

J. Nitsch · J. Luther

Energieversorgung der Zukunft

Rationelle Energienutzung
und erneuerbare Quellen

Mit 38 Abbildungen und 37 Tabellen

Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York
London Paris Tokyo Hong Kong 1990

Dr.-Ing. Joachim Nitsch

Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt,
Studiengruppe Energiesysteme, Stuttgart

Dr. rer. nat. Joachim Luther

Professor, Universität Oldenburg, Arbeitsgruppe Physik regenerativer
Energiequellen, Oldenburg

ISBN-13:978-3-540-51753-5

e-ISBN-13:978-3-642-93446-9

DOI: 10.1007/978-3-642-93446-9

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek
Nitsch, Joachim: Energieversorgung der Zukunft
Joachim Nitsch; Joachim Luther
Berlin; Heidelberg; New York;
London; Paris; Tokyo; Hong Kong : Springer 1990
ISBN-13:978-3-540-51753-5

NE: Luther, Joachim

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der Fassung vom 24. Juni 1985 zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1990
Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1990

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buch berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

Satz: H. Hagedorn, Berlin

Vorwort

Sonnenenergie ist unser aller Lebensgrundlage. Die Menschheit ist zwar in der Lage, die Sonnenenergieserresoire, welche in Millionen Jahren in Form fossiler Energieträger gefüllt wurden, in wenigen Jahrzehnten zu leeren; die Sonne selbst „abzuernten“, haben wir jedoch noch nicht ernsthaft begonnen. Erst seit rund 15 Jahren werden die Technologien zur Nutzung von Sonne, Wind und Biomasse in Europa systematisch untersucht, erforscht und entwickelt. Heute bezweifeln nur noch wenige, daß die technologischen Möglichkeiten, erneuerbare Energiequellen in nützliche Energieträger wie Strom, Wärme, Treib- und Brennstoffe zu überführen, bestehen. Es wird jedoch im allgemeinen ihre „Wirtschaftlichkeit“ in naher und mittlerer Zukunft bestritten.

Auch über ihre Potentiale gibt es sehr unterschiedliche Vorstellungen, zumal zahlreiche Angaben aus wissenschaftlichen Gutachten und Studien oft nur verkürzt und ohne Nennung der zahlreichen Annahmen wiedergegeben werden. Ähnliches gilt für viele Technologien der rationellen Energienutzung, wenn auch zugestanden wird, daß sie deutlich näher an der Wirtschaftlichkeitsschwelle liegen und in vielen Fällen lediglich Hemmnisse politischer, struktureller und energiewirtschaftlicher Art ihren Einsatz verhindern oder verlangsamen.

Das vorliegende Buch versucht, einen Beitrag zur Klärung dieser Fragen zu liefern. Es stellt – am Beispiel der Bundesrepublik Deutschland – eine aktuelle Bilanz der Möglichkeiten rationeller Energienutzung und erneuerbarer Energiequellen für ein mitteleuropäisches Industrieland dar.

Die Titelgrafik stellt die zeitlichen Etappen dar, in denen der Umbau unserer Energiewirtschaft vorgenommen werden kann: Die gegenwärtig dominierenden fossilen Energien (F) werden schrittweise zurückgedrängt. Auf die Kernenergie (K) kann bis zum Jahr 2020 verzichtet werden. Erreicht wird dies durch beträchtliche Energieeinsparungen (E) innerhalb dieses Zeitraumes und durch die Erschließung solarer Energiequellen (S).

Den Autoren kam es darauf an zu zeigen, was die Sonne auf der Basis eines intelligenten und sparsamen Umgangs mit Energie leisten kann,

wenn man sich ihrer energiepolitisch und energiewirtschaftlich beherzt und kreativ annimmt. Sie stellen eine Reihe technisch „realistischer“ Szenarien einer zukünftigen Energieversorgung dar und diskutieren an deren Ergebnissen die notwendigen Veränderungen und Entwicklungen, die teilweise bereits heute einsetzen müssen, wenn innerhalb einiger Jahrzehnte die Basis unserer Energieversorgung zu erneuerbaren Energiequellen hin verschoben werden soll. Diese Szenarien sind sicherlich auch deshalb nützlich, weil sie mögliche Reaktionen auf die durch unser gegenwärtiges Energieversorgungssystem hervorgerufene CO₂-Problematik aufzeigen. Ein weiterer Abschnitt über die Kosten der Nutzung erneuerbarer Energiequellen und ihre zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten schließt sich an. Abgerundet werden die Ausführungen durch Überlegungen zur volkswirtschaftlichen Bewertung der Solarenergie.

Wissenschaftliche Gutachten, Studien und Projekte, an denen die Autoren beteiligt waren, Modellrechnungen und Experimente der jeweiligen Arbeitsgruppen in Stuttgart und Oldenburg bilden die Grundlage der Arbeit. Weitere zahlreiche einschlägige Untersuchungen und die aktuelle Diskussion über die drohende globale Klimaveränderung lieferten weiteres Material.

Wertvolle Anregungen ergaben die Diskussionen im Arbeitskreis „Energie“ der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. Besonders interessante Ideen steuerte Professor Dr. C.-J. Winter. Zu großem Dank verpflichtet sind die Autoren ihren Mitarbeitern Dr. H. Klaiß, J. Meyer und M. Nast in Stuttgart sowie in Oldenburg für zahlreiche Einzelbeiträge und Diskussionen. Den Sekretärinnen Ch. Bührig-Herholz, M. Bauer und G. Winthuis sei für die rasche Anfertigung des Manuskripts gedankt. Ebenso danken wir dem Springer-Verlag, daß er bereit war, dem wichtigen Thema Energie ein weiteres Buch in seinem angesehenen Verlagsprogramm zu widmen.

Stuttgart und Oldenburg, im Dezember 1989

J. Nitsch · J. Luther

Inhalt

1	Einleitung	1
2	Der Beitrag rationeller Energieverwendung zur Entlastung der zukünftigen Energieversorgung	6
2.1	Bedeutung rationeller Energieverwendung	6
2.2	Bisherige Erfolge rationeller Energieverwendung und Struktur der Energienachfrage in der Bundesrepublik Deutschland ...	9
2.3	Zukünftige Möglichkeiten rationeller Energienutzung	15
2.4	Szenarien des zukünftigen Energieverbrauchs in der Bundesrepublik Deutschland	23
3	Zukünftiger Beitrag erneuerbarer Energiequellen zur Energieversorgung der Bundesrepublik Deutschland	34
3.1	Ausgangssituation	34
3.2	Prinzip der Potentialermittlung für mitteleuropäische Länder — Fallbeispiel Bundesrepublik Deutschland	35
3.3	Solarthermische Kollektoranlagen auf Gebäudedächern ...	38
3.4	Energetische Nutzung von Abfallbiomassen und Müll	43
3.5	Nutzung der Wasserkraft	46
3.6	Lokale Nutzung der Windenergie	47
3.7	Lokale Photovoltaikanlagen im netzgekoppelten Betrieb ...	52
3.8	Gesamtpotential lokaler Energieerzeugung mittels erneuerbarer Energiequellen	52
3.9	Optionen für eine großflächige Nutzung erneuerbarer Energiequellen	57

4	Einspeisung fluktuierender Energie aus Solar- und Windenergiekonversion in elektrische Verbundnetze	62
5	Solarer Wasserstoff als Energiespeicher und Endenergieträger	73
5.1	Speichersysteme für elektrische Energie aus Solar- und Windenergiequellen	73
5.2	Wasserstoff als Endenergieträger	75
6	Kurz- und mittelfristige Ausbaumöglichkeiten erneuerbarer Energiequellen	77
6.1	Der Zeitraum bis 2000	77
6.2	Der Zeitraum von 2000 bis etwa 2020	78
7	Langfristige Nutzungsmöglichkeiten erneuerbarer Energiequellen bei starker Reduktion fossiler Energieträger und Verzicht auf Kernenergie (Zeitraum bis etwa 2050)	81
7.1	Szenario III,1: Umfassende Nutzung lokaler erneuerbarer Energiequellen	84
7.2	Szenario III,2: Deutliche Nutzung lokaler regenerativer Energiequellen und Import von Solarwasserstoff zur Elektrizitätsbereitstellung	86
7.3	Szenario III,3: Eingeschränkte Nutzung lokaler erneuerbarer Energiequellen und Import von Solarwasserstoff zur Elektrizitäts- und Wärmebereitstellung	87
7.4	Szenario II,1: Deutliche Nutzung lokaler regenerativer Energiequellen und Import von Solarwasserstoff zur Elektrizitätserzeugung bei relativ höherer Stromnachfrage ..	88
7.5	Szenario I,1: Umfassende Nutzung lokaler erneuerbarer Energiequellen und Import von Solarwasserstoff bei deutlich höherer Endenergienachfrage	89
7.6	Vergleich und Bewertung der Szenarien; Perspektiven	89
8	Die Kosten der Nutzung erneuerbarer Energiequellen	95
8.1	Kostenreduktion durch Technologieentwicklung und Markteinführung	95
8.2	Investitions- und Energiegestehungskosten einiger Solartechnologien	97

8.3 Die Vergütung für Elektrizität aus Solaranlagen	111
9 Volkswirtschaftliche Bewertung der Sonnenenergie	113
10 „Solarindustrie“ als Wirtschaftsfaktor	119
10.1 Modellfall Windenergie	119
10.2 Solarkollektoren	122
10.3 Ausblick	123
11 Zur öffentlichen Förderung erneuerbarer Energiequellen	125
Literatur	128
Sachverzeichnis	133