

# Inhalt

Einleitung .....	11
<b>1. Energie in Physik und Wirtschaft .....</b>	<b>13</b>
1.1 Energie als physikalische Größe.....	13
1.2 Energie als Lebensgrundlage für Gesellschaften und als Wirtschaftsgut .....	15
<b>2. Warum brauchen wir ein neues Energiesystem? .....</b>	<b>19</b>
2.1 Energieverbrauch .....	19
2.2 Allgemeine Anforderungen an das Energiesystem.....	22
2.3 Motive für den Umbau des Energiesystems .....	24
2.4 Strategien zum Umbau des Energiesystems .....	32
2.4.1 Dekarbonisierung durch die Nutzung erneuerbarer Energiequellen .....	32
2.4.2 Energieeffizienz .....	35
2.4.3 Suffizienz .....	36
2.4.4 Regionalisierung.....	37
2.4.5 Die besondere Bedeutung der erneuerbaren Energien und der Energieeffizienz .....	38
<b>3. Energieeffizienz .....</b>	<b>45</b>
3.1 Spielarten der Energieeffizienz .....	45
3.1.1 Wandlungseffizienz.....	46
3.1.2 Nutzungseffizienz.....	46
3.1.3 Gesamteffizienz .....	47
3.2 Primärenergie .....	48
3.3 Endenergie .....	54

<b>4. Erneuerbare Energien .....</b>	<b>57</b>
4.1 Begriffsbestimmung.....	57
4.2 Erneuerbare Energiequellen .....	60
4.3 Erneuerbare Energiequellen und Treibhausgas-Emissionen .....	61
4.4 Erneuerbare Energiequellen und ihre technische Nutzung .....	62
4.4.1 Direkte Nutzung der Solarstrahlung .....	62
4.4.2 Indirekte Nutzung der Solarstrahlung .....	81
4.4.3 Nutzung der Erdwärme.....	88
4.4.4 Nutzung der Meeresenergie.....	90
<b>5. Effizienzgewinne durch erneuerbare Energien .....</b>	<b>93</b>
5.1 Effizienzgewinne durch direkte Stromerzeugung.....	95
5.1.1 Direkte Stromerzeugung .....	95
5.1.2 Effizienzgewinne durch die Elektrifizierung der Mobilitäts- und Wärmeversorgung .....	103
5.1.3 Fazit: Effizienzpotenziale der direkten Stromerzeugung .....	112
5.2 Effizienzgewinne durch Nutzung von solarer und Umweltwärme.....	114
5.2.1 Wärmepumpen.....	115
5.2.2 Solarthermische Systeme .....	123
5.2.3 Energetische Optimierung von Gebäuden .....	124
<b>6. Effiziente Angleichung von Angebot und Nachfrage im Stromsektor.....</b>	<b>127</b>
6.1 Qualitätsunterschiede zwischen den verschiedenen erneuerbaren Energiequellen.....	128
6.2 Wind- und Solarenergie in der zukünftigen Stromversorgung in Deutschland.....	132
6.3 Lastmanagement .....	136
6.4 Angebotsmanagement .....	142
6.4.1 Netze .....	142
6.4.2 Regelbare Kraftwerke.....	146
6.4.3 Speicher .....	149
6.4.4 Wärmeerzeuger als Netzstabilisatoren .....	157
<b>7. Energieeffizienz im regenerativ basierten Energiesystem.....</b>	<b>163</b>
7.1 Energieeffizienz und hohe Anteile erneuerbarer Energien – ein Konflikt? .....	163
7.2 Ist Energieeffizienz langfristig wichtig? .....	167
<b>8. Kosten .....</b>	<b>173</b>
Fazit .....	187
Literatur .....	189