

# Inhalt

	Seite
<b>Geleitwort</b> . . . . .	9
<b>Kapitel 1: Untersuchung, Diagnose und mittelfristiger Gesundungsplan einer kranken Energiewirtschaft</b> . . . . .	13
Geringer Umwandlungswirkungsgrad als Hauptquelle der Verschwendung. . . . .	13
Kühlwassermangel begrenzt Neubau von Kraftwerken nahe Ballungszentren . . . . .	20
CO <sub>2</sub> -Überschwemmung der Atmosphäre droht mit tragischer Klimaverschlechterung . . . . .	22
Langstrecken-Energietransport durch Druckgasleitungen bis achtmal billiger als durch elektrische Leitungen . . . . .	28
Zahlreiche neue technisch-wirtschaftliche Möglichkeiten einer H <sub>2</sub> -Wirtschaft. . . . .	32
Konkrete Struktur einer Wasserstoff-Wirtschaft . . . . .	34
Mittelfristiger Übergang von einer H <sub>2</sub> - zu einer Sonnen-H <sub>2</sub> -Wirtschaft als stabiler Ordnung nach bisherigem Krisenmanagement . . . . .	36
Schlußfolgerungen . . . . .	40
<b>Kapitel 2: Die Wasserstoff-Wirtschaft</b> . . . . .	43
Die Komponenten des Bankrotts . . . . .	43
Das Medium der zukünftigen Energie . . . . .	45
Die Wasserstoff-Wirtschaft . . . . .	47
Wasserstoff contra Erdgas . . . . .	48
Konsequenzen einer Wasserstoff-Wirtschaft . . . . .	49
Ursprung des Konzepts einer Wasserstoff-Wirtschaft . . . . .	50
<b>Kapitel 3: Die für Forschung, Entwicklung und Aufbau einer neuen Energiebasis verfügbare Zeit</b> . . . . .	59
Die Erschöpfung der Brennstoffe . . . . .	59
Energie und Lebensstandard . . . . .	62
Die Verfügbarkeit von verschiedenen Energiequellen . . . . .	65
Wasserfall-Elektrizität . . . . .	65
Gezeitenenergie . . . . .	65
Geothermische Quellen und Erdwärme . . . . .	66
Windkraft . . . . .	66
Sonnen-Energie . . . . .	66
Der Termin der Erschöpfung der Weltvorräte an fossilen Brennstoffen . . . . .	67
Mathematische Möglichkeiten für die Voraussage eines Quellentermins . . . . .	70
Die Abschätzung der Erschöpfung einer Brennstoff-Lieferung . . . . .	70
Die Zeitspanne für die Verwirklichung einer technologischen Veränderung . . . . .	72
Grenzen des Wachstums . . . . .	73
Wird es genügend Kernbrennstoff geben? . . . . .	74
Werden die schnellen Brüder die Hoffnungen erfüllen? . . . . .	75
Wohin mit der Abwäme? . . . . .	76
Atomruinen bewachen oder Abwracken? . . . . .	77
Bleibt Kernkraft billiger? . . . . .	77
Der Zeitbedarf für den Aufbau einer reinen Atomwirtschaft . . . . .	80
Eine reine Atomenergie-Wirtschaft bedarf der Ergänzung durch H <sub>2</sub> -Wirtschaft . . . . .	80

Die Politisierung der Kernenergie. Das neue Energieprogramm der Regierung . . . . .	81
Schlußfolgerungen über Kernspaltungsenergie. Die 7 Empfehlungen des Ford-Foundation-Berichtes an die US-Regierung . . . . .	82
Die kontrollierte Kernfusion* . . . . .	83
Zusammenfassung und Ausblick . . . . .	88
<b>Kapitel 4: Energie-Umwandlung . . . . .</b>	<b>91</b>
Energie-Umwandlung statt Energie-Erzeugung . . . . .	91
Direkte und indirekte Energie-Umwandlungen. E.D.U.-Matrix. Zweiter Hauptsatz	92
Ausgewählte Beispiele von E.D.U-Effekten . . . . .	99
Umwandlung (Konfektionierung) von Windkraft . . . . .	100
Photovoltaische Stromerzeugung aus Sonnenlicht durch Sperrschichtzellen. . . .	105
Thermoelektrische Stromerzeugung durch Seebeck-Effekt . . . . .	107
Erzeugung von Wasserstoff durch photochemische Zersetzung von Wasser (Photolyse) in pflanzlichen Organismen** . . . . .	115
Erzeugung von Wasserstoff durch photochemische Zersetzung von Wasser (Photolyse) mittels monomolekularer Schichtverbände*** . . . . .	125
<b>Kapitel 5: Sonnen-Energie. Grundsätzliche Überlegungen. . .</b>	<b>133</b>
Leistung und Struktur der auf die Erde einfallenden Sonnenstrahlung . . . . .	133
Bevölkerungszahl und Lebensstandard – Steigerung nur durch Sonnenenergie . .	141
Benutzung von Sonnen-Energie in kleinem Maßstab . . . . .	141
Solare Wasserentsalzung und -absorption . . . . .	146
Verschiedene Möglichkeiten der Sammlung und Umwandlung von Sonnenenergie	147
Grundlagen der Nutzung solar erzeugter ozeanischer Temperaturgradienten . . .	157
Grundlegende Eigenschaften der Silizium-Sperrschichtzellen . . . . .	161
Grundlagen der Windenergie . . . . .	172
Zusammenfassung der Schemata für die Sonnenenergie-Umwandlung . . . . .	172
<b>Kapitel 6: Sonnen-Energie: Entwicklung in Richtung Technik</b>	<b>173</b>
Technologische Probleme der Preissenkung für terrestrische Si-Solarzellen . . . .	173
Beschreibung eines Si-Gießprozesses . . . . .	180
Langlebige Hetero-Junction-Dünnschicht-Solarzellen aus CdS-Cu <sub>2-x</sub> S . . . . .	186
Betriebslebensdauer von CdS-Zellen . . . . .	186
Herstellungsverfahren für Dünnschicht-Solarzellen aus CdS-Cu <sub>2-x</sub> S . . . . .	188
Solarthermische Kraftwerke mit optischen Konzentratoren . . . . .	193
Das 1 MW <sub>eI</sub> solarelektrische Wärmekraftwerk mit Zentralturm der EWG . . . . .	195
Die 400 kW <sub>th</sub> -Hochtemperatur-Solar-Versuchsanlage des Georgia Tech in Atlanta USA . . . . .	201
Solkraftanlagen in den USA . . . . .	203
Geplante Solarkraftwerke für höhere Leistungen in den USA . . . . .	204
Die Möglichkeit der Einsammlung von Sonnenenergie durch Satellitenplattformen (SSPS)**** . . . . .	207
<b>Kapitel 7: Methoden für die Überführung von Energie auf große Entfernungen . . . . .</b>	<b>213</b>
Direkte elektrische Überführung . . . . .	214

\* Verfasser: Dr. habil. Werner Heiland, München-Garching, MPG

\*\* Verfasser: Prof. Dr. Engelbert Broda, Wien, Universität

\*\*\* Verfasser: Prof. Dr. Hans Kuhn, Göttingen, MPG

\*\*\*\* Nach Unterlagen von P. Gläser, A. D. Little & Co, Boston, Mass.

Übertragung durch gerichtete Mikrowellenstrahlung . . . . .	216
Übertragung durch Wasserstoff . . . . .	216
Unterschiede von für Erdgas oder für H <sub>2</sub> ausgelegten Druckgasrohrnetzen . . . . .	218
Bereits betriebene H <sub>2</sub> -Rohr-Leitungsnetze* . . . . .	223
Investitions- und Betriebskosten einer H <sub>2</sub> -Transport- und Speicherröhre** . . . . .	226
Können die vorhandenen CH <sub>4</sub> -Rohrleitungen für H <sub>2</sub> eingesetzt werden?*** . . . . .	233
Verteilung von Druck-H <sub>2</sub> in transportablen Stahlbehältern . . . . .	233
Benutzung von Metallhydriden zum Transport von H <sub>2</sub> . . . . .	237
Energie-Speicherung und -Übertragung mit Flüssig- und Matsch-H <sub>2</sub> . . . . .	237
Schlußfolgerungen . . . . .	239
<b>Kapitel 8: Die Erzeugung von Wasserstoff aus Wasser im großen Maßstab****</b> . . . . .	241
Thermodynamik der Wasserzersetzung . . . . .	242
Aufbau von technischen Wasserelektrolyseuren . . . . .	245
Verbesserungsmöglichkeiten und neuartige Elektrolyse-Verfahren . . . . .	251
Die ELOFLUX-Wasserelektrolyse-Zelle . . . . .	257
Thermochemische Kreisprozesse . . . . .	264
Schlußfolgerungen . . . . .	266
<b>Kapitel 9: Die Speicherung von Wasserstoff*****</b> . . . . .	267
Thermische Energiespeicherung . . . . .	267
Elektrochemische Energiespeicherung . . . . .	270
Supraleitende Magnete . . . . .	270
Energiespeicherung mit Schwungrädern . . . . .	270
Speicherung von Wasserstoff . . . . .	271
Speicherung von gasförmigem Wasserstoff . . . . .	271
Speicherung von tiefkaltem Wasserstoff . . . . .	273
Physikalisch oder chemisch gebundener Wasserstoff . . . . .	281
Schlußfolgerungen . . . . .	288
<b>Kapitel 10: Sicherheitsaspekte</b> . . . . .	289
Sicherheits-Richtlinien für Wasserstoffanlagen . . . . .	293
<b>Kapitel 11: Wege der Umwandlung und Nutzung von Wasserstoff*****</b> . . . . .	297
Der chemische Konverter . . . . .	298
Andere Verbrennungsmaschinen . . . . .	300
Dampfturbinen mit Zweistoff-System H <sub>2</sub> O/NH <sub>3</sub> . . . . .	300
Hochreversible Verstromung von H <sub>2</sub> mittels H <sub>2</sub> O. Brennstoffzellen . . . . .	302
Schematischer Aufbau einer H <sub>2</sub> -O <sub>2</sub> -Brennstoffzelle . . . . .	303
Alkalische Niedertemperatur-Brennstoffzellen mit Raney-Katalysatoren . . . . .	306
Mitteltemperatur-Brennstoffzellen mit Phosphorsäure-Elektrolyt . . . . .	310
Schlußfolgerungen . . . . .	315

---

\* Nach Unterlagen von Chr. Isting und B. Thier, CWH, Hüls  
\*\* Nach Unterlagen von K. Baumgärtner und R. Kipker, Messer-Griesheim GmbH, Düsseldorf  
\*\*\* Nach Unterlagen v. R. Kipker, Messer-Griesheim GmbH, Gasabteilung, Düsseldorf  
\*\*\*\* Verfasser: P. Brennecke, Braunschweig, TU  
\*\*\*\*\* Verfasser: H. H. Ewe, H.-J. Selbach, Braunschweig, TU  
\*\*\*\*\* Verfasser: Prof. Dr. habil. H. H. Ewe, Braunschweig, TU

<b>Kapitel 12: Folgerungen aus der Verfügbarkeit enormer Mengen von Wasserstoff</b> . . . . .	317
Metallurgie . . . . .	317
Eisen-Metallurgie . . . . .	317
Andere metallurgische Prozesse . . . . .	321
Andere industrielle Anwendungen . . . . .	321
Verkehr auf Schiene und Straße . . . . .	323
Wasserstoff als zukünftiger Treibstoff im Luftverkehr . . . . .	324
Wasserstoff im Haushalt . . . . .	325
Weitere Bemerkungen über die häusliche Energieversorgung . . . . .	326
Erzeugung elektrischer Energie aufgeschlüsselt . . . . .	327
Elektrische Energie-Speicherung . . . . .	329
Wasserstoff für Lebensmittelherstellung . . . . .	329
Fäkalien und Müll . . . . .	330
Der Preis des Wasserstoffs . . . . .	330
Einführung in die Anwendung von Sauerstoff . . . . .	331
Anwendungsmöglichkeiten von O <sub>2</sub> . . . . .	331
Umkehrung der Pollution . . . . .	332
Müll und Abfälle . . . . .	333
Weitere Anwendungen . . . . .	333
<b>Kapitel 13: Transportwesen</b> . . . . .	335
Straßen-Kraftverkehr mit Wasserstoff als Treibstoff . . . . .	335
Geschichte des auf Wasserstoff gegründeten Transportwesens . . . . .	339
Die USA-Grenzwerte für Luftverunreinigung und die Wasserstoff-Automobile . . . . .	342
Der gegenwärtige Wasserstoff-Motor für Automobile . . . . .	344
Sicherheit . . . . .	344
Der Preis des Flüssigwasserstoffs („LH2“) . . . . .	348
Schlußfolgerungen über den Betrieb von Straßenfahrzeugen mit H <sub>2</sub> als Treibstoff . . . . .	351
Vorzüge des Wasserstoffs als Treibstoff für Flugzeuge . . . . .	351
Hyperschall-Flugzeuge . . . . .	354
Kühlung des Flugzeug-Gerippes . . . . .	355
Kostenvorausschätzungen . . . . .	357
Bereits vorliegende Erfahrungen über Flugtransport mit H <sub>2</sub> -Antrieb . . . . .	358
Negative Aspekte des Übergangs von Benzin zu H <sub>2</sub> als Flugzeug-Treibstoff . . . . .	359
Mögliche Neuentwürfe für Überschall- und Hyperschalltransport . . . . .	361
<b>Kapitel 14: Umweltprobleme</b> . . . . .	363
Rohstoffvorräte und Wasserstoff-Wirtschaft . . . . .	363
Einwirkungen auf die Umwelt . . . . .	365
Allgemeine Diskussion . . . . .	367
Zusammenfassung über die Umwelteinflüsse einer H <sub>2</sub> -Wirtschaft . . . . .	368
<b>Anmerkungen zu Kapitel 1–14</b> . . . . .	371
<b>Suchwörterverzeichnis</b> . . . . .	393