

Optische Technologien zur Nutzung von Sonnenenergie

Wolf-Dieter Prenzel*

Einleitung

Intensiviert von steigendem Bedarf an Energie und der damit verbundenen Kostenentwicklung werden insbesondere seit den achtziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts vielfältige Anstrengungen zur Nutzung von Sonnenenergie unternommen.

Dabei steht die direkte Gewinnung solarer Wärme (Solarthermie) sowie solarem Strom (Photovoltaik) neben verschiedenen anderen indirekten Nutzungsarten im Vordergrund.

Energiesituation

Die globale Energiesituation ist gekennzeichnet von einem drastischen Anstieg des Verbrauches bei gleichzeitiger Begrenzung der natürlichen Ressourcen an fossilen Brennstoffen. Dabei zwingen die immer bedeutsamer werdenden Umwelt- und Klimaauswirkungen zu einer Reduzierung des Ausstoßes von Kohlendioxyd. Zusätzlich unterliegt die Verfügbarkeit von Energieträgern wie Erdöl und Erdgas politisch motivierten Verteilungskämpfen und Börsenspekulationen.

Bei der Suche nach alternativen Energiequellen besitzt die Kernenergie international nach wie vor den höchsten Stellenwert. Ihre Grenzen ergeben sich unter sicherheitsrelevanten Gesichtspunkten vor allem aus gegenwärtiger Betriebssicherheit und zukünftiger Lagerung der radioaktiv verseuchten Rückstände. Anderer-

* Dr. Wolf-Dieter Prenzel, Optik-Labor 02826 Görlitz

seits setzt auch hier die Verfügbarkeit des Energieträgers Uran für die thermonukleare Nutzung (Kernspaltung) natürliche Grenzen.

Die Forschungen mit dem Ziel einer zukünftigen Nutzung der Kernfusion prognostizieren derzeit Netzeinspeisungen frühestens ab 2035.

Insbesondere vor dem Hintergrund einer sich vor allem in Deutschland kultivierten Gegnerschaft zur Atomkraft mit ihren vorhandenen und letztlich nicht vollständig zu beherrschenden Risiken gewinnt die sogenannte erneuerbare oder regenerative Energiegewinnung zunehmend an Bedeutung.

In Bild 1a ist der Weltenergieverbrauch, in Bild 1b die derzeitige Primärenergieverteilung (Gesamtenergieträgermix) in Deutschland dargestellt.

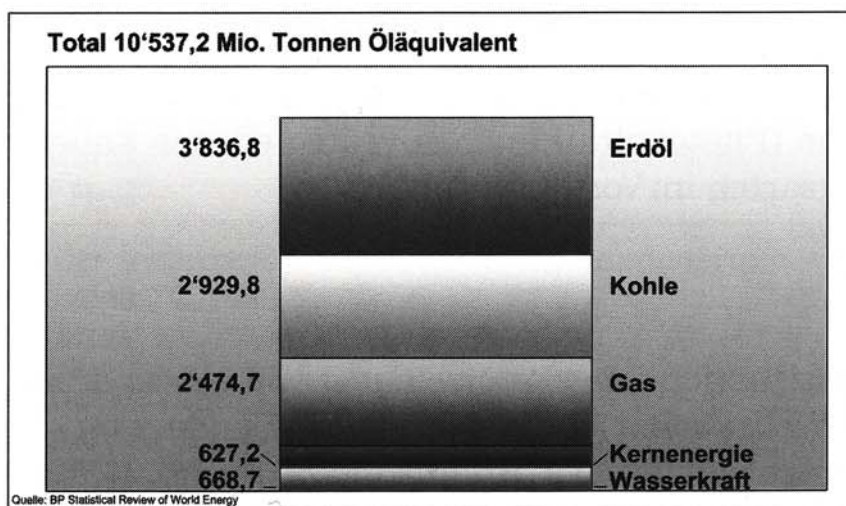


Bild 1a.
Weltenergieverbrauch 2005

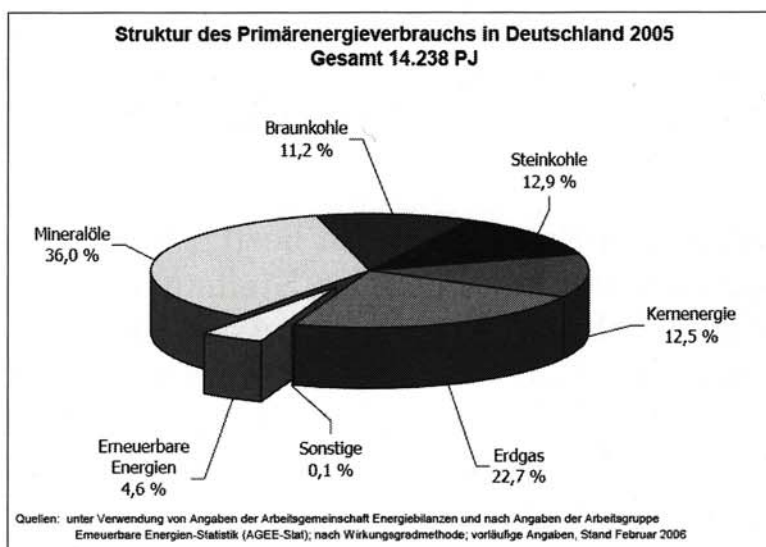


Bild 1b. Primärenergieverteilung in Deutschland 2005

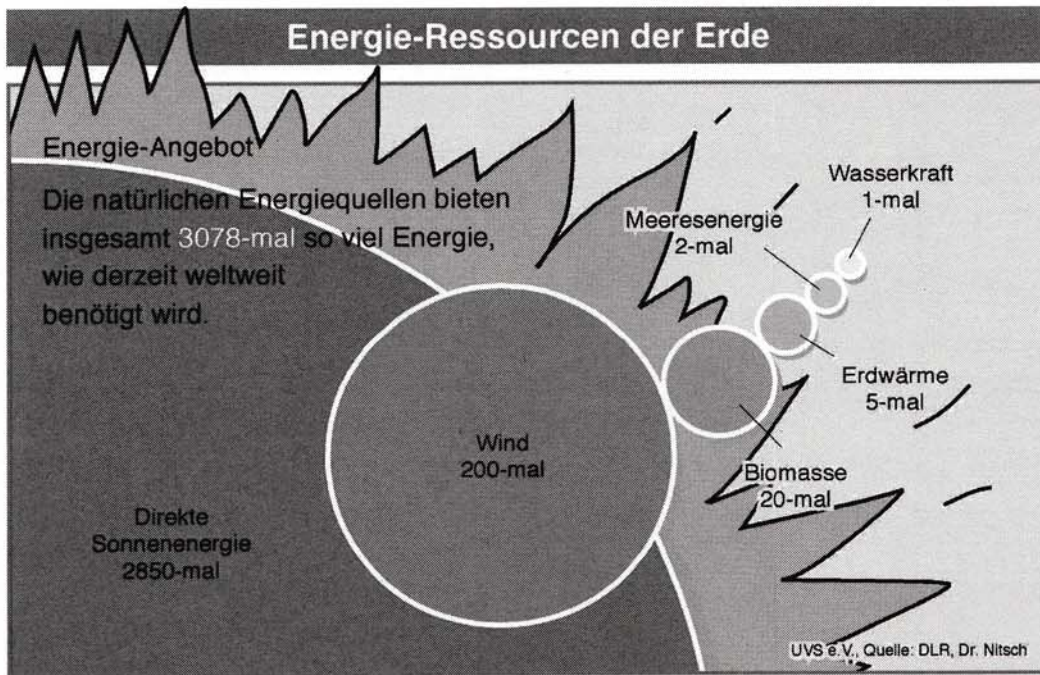


Bild 2. Energieresourcen der Erde

Die Bilder 2 und 3 zeigen die globalen Energieresourcen sowie die prognostizierte Entwicklung des weltweiten Energiemixes bis zum Jahr 2100.

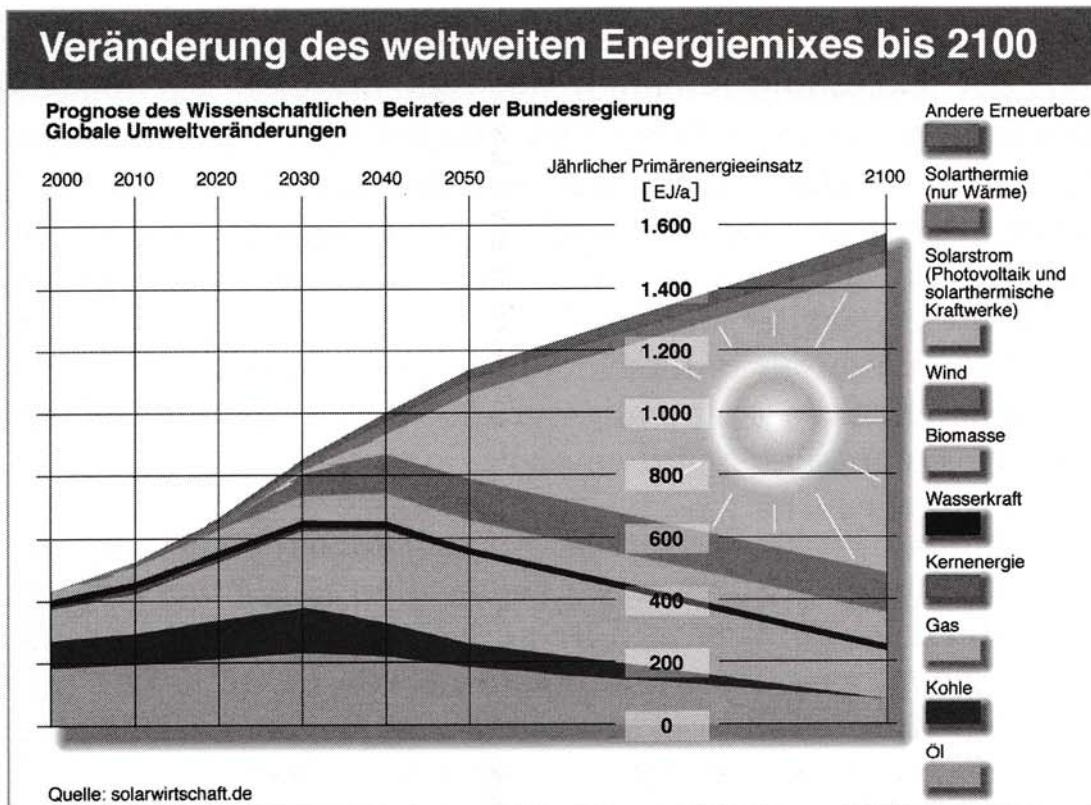


Bild 3. Veränderung des weltweiten Energiemixes bis 2100

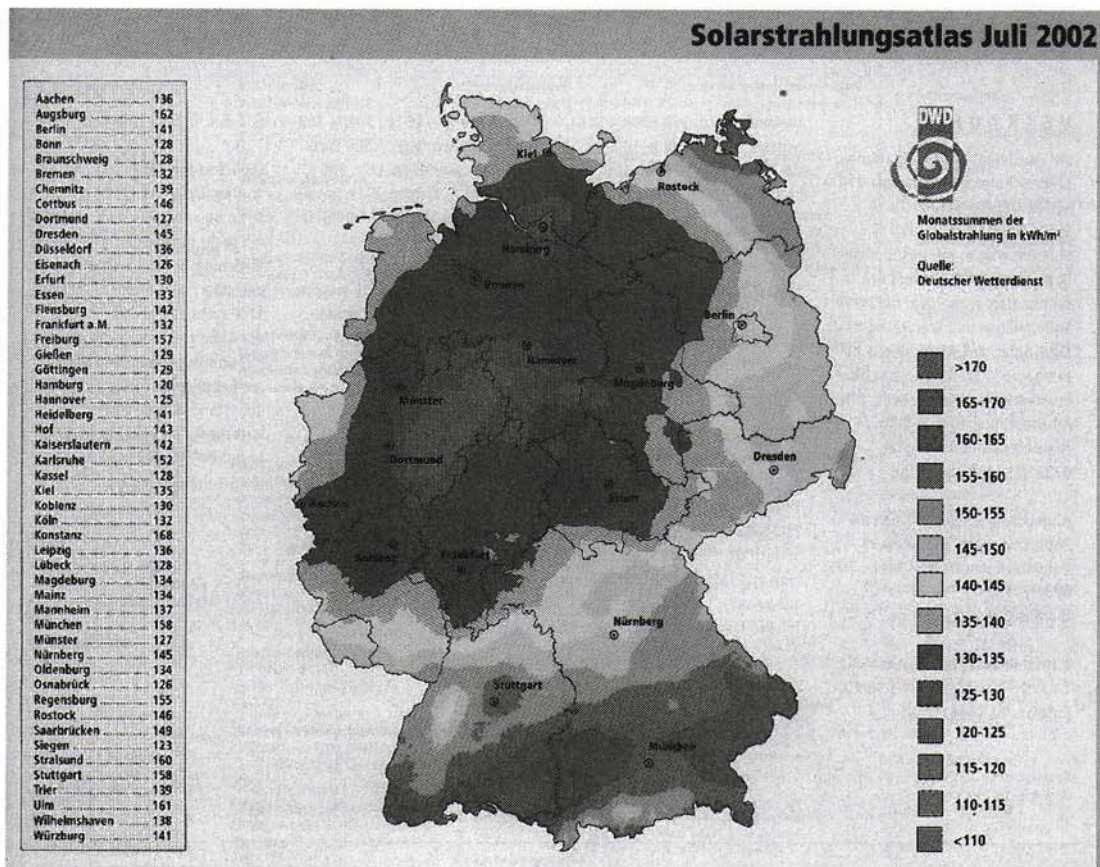


Bild 4. Solarstrahlungsatlas für Deutschland,
Quelle : Deutscher Wetterdienst

Neben der Nutzung tatsächlich „nachwachsender“ Energieträger (Biomasse), Erdwärme, Wind-und Wasserkraft liegt das höchste Potenzial in der durch die Sonneneinstrahlung global ständig angebotenen Energie. Die insgesamt zur Verfügung stehende Leistung liegt mit ca. $1,8 \times 10^{17}$ Watt weit über dem derzeitigen Gesamtenergiebedarf der Menschheit. Einschränkungen ergeben sich aber einerseits durch unterschiedliche geografische und klimatische Gegebenheiten sowie andererseits durch die zur Verfügung stehenden Technologien und deren Wirkungsgrade..

Auf Grundlage dieser Prämissen läßt sich auch die Perspektive für die solare Energiegewinnung in Deutschland ableiten. Bei einem Sonnenstand im Zenit wird durch die Gesamtstrahlung auf horizontaler Ebene eine Bestrahlungsstärke von ca. $1100 \text{ W} / \text{m}^2$ erreicht, die mittlere Jahreseinstrahlung liegt bei ca. 1.100 Kwh/m^2 . Die Bilder 4 und 5 zeigen den vom Deutschen Wetterdienst herausgegebenen Solarstrahlungsatlas für den Monat Juli 2006 sowie die Verteilung der jährlichen Sonnenscheinstunden. Analysiert man

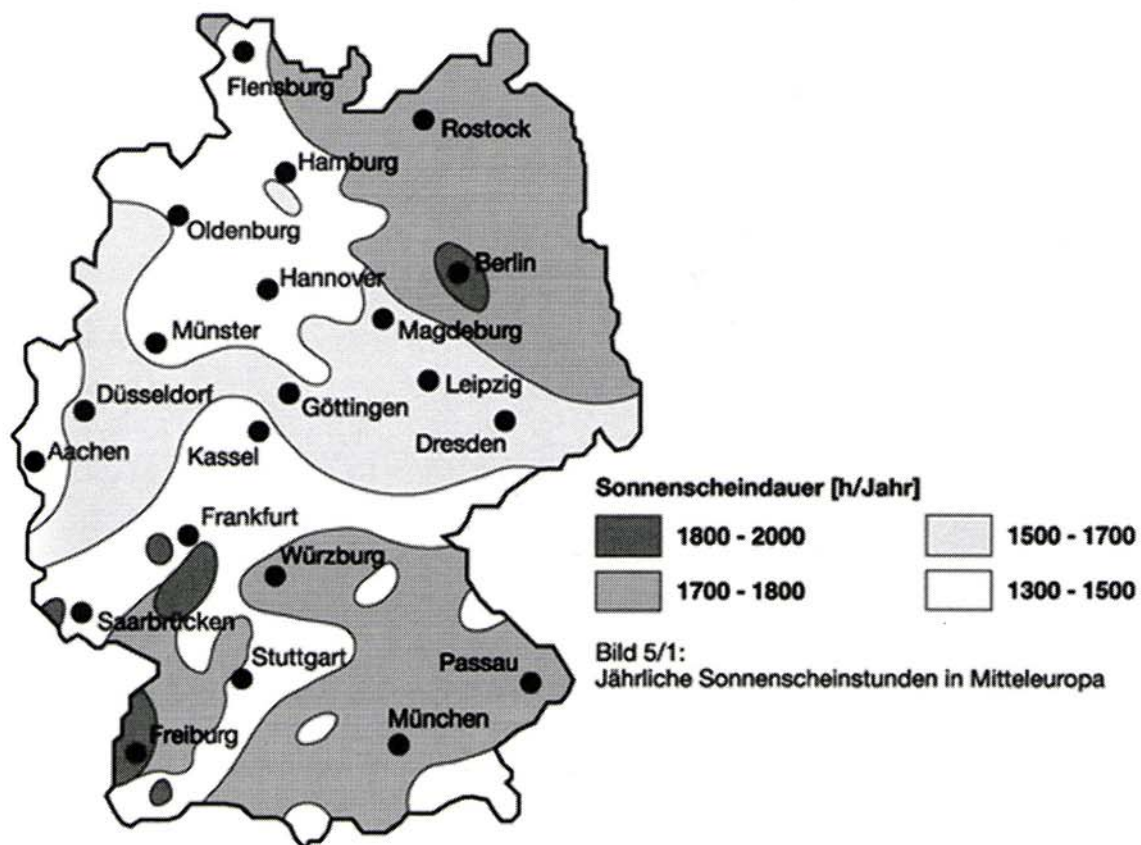


Bild 5. Jährliche Sonnenscheindauer in Deutschland

die natürlichen Gegebenheiten an zur Verfügung stehender Sonneneinstrahlung sowie den derzeitigen technischen Nutzungsgrad, wird schnell deutlich, daß die Verbesserung des Wirkungsgrades ein Kampf um Prozente und Promille ist - allemal lohnende Bemühungen bei Berücksichtigung der Gesamtkosten

Eine erhebliche Bedeutung bei der Verbesserung von Wirkungsgrad und Kosteneffizienz kommt dabei den optischen Technologien zu.

Mit Hilfe solarer Energiesysteme wird Sonnenenergie in Form elektromagnetischer Strahlung direkt in thermische, elektrische oder chemische Energie umgewandelt. Optische Technologien werden dabei zur Absorption, Transmission, Reflektion und Konzentration benötigt und eingesetzt.

Thermische Nutzung von Sonnenenergie

Die thermische Nutzung der Sonnenenergie beruht auf dem Effekt der Strahlungsabsorption. Je nach Absorptionsvermögen einer von



Bild 6. Solarthermischer Flachkollektoraufbau zur Heizungssanierung in Berlin-Reinickendorf, Quelle : Bundesverband Solarwirtschaft / Upmann

Sonnenlicht bestrahlten Oberfläche erfolgt deren Erwärmung, zur Ableitung und Nutzung der absorbierten Wärme werden Wärmeträgerflüssigkeiten eingesetzt. Diese Grundfunktion wird von Sonnenkollektoren unterschiedlicher Bauart wahrgenommen. Die zur Zeit verbreiteten Bauarten von Sonnenkollektoren können in Abhängigkeit von ihrer Leistungsfähigkeit in Flachkollektoren und Vakuumröhrenkollektoren unterteilt werden. Mit Hilfe zusätzlicher optischer Elemente können weitere Bauformen thermischer Kollektoren abgeleitet werden. Verwendung finden vor allem Reflektoren, ausgebildet als konkave oder lineare Spiegel sowie konzentrische und lineare Fresnellinsen.

Bild 6 zeigt einen Aufbau von Flachkollektoren zur Heizungsunterstützung. Entscheidend für den Wirkungsgrad ist vor allem der Absorptionsgrad der Oberfläche. Eine hohe Absorption kann zum Beispiel durch selektiv wirkende Schwarzchromschichten oder spezielle, im Hochvakuum aufgedampfte Absorberschichten erzielt werden. Die Fortschritte bei den Fügetechnologien, insbesondere der Laserschweißtechnik führten in jüngster Zeit auch zum Einsatz von selektiv beschichteten Aluminiumoberflächen, die mit gut leitenden Kupferrohren als Fluidkanäle verbunden sind. Die