

# Auf einen Blick

<b>Über den Autor</b> .....	<b>11</b>
<b>Einleitung</b> .....	<b>21</b>
<b>Teil I: Warum erneuerbare Energien wichtig sind</b> .....	<b>27</b>
<b>Kapitel 1:</b> Energiebedarf heute und morgen .....	29
<b>Kapitel 2:</b> Treibhauseffekt, Klimawandel und CO <sub>2</sub> .....	45
<b>Kapitel 3:</b> Klimaschutzabkommen und -gesetze .....	51
<b>Teil II: Konventionelle zentrale Energieversorgung</b> .....	<b>57</b>
<b>Kapitel 4:</b> Energieumwandlungsverfahren .....	59
<b>Kapitel 5:</b> Kohlekraftwerke und Kohlenstoffdioxid .....	65
<b>Kapitel 6:</b> Kernkraftwerke – CO <sub>2</sub> -neutral oder nicht? .....	77
<b>Kapitel 7:</b> Gas-und-Dampf-Kraftwerke .....	87
<b>Teil III: Nachhaltige und dezentrale Energiegewinnung</b> .....	<b>91</b>
<b>Kapitel 8:</b> Nachhaltigkeit und Energiewende .....	93
<b>Kapitel 9:</b> Brennbare Gase – Erdgas, Biogas und Co. ....	101
<b>Kapitel 10:</b> Windenergie – jeder Luftstrom zählt .....	115
<b>Kapitel 11:</b> Sonnenenergie – die unendliche Energie .....	123
<b>Kapitel 12:</b> Stromerzeugung mit Geothermie .....	145
<b>Kapitel 13:</b> Wasserkraft – eine bewährte Energiequelle .....	151
<b>Kapitel 14:</b> Fusionskraftwerk – träumen werden wir dürfen .....	163
<b>Teil IV: Energiespeicher, Energieverteilungsnetze und Power-to-X</b> .....	<b>167</b>
<b>Kapitel 15:</b> Energiespeicher und Energieverteilungsnetze .....	169
<b>Kapitel 16:</b> Methanisierung – Power-to-Gas .....	205
<b>Kapitel 17:</b> Power-to-Liquid – E-Fuel und Co .....	215
<b>Kapitel 18:</b> Wohlige Wärme – Power-to-Heat .....	219
<b>Teil V: Energie im Alltag</b> .....	<b>225</b>
<b>Kapitel 19:</b> Mobilität und Verkehr .....	227
<b>Kapitel 20:</b> Haushalte und ihr Energiebedarf .....	241
<b>Kapitel 21:</b> Energiesparen schont das Klima .....	275
<b>Teil VI: Der Top-Ten-Teil</b> .....	<b>285</b>
<b>Kapitel 22:</b> Zehn Fragen, die stets gestellt werden .....	287
<b>Kapitel 23:</b> Meine zehn Ideen zur Energieversorgung der Zukunft .....	291
<b>Kapitel 24:</b> Meine zehn Lieblingsbücher zur Energieversorgung der Zukunft .....	295
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>297</b>
<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	<b>301</b>



# Inhaltsverzeichnis

---

<b>Über den Autor</b> .....	<b>11</b>
Danksagung .....	11
<b>Einleitung</b> .....	<b>21</b>
Über dieses Buch .....	21
Konventionen in diesem Buch .....	22
Annahmen über Sie .....	22
Wie dieses Buch aufgebaut ist .....	22
Teil I: Warum erneuerbare Energien wichtig sind .....	23
Teil II: Konventionelle zentrale Energieversorgung .....	23
Teil III: Nachhaltige und dezentrale Energiegewinnung .....	23
Teil IV: Energiespeicher, Energieverteilungsnetze und Power-to-X .....	23
Teil V: Energie im Alltag .....	24
Teil VI: Der Top-Ten-Teil .....	24
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden .....	24
Wie es weitergeht .....	25
<b>TEIL I</b>	
<b>WARUM ERNEUERBARE ENERGIEN WICHTIG SIND</b> .....	<b>27</b>
<b>Kapitel 1</b>	
<b>Energiebedarf heute und morgen</b> .....	<b>29</b>
Interessenkonflikte in der Energiewirtschaft .....	29
Energieversorgung in Deutschland .....	30
Die Energie und ihr Wirkungsgrad .....	35
Energie und das Treibhausgas Kohlenstoffdioxid .....	40
Energie als Krisenherd .....	42
<b>Kapitel 2</b>	
<b>Treibhauseffekt, Klimawandel und CO<sub>2</sub></b> .....	<b>45</b>
Unsere Erde ist ein Treibhaus .....	45
Kohlenstoffdioxid und der Treibhauseffekt .....	47
Methan und der Treibhauseffekt .....	48
Lebensmittelüberproduktion und Hunger .....	49
Die Folgekosten des Klimawandels .....	49
<b>Kapitel 3</b>	
<b>Klimaschutzabkommen und -gesetze</b> .....	<b>51</b>
Klimaschutzabkommen retten unsere Welt .....	52
Neue Klimagesetze braucht das Land .....	52
Stromeinspeisungsgesetz .....	53
Eine echte Wunderwaffe: das Erneuerbare-Energien-Gesetz .....	53
Die Energieeinsparverordnung .....	54

## 16 Inhaltsverzeichnis

Das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz .....	54
Das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz.....	55
Das Atomausstiegsgesetz.....	55
Das neue Gebäudeenergiegesetz .....	55
<b>TEIL II</b>	
<b>KONVENTIONELLE ZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG .....</b>	<b>57</b>
<b>Kapitel 4</b>	
<b>Energieumwandlungsverfahren.....</b>	<b>59</b>
Der Gashunger nimmt nicht ab.....	59
Elektrische Energie und Energieumwandlungsverfahren .....	61
Strom auf Abruf – die Frage nach der Speicherbarkeit von elektrischer Energie. . .	62
Grund-, Mittel- und Spitzenlast .....	64
<b>Kapitel 5</b>	
<b>Kohlekraftwerke und Kohlenstoffdioxid .....</b>	<b>65</b>
Wie Kohlekraftwerke funktionieren .....	65
Am Anfang steht die Reaktionsgleichung.....	65
Der Kraftwerksprozess und das Anlagenschema .....	66
Der Wirkungsgrad .....	67
Heizkraftwerke mit Fernwärmeauskopplung .....	69
Ein Generator erzeugt Strom.....	70
Wohin mit dem Kohlenstoffdioxid?.....	74
Die CO <sub>2</sub> -Abtrennung im Kraftwerksprozess.....	74
Mehr Effizienz durch höhere Wirkungsgrade .....	75
Effizienzsteigerung durch ORC.....	76
<b>Kapitel 6</b>	
<b>Kernkraftwerke – CO<sub>2</sub>-neutral oder nicht? .....</b>	<b>77</b>
Kernspaltung physikalisch betrachtet .....	77
Radioaktivität – die Strahlung und ihre Wirkung .....	79
Der Siedewasserreaktor.....	80
Der Druckwasserreaktor und sein Wärmetauscher.....	83
Der Rückbau unserer Kernkraftwerke .....	85
<b>Kapitel 7</b>	
<b>Gas-und-Dampf-Kraftwerke.....</b>	<b>87</b>
Das Gasturbinenkraftwerk.....	87
Höherer Wirkungsgrad: Gas-und-Dampf-Kraftwerke .....	88
<b>TEIL III</b>	
<b>NACHHALTIGE UND DEZENTRALE ENERGIEGEWINNUNG.....</b>	<b>91</b>
<b>Kapitel 8</b>	
<b>Nachhaltigkeit und Energiewende.....</b>	<b>93</b>
Unerschöpfliche Energie aus natürlichen Quellen .....	93
Nachhaltig soll es sein.....	95

Anteile erneuerbarer Energien in Deutschland wachsen ..... 96  
 Energie wird nicht verbraucht ..... 97

**Kapitel 9**  
**Brennbare Gase – Erdgas, Biogas und Co ..... 101**  
 Erdgas und seine Tücken ..... 101  
 Gas aus Abfall und Abwasser ..... 104  
 Biomasse durch Photosynthese ..... 106  
 Biomasse im Blockheizkraftwerk ..... 107  
 Biogasanlagen zur Grundlastsicherung ..... 109  
 Nachwachsende Rohstoffe aus der Landwirtschaft ..... 112  
 Einstufige Biogasanlagen für die Landwirtschaft ..... 113  
 Biomassekraftwerk mit Holzvergaser und Blockheizkraftwerk ..... 114

**Kapitel 10**  
**Windenergie – jeder Luftstrom zählt ..... 115**  
 Windkraftanlagen für unser Energiesystem ..... 116  
 Begrenzung der aufgenommenen Windleistung ..... 120  
 Windzonen und Windgeschwindigkeiten ..... 121

**Kapitel 11**  
**Sonnenenergie – die unendliche Energie ..... 123**  
 Solar- und Windnutzung kombiniert ..... 125  
 Photovoltaik und Solarzelle ..... 127  
 Von der Zelle zum Modul ..... 131  
 Die Solarstrahlung der Sonne in Zahlen ..... 134  
 Material und Schaltbild einer Solarzelle ..... 134  
 Solarthermie – Wärme durch die Sonne ..... 137  
 Solarthermische Kraftwerke ..... 141

**Kapitel 12**  
**Stromerzeugung mit Geothermie ..... 145**  
 Geothermische Stromerzeugung ..... 146  
 Hot-Dry-Rock-Verfahren (HDR) – die Erschließung trockener  
 Gesteinsschichten ..... 148  
 Wenn nur die Kosten nicht wären ..... 149

**Kapitel 13**  
**Wasserkraft – eine bewährte Energiequelle ..... 151**  
 Der Wasserkreislauf der Erde ..... 151  
 Stromerzeugung aus Wasserkraft ..... 152  
 Varianten der Wasserkraftnutzung ..... 155  
     Laufwasserkraftwerke ..... 156  
     Pumpspeicherkraftwerke und Speicherkraftwerke ..... 157  
     Gezeiten- und Meeresströmungskraftwerke ..... 158  
     Wellenkraftwerke ..... 160  
     Osmosekraftwerke ..... 161

<b>Kapitel 14</b>	
<b>Fusionskraftwerk – träumen werden wir dürfen</b> .....	<b>163</b>
Wie Kernfusion funktioniert. ....	163
Die Probleme der Realisierung .....	164
<b>TEIL IV</b>	
<b>ENERGIESPEICHER, ENERGIEVERTEILUNGSNETZE UND POWER-TO-X</b> .....	<b>167</b>
<b>Kapitel 15</b>	
<b>Energiespeicher und Energieverteilungsnetze</b> .....	<b>169</b>
Pumpspeicherkraftwerk zur Speicherung elektrischer Energie .....	170
Druckluftspeicherkraftwerke .....	173
Elektrochemische Stromspeicher – von der Batterie zum Akkumulator. ....	174
Das galvanische Element .....	175
Energiespeicher der Zukunft – der Akkumulator .....	178
Stromspeicher für die häusliche Photovoltaikanlage. ....	184
Das Elektroauto als Stromspeicher. ....	186
Speicher für Solarwärme .....	188
Strom- und Wärmespeicher im Haushalt. ....	190
Erdgas- und Wasserstoffspeicher .....	191
Wo Wasserstoff sinnvoll eingesetzt werden kann. ....	194
Wasserstoff ist nicht gleich Wasserstoff .....	195
Intelligente (»smarte«) Energieverteilungsnetze. ....	196
Historische Entwicklung zum heutigen Stromnetz .....	196
Das aktuelle Energieverteilungsnetz in Deutschland .....	198
Intelligente Stromverteilung mittels Smart Grid .....	200
Das Energieverteilungsnetz der Zukunft .....	203
<b>Kapitel 16</b>	
<b>Methanisierung – Power-to-Gas</b> .....	<b>205</b>
Umwandlung von Energie in speicherbares Gas .....	206
Der erste Prozessschritt: Elektrolyse. ....	209
Der zweite Prozessschritt: Methanisierung .....	210
Wasserstoff direkt nutzen. ....	211
Eine Zwischenbilanz .....	212
<b>Kapitel 17</b>	
<b>Power-to-Liquid – E-Fuel und Co</b> .....	<b>215</b>
Aufbau und Funktion einer Power-to-Liquid-Anlage .....	215
Kraftstoffe aus grünem Synthesegas .....	217
Einsatzmöglichkeiten für PtL-Flüssigkraftstoff .....	218
<b>Kapitel 18</b>	
<b>Wohlige Wärme – Power-to-Heat</b> .....	<b>219</b>
Aufbau und Funktion einer Power-to-Heat-Anlage .....	219
Wärmespeicherung im Untergrund .....	221
Heißwasserspeicher .....	223

## TEIL V ENERGIE IM ALLTAG ..... 225

### Kapitel 19 Mobilität und Verkehr ..... 227

Mobilität im technischen Wandel .....	228
Der Verbrennungsmotor für Benzin .....	228
Diesel: Der sparsamere Verbrennungsmotor .....	229
Der Biodieselmotor .....	230
Elektromobilität – Elektromotor und Akkumulator .....	230
Besonderheiten des Elektromotors .....	230
Der Verbrauch des Elektroautos .....	232
Der Akkumulator und sein Ladeverhalten .....	233
Brennstoffzellen – eine Alternative für die Zukunft .....	235
Aufbau und Funktion der Brennstoffzelle .....	236
Brennstoffzelle und Elektrolyse im Vergleich .....	238
Wasserstoff für Brennstoffzelle und Wasserstoffmotor .....	239

### Kapitel 20 Haushalte und ihr Energiebedarf ..... 241

Smart Home – das Wohnen der Zukunft .....	242
Energieeffiziente Häuser braucht das Land .....	245
Das Standardhaus hat Grenzen .....	245
KfW-Effizienzhäuser – schon mal ein Anfang .....	245
Niedrigenergiehaus mit höherer Energieeffizienz .....	246
Passivhaus – die Eigenwärme wird genutzt .....	247
Völlig autark? Das Nullenergiehaus .....	248
Plusenergiehaus: mehr Energie als gebraucht wird .....	248
Autarkiegrad – die Unabhängigkeit von der Energiezufuhr .....	249
Bausteine für ein energieeffizientes Haus .....	250
Mikrokraftwerke – Strom und Wärme in einem .....	251
Die Wärmepumpe – aus wenig Strom viel mehr Wärme machen .....	252
Holzpellettheizung und die Biomasse .....	260
Sonnige Wärme mit Solarthermie .....	261
Photovoltaik und der elektrische Strom .....	262
Kleinwindkraftanlagen für das Haus .....	265
Weitere interessante Konzepte .....	267
Sektorkopplung – die ganz große Lösung .....	271
Vom Konsumenten zum »Prosumer« .....	272
Drei in eins: Strom-, Wärme- und Mobilitätswende .....	274

### Kapitel 21 Energiesparen schont das Klima ..... 275

Unnötige Stromverbräuche identifizieren und vermeiden .....	275
Die vermeidlichen Kosten des Standby-Betriebs .....	276
Der heimliche Stromverbrauch Ihres Ladegeräts oder Netzteils .....	278
Auswirkungen des Standby-Betriebs in Deutschland .....	279

Gesetze zur Verminderung von Verlustleistungen im Standby-Betrieb .....	280
Effizienzklassen und CE-Kennzeichnung .....	281
EU-Richtlinien zum Standby-Betrieb .....	281
Wie Energieverschwendung vermieden werden kann.....	282

**TEIL VI  
DER TOP-TEN-TEIL..... 285**

**Kapitel 22  
Zehn Fragen, die stets gestellt werden ..... 287**

Wie führt der Treibhauseffekt zur Klimaveränderung? .....	287
Warum muss unsere Energieversorgung verändert werden? .....	288
Warum verbrennt Holz CO <sub>2</sub> -neutral? .....	288
Was bedeutet Nachhaltigkeit? .....	288
Welche Vorteile zeichnet die Kraft-Wärme-Kopplung aus? .....	288
Welche Besonderheiten besitzen Gas-und-Dampf-Kraftwerke? .....	288
Sind Kernkraftwerke die Lösung? .....	289
Wie funktionieren Windkraftanlagen? .....	289
Was unterscheidet das Laufwasser- vom Speicherkraftwerk? .....	289
Was bedeuten Elektrolyse und Methanisierung? .....	290

**Kapitel 23  
Meine zehn Ideen zur Energieversorgung der Zukunft ..... 291**

Unabhängigkeit von Kohle, Erdgas und Erdöl im Verkehr. ....	291
Grünen Strom braucht das Land. ....	291
Neue Wärmequellen sind gefragt – oder gar keine .....	291
Optimieren Sie Ihr Heizverhalten .....	292
Senken Sie Ihren Wasserverbrauch .....	292
Kochen und backen Sie clever, um Energie zu sparen.....	292
Auch am Kühlschrank können Sie sparen .....	292
Neue Elektrogeräte mit weniger Energieverbrauch .....	293
Lassen Sie Ihren Wäschetrockner aus .....	293
Schaffen Sie bei Ihren Lieben Anreize zum Energiesparen.....	293

**Kapitel 24  
Meine zehn Lieblingsbücher zur Energieversorgung  
der Zukunft ..... 295**

**Abbildungsverzeichnis ..... 297**

**Stichwortverzeichnis ..... 301**