

Karl-Heinz Müller

János Giber

ERNEUERBARE (ALTERNATIVE) ENERGIEN

Theoretische Potentiale, reale Zukunft der Energieversorgung

Unter der Mitwirkung von:

Ferenc Réti, Gábor Dobos und Nikolas Adrian Müller

Shaker Media
Aachen 2007

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG (PROGNOSEN, SZENARIEN)	1
1.1 Solarzellen	10
1.2 Windenergie.....	12
1.3 Biomasse-Energie.....	13
1.4 Geothermische Energie	16
1.5 Wärmeproduktion mittels erneuerbarer Energien.....	17
1.6 Problemstellung.....	18
1.7 Angaben zu Preisen und Kosten.....	18
2. SOLARENERGIE, ELEKTRISCHE ENERGIEPRODUKTION MIT SOLARZELLEN (PHOTOVOLTAIK, PV)	19
2.1 Globale Leistungsdichte (Intensität, I), Solarkonstante, Leistungsfluss bzw. Energiefluss der Sonnenstrahlung am obersten Rand der Stratosphäre	20
2.2 Gleichgewicht der globalen Strahlungsbilanz in dem Erde- Atmosphäre (E-A)-System	21
2.3 Lokale Leistungsdichte bzw. Energiedichte an der Erdoberfläche.....	23
2.4 Technische Grundlagen	29
2.5 Derzeitige und prognostizierte PV-Kapazitäten, - Kosten, - Programme.....	34
3. WINDENERGIE, WINDKRAFTWERKE	37
3.1 Abschätzung des globalen Windenergiepotentials.....	37
3.2 Mechanischer und elektrischer Wirkungsgrad einer Windkraftanlage (WKA)	39
3.3 Technische Probleme, Umweltfreundlichkeit bzw. Landschaftsverträglichkeit	49
3.4 Windkarten, örtliche Verteilung, installierte Kapazitäten.....	51
4. BIOMASSE, BIOMASSE-KRAFTWERKE	61
4.1 Photosynthese, deren CO ₂ -Verbrauch und die jährliche Biomasse-Produktion	62
4.2 Biomassegut der Erde, insbesondere das energetisch verwendbare Holzgut der Waldgebiete	65
4.3 Analyse von Biomassekraftwerken	67
4.4 Andere energetisch nutzbare Biomasse-Ressourcen.....	69
4.5 Warum ist die Biomasse (wieder) aktuell und wirtschaftlich geworden?.....	70

8. BRENNSTOFFZELLEN (BZ) AUF METHAN-(ERDGAS-, BIOGAS-) BASIS (KWK, DEA FÜR HAUSHALTE UND KLEINKRAFTWERKE)	129
8.1 Physikalisch-chemische bzw. technische Grundlagen der BZ-n (komplexe BZ-Systeme)	129
8.2 Probleme bei der industriellen Fertigung von Brennstoffzellen in konstruktiver, technischer und wirtschaftlicher Hinsicht	131
8.3 Beschreibung einiger wichtiger BZ-Systeme.....	135
8.3.1 Das MCFC (molten-carbonate) BZ-System.....	135
8.3.2 PEM-Brennstoffzellensysteme für den Haushalt	138
8.3.3 Das tubulare SOFC-HCP-Kleinkraftwerk (Siemens-Westinghouse)	143
9. WASSERSTOFFTECHNOLOGIE (WT), WASSERSTOFFWIRTSCHAFT	150
9.1 Begriff bzw. Definition	150
9.2 Industrielle Möglichkeiten zur Herstellung, Speicherung und zum Transport von Wasserstoff	152
9.2.1 Industrielle Produktion	152
9.2.2 Speichermöglichkeiten des Wasserstoffs	154
9.3 Wasserstoff als Energieträger.....	155
10. ALTERNATIVEN UND ZUKUNFT DER ENERGIEVERSORGUNG	157
10.1 Versorgungsgrad und Reserven der fossilen bzw. nuklearen Primärenergiearten.....	157
10.2 Geographische Verteilung der traditionellen Primärenergiereserven, Export – Import	159
10.3 Die Rolle der erneuerbaren Energiesorten in der Energieversorgung.....	161
10.4 Was ist in den nächsten 50 Jahren zu erwarten?	161
10.5 Fazit und Schlussfolgerung	163
ANLAGEN	165
A.1 Maßeinheiten, Umrechnungsfaktoren	166
A.2 Energiegehalt (<i>gross heat of combustion</i>) und Heizwerte (<i>net heat of combustion</i>) von einigen Stoffen	168
A.3 Primär- bzw. elektrischer Energieverbrauch; installierte elektrische Kapazitäten — weltweit.....	170
A.4 Energieproduktion der OECD- (EU28 ^x -) Länder.....	172

A.5 Elektrische Energie (<i>Produktion, Export, Import</i>)	173
A.6 Elektrische Energieproduktion durch fossile Energieträger .	174
A.7 Elektrische Energieproduktion auf nuklearer Basis	175
A.8 Elektrische Energieproduktion durch Wasserkraftwerke.....	177
A.9 Kohleproduktion, Export, Import.....	178
A.10 Die größten Kohlereserven.....	179
A.11 Erdölproduktion, Nettoexport, Nettoimport.....	180
A.12 Die größten Erdölreserven.....	181
A.13 Erdgasproduktion, Nettoexport, Nettoimport.....	182
A.14 Die größten Ergasreserven.....	183
A.15 Die größten Uranreserven.....	184
A.16 Benzin- und Dieserverbrauch / Jahr.....	185
A.17 Abkürzungen	187
ALLGEMEINE LITERATUR.....	188