

# Erneuerbare Energien

Von Prof. Dr. sc. nat. Alexander Wokaun  
Paul Scherrer Institut, Villigen



B. G. Teubner Stuttgart · Leipzig 1999

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Globaler Energieverbrauch</b>	<b>9</b>
1.1	Entwicklung der Weltbevölkerung	10
1.2	Spezifischer Energieverbrauch	10
1.3	Energieintensität und wirtschaftliche Entwicklung	12
1.4	Energieumwandlungsketten	13
1.5	Heutige Anteile der Primärenergieträger	14
1.6	Verfügbarkeit von Primärenergierohstoffen	16
1.7	Erneuerbare Energien	17
<b>2</b>	<b>Methodik für die Bewertung von Energiesystemen</b>	<b>19</b>
2.1	Verfügbarkeit, Potential, Wirtschaftlichkeit	19
2.2	Ökobilanzen und Analyse vollständiger Energieketten	26
<b>3</b>	<b>Energetische Verwertung von Biomasse</b>	<b>36</b>
3.1	Kohlenstoffreservoirs und Kohlenstoffkreislauf	36
3.2	Nutzbare Biomassepotential	37
3.3	Landwirtschaftliche Produktion von Energieträgern	41
3.4	Holzschnitzelfeuerung, Holzverbrennung	43
3.5	Holzvergasung	44
3.6	Biotreibstoffe	48
3.7	Biogas	55
3.8	Biologische Wasserstoffproduktion	56
<b>4</b>	<b>Sonnenenergie</b>	<b>58</b>
4.1	Sonnenkollektoren	58
4.2	Solarthermische Kraftwerke	64
4.3	Aufwindkraftwerke	70
4.4	Photovoltaik	71
4.5	Solarchemie	90
4.6	Photochemie	108

<b>8</b>	<b>Inhalt</b>	
<b>5</b>	<b>Windenergie</b>	<b>127</b>
5.1	Technik der Windnutzung	127
5.2	Anlagegrössen	131
5.3	Potential der Windenergie in der Schweiz	132
5.4	Weltweites Potential	134
5.5	Aufwind- und Fallwindkraftwerke	134
<b>6</b>	<b>Umweltwärme und Geothermie</b>	<b>141</b>
6.1	Wärmepumpen	141
6.2	Heissdampf- und Heisswasserquellen	144
6.3	Hot Dry Rock (HDR) - Verfahren	146
6.4	Potentialabschätzung	150
<b>7</b>	<b>Chemische Energiespeicherung</b>	<b>152</b>
7.1	Wasserstoffspeicherung	152
7.2	Bindung von CO <sub>2</sub>	165
<b>8</b>	<b>Auswirkungen der Energienutzung auf Atmosphäre und Klima</b>	<b>179</b>
8.1	Erfassung der Emissionen	179
8.2	Immissionen, Wirkung auf Ökosysteme	186
8.3	Externe Kosten	200
8.4	CO <sub>2</sub> -Emissionen und Klimaproblematik	206
<b>9</b>	<b>Ausblick</b>	<b>227</b>