

Marius Dannenberg  
Admir Duracak  
Matthias Hafner  
Steffen Kitzing

# Energien der Zukunft

Sonne, Wind,  
Wasser, Biomasse,  
Geothermie

<b>1 Einleitung</b>	7	Aufwindkraftwerke	38
1.1 Zweck und Ziele des Buches	7	Desertec-Projekt	39
1.2 Abgrenzung und Betrachtung der Energien	7	<b>3.2 Solarkollektoren zur Wärmeerzeugung</b>	41
1.3 Aufbau des Buches	8	Speicherkollektoren	41
<b>2 Die Bedeutung der erneuerbaren Energien</b>	9	Flachkollektoren	42
2.1 Definition „Erneuerbare Energien“	9	Vakuurröhrenkollektoren	43
2.2 Viele gute Argumente für die Erneuerbaren	11	Anwendungsgebiete von Solarkollektoren	44
Weltenergiebedarf wächst rasant	11	Marktdaten Deutschland	49
Fossile Ressourcen sind begrenzt	12	<b>3.3 Photovoltaik</b>	49
Klimaschutz als zusätzlicher Ansporn	13	Bändermodell, innerer Photoeffekt und photovoltaischer Effekt	50
Kernenergie ist keine Lösung	13	Solarzellen	51
2.3 Volkswirtschaftliche Effekte	15	Solarmodule	54
Anteil der regenerativen Energien an der Energieversorgung Deutschlands	15	Photovoltaik-Kraftwerke	56
Arbeitsplatzeffekte	15	Die Bedeutung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes für photovoltaische Anlagen	56
2.4 Gesetze zur Förderung der erneuerbaren Energien	20	Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen	58
Das Erneuerbare-Energie-Gesetz (EEG)	20	Marktanalyse Photovoltaik	64
Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EEWärmeG)	22	<b>3.4 Fazit</b>	68
2.5 Intelligente Stromnetze-Smart Grids	22	<b>4 Windkraft</b>	73
Das Stromnetz heute	22	4.1 Entstehung des Windes	75
Das Stromnetz der Zukunft	23	4.2 Physikalische Grundlagen zur Nutzung der Windenergie	76
Supernetze	25	4.3 Aufbau und Bauformen von Windkraftanlagen	80
2.6 Physikalische Grundlagen zu dem Begriff „Energie“	25	Windkraftanlagen mit vertikaler Drehachse	80
Definition „Energie“	25	Aufbau einer Windkraftanlage mit horizontaler Drehachse	81
Formen der Energie	26	Stromerzeugungsprozess zusammengefasst	83
Energiewandlungsketten	27	Kleinwindkraftanlagen	83
Maßeinheiten für Energie	28	<b>4.4 Alpha Ventus</b>	83
Wärme	29	<b>4.5 Ökonomie</b>	86
Leistung	29	Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) für Windenergie	86
<b>3 Sonnenenergie</b>	31	Wirtschaftlichkeitsrechnung	87
3.1 Solarthermische Kraftwerke	32	Onshore – Offshore im Vergleich	87
Parabolrinnenkraftwerke	32	<b>4.6 Marktanalyse</b>	91
Solarturmkraftwerke	34	<b>4.7 Fazit</b>	93
Dish-Stirling-Anlagen	36		

<b>5</b>	<b>Wasserkraft</b>	96	<b>7.4</b>	<b>Arten der Geothermie</b>	130
5.1	Entstehung der Wasserkräfte	97		Oberflächennahe Geothermie	130
5.2	Nutzung der Wasserkraft	98		Nutzung der Tiefengeothermie	132
	Aufbau und Bauformen von Wasserkraftanlagen/-werken	98		Kraftwerke ohne Sekundärkreislauf	134
	Bauteile	99	7.5	Ökonomie der Geothermie	136
5.3	Wasserkraftwerke	102		Kosten eines geothermischen Kraftwerkes	136
	Speicherwasserkraftwerke	103		Erlöse von geothermischen Kraftwerken	137
	Pumpspeicherkraftwerke	105		Wirtschaftlichkeit einer Geothermieanlage	137
	Gezeitenkraftwerke	106	7.6	Ökologie	138
	Strömungskraftwerke	106		Umweltauswirkungen während der Errichtung einer Anlage	138
5.4	Ökonomie und Ökologie	106		Umweltauswirkungen während des Betriebs einer Anlage	138
	Markt- und Umweltanalyse Deutschland	106		Umweltauswirkungen eines Störfalls	139
	Markt- und Umweltanalyse weltweit	109		Rückbau der Anlage	139
5.5	Fazit	111	7.7	Beispiel-The Geysers, USA	140
<b>6</b>	<b>Biomasse</b>	115	7.8	Fazit	141
6.1	Arten und Vorkommnisse von Biomasse	115	<b>8</b>	<b>Ausblick</b>	143
	Feste Bioenergieträger	116	8.1	Insel Samsö (Dänemark)	145
	Flüssige Bioenergieträger	117	8.2	Masdar-City (Vereinigte Arabische Emirate)	145
	Gasförmige Bioenergieträger	117	8.3	Kombikraftwerk Schmack (Deutschland)	148
6.2	Biomasse-Nutzung	117	<b>9</b>	<b>Fazit</b>	149
	Biomasse-Heisanlagen ohne Kraft-Wärme-Kopplung	117	<b>10</b>	<b>Anhang</b>	151
	Biomasse-Kraftwerke	118	10.1	Glossar	151
	Biomasse-Treibstoffe	118	10.2	Literatur- und Quellenverzeichnis	157
6.3	Ökonomie- und Ökologie	120	10.3	Abbildungsverzeichnis	174
	Markt- und Umweltanalyse Deutschland	120	10.4	Tabellenverzeichnis	177
	Markt- und Umweltanalyse weltweit	122	10.5	Kästen/Nützliches	178
6.4	Fazit	124	10.6	Abkürzungsverzeichnis	179
<b>7</b>	<b>Geothermie</b>	127	10.7	Stichwortverzeichnis	181
7.1	Aufbau der Erde	127	10.8	Einheitenverzeichnis	183
7.2	Potenzial der Tiefen- geothermie in Deutschland	128	10.9	Umrechnungstabelle	184
7.3	Geothermische Quellen	129			