnahmen.....           | 187        |
| ..... 8.5.1 Energiesparen im Haushalt.....    | 187        |
| ..... 8.5.2 Energiesparen beim Hausbau.....   | 188        |
| ..... 8.5.3 Energiesparen in Küche / Bad..... | 188        |
| ..... 8.5.4 Energiesparen im Auto.....        | 189        |
| <b>9 Zusammenfassung.....</b>                 | <b>192</b> |
| <b>10 Anhang.....</b>                         | <b>196</b> |
| ..... 10.1 Tabellen.....                      | 196        |
| ..... 10.2 Abkürzungen.....                   | 200        |
| ..... 10.3 Einheiten.....                     | 201        |
| ..... 10.4 Elemente.....                      | 201        |