

**Zeitschrift:** Wechselwirkung : Technik Naturwissenschaft Gesellschaft  
**Herausgeber:** Wechselwirkung  
**Band:** 8 (1986)  
**Heft:** 30

**Artikel:** Solarenergie : Abschied von einem teuren Traum?  
**Autor:** Beyer, Hans Georg / Gabler, Hansjörg / Naumann, Ekkehart  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-652965>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 18.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# SOLARENERGIE

## Abschied von einem teuren Traum?



Nach dem Desaster von Tschernobyl führt die Suche nach Auswegen aus der Kernenergie zurück zu der Diskussion um die alternativen Energien, die vor einem Jahrzehnt aufgebrochen war. Sonne, Wind, Wellen, Gezeiten und Ozeanwärme, Wasserkraft und Biomasse sollen die Kernenergie und langfristig auch die fossilen Brennstoffe ersetzen.

Die Autoren, wissenschaftliche Mitarbeiter der Universität Oldenburg und langjährig mit der Nutzung regenerativer Energieformen befaßt, behandeln kritisch den derzeitigen Stand der Solarenergie in der Bundesrepublik.

von Hans Georg Beyer, Hansjörg Gabler,  
Ekkehart Naumann

**D**ie öffentliche Diskussion um die Energiepolitik wurde in den 70er Jahren von Grund auf neu gestaltet. Das Bewußtsein von der Endlichkeit fossiler Rohstoffvorräte und die dadurch gezogenen Grenzen des Wachstums, die Bedrohung der Umwelt durch radioaktive Produkte aus der friedlichen Nutzung der Kernenergie und durch sauren Regen aus den

Schloten der fossilen Kraftwerke bestimmten das neue Bild von Energie. Bei vielen Bürgern wurde das Vertrauen in wissenschaftlichen Sachverstand und in die Angemessenheit staatlichen Handelns erschüttert. Wyl und Harrisburg, Kalkar, Brockdorf und Gorleben – Symbole für den Verlust an Glaubwürdigkeit staatlicher Energiepolitik.

Vor diesem Hintergrund nur kann die Entstehung und Bedeutung des Begriffs „Alternative Energie“ verstanden werden. Alternative Energie wurde ein Spiegelbild der öffentlich diskutierten Besorgnis um das fossile und nukleare Energiesystem der Bundesrepublik. Die Kataloge der Eigenschaften alternativer Energietechnik wurden meist so formuliert:

- unerschöpflich
- umweltneutral
- menschliche Gesundheit nicht akut oder langfristig gefährdend
- für Nichtexperten durchschaubar
- dezentral und demokratisch kontrollierbar
- in der Verfügung des Nutzers selbst zu betreiben.

Eine solche Technik müßte tendenziell dezentral statt zentral sein, dürfte, um von den Nutzern direkt kontrollierbar zu sein, keinen hohen Kapitalaufwand erfordern, sollte der jeweiligen Ressourcen- und Nachfragesituation leicht anpaßbar sein.

Die materielle Ressource, auf die die alternative Energietechnik sich stützen sollte, war die Solarenergie in allen ihren Erscheinungsformen – die Sonne wurde zum graphischen

Symbol der „Atomkraft nein danke“-Bewegung auserkoren.

Der Jahrmarkt der technischen Ideen war bunt und laut in jenen Jahren. Allenthalben wurden abgedeckte Flachheizkörper auf Dächer montiert, Biogasanlagen aus Heizöltanks geschweißt und die Schrottplätze nach brauchbaren Teilen für Windräder durchsucht.

Die Zukunftsvisionen waren nicht weniger vielfältig. Die einen forderten ein grundlegend anderes, partnerschaftliches Verhältnis zur Natur, eine im wesentlichen handwerkliche Produktionsform für ein niedrigeres Konsumniveau in einer Gesellschaft, die energetisch auf einer kleintechnischen Nutzung von Solarenergie basiert. Andere entwarfen zentrale Solarenergieumwandlungssysteme im Weltraum oder in den Wüstenregionen, die dem bestehenden Atomenergiesystem an technischer Komplexität in nichts nachstanden.

Die Frage, weshalb die Solarenergie, die ja nur Vorteile aufwies, noch nicht in großem Stil in traditionellen Energieversorgungssystemen Platz gefunden hatte, wurde häufig mit dem Verweis auf die monopolistische Macht der großen Atomkraft-, Öl- oder Kohlekonzerne beantwortet.

Wenn heute, nach der Katastrophe von Tschernobyl, die Frage nach der Solarenergie neu gestellt wird, sollten die vor zehn Jahren aufgebauten Potemkinschen Dörfer endlich weggeräumt werden. Ein beträchtlicher Teil der Forderungen, die für die „alternative Technologie“ konstitutiv waren, sind von der Solartechnik nicht erfüllbar, solange der Energiedienstleistungsbedarf (energiebezogener Konsum) in Mitteleuropa auf dem derzeitigen Stand gehalten werden soll und wenn die Solarenergie eine auch nur dem derzeitigen Stand der Kernenergie vergleichbaren Anteil an der Energieversorgung der Bundesrepublik einnehmen soll.

Betrachten wir hier zunächst die angesprochenen Technologien.

## Solarstrahlung und Wärme

Von den über 100 Firmen, die am Ende der 70er Jahre Sonnenkollektoren zur Wärmeerzeugung anboten oder produzierten, sind heute nur noch wenige geblieben. Das Geschäft mit der Sonne ist in der Bundesrepublik nicht in Gang gekommen. Hierfür gibt es zwei Gründe:

- Die in jeder Beziehung vernünftige Einsicht, daß es besser ist, Energie einzusparen, als einen überflüssigen Energieverbrauch nur aus einer anderen Quelle (Sonne statt Öl) zu decken. Finanzielle Investitionen zur Reduktion des Heizungsenergiebedarfs von Wohnhäusern (Isolation, intelligentere Regelung etc.) sind derzeit ökonomisch lohnender als das Bemühen, Heizenergie aus Solarstrahlung direkt zu gewinnen.
- Eine Mehrzahl der in der Bundesrepublik aufgebauten Solaranlagen lieferte nur unzureichende Ergebnisse. Die Gründe für das Versagen liegen bei der fehlenden Erfahrung der Anbieter und Installateure im Umgang mit der neuen Technik, und die Enttäuschung war umso größer, je höher die Erwartungen in die saubere umweltfreundliche und (fast) kostenlose Energiequelle Sonne geschraubt wurden.

Eine im Juni 1986 veröffentlichte Untersuchung in Dänemark ergab, daß von 22 vermessenen Solaranlagen zur Brauchwassererwärmung (Duschwasser etc.) in Privathäusern nur drei Anlagen einen durchschnittlichen jährlichen Wirkungsgrad (eingestrahelter Sonnenenergie zu genutzter Energie) von ca. 35% aufwiesen. Die übrigen Anlagen erreichten im Mittel nur etwa die Hälfte dieses Spitzenwertes (internationale Konferenz Northsum '86, Kopenhagen, Juni 1986).

Eine Untersuchung der „Stiftung Warentest“ ergab ähnliche Ergebnisse für die Bundesrepublik.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß eine Anpassung von Kollektorfläche, Speichergröße und Energiebedarf sorgfältig vorgenommen werden muß; daß die Einbindung der Zusatzheizung, des Frostschutzes und die Regelung Probleme aufwerfen, durch die der Installateur und erst recht der Heimwerker überfordert sind. Unter den klimatischen Bedingungen Mittel- und Nordeuropas (hoher Anteil diffuser Strahlung) müssen hohe Anforderungen an Kollektorwirkungsgrade, Isolation und Regelungstechnik gestellt werden.

Weniger als ein Promille des von den Haushalten verbrauchten Heizöls wird in der BRD heute über Solaranlagen ersetzt. Dennoch, die Brauchwassererwärmung im Wohnbereich und in Sportanlagen sowie die Heizung von Schwimmbädern ist die zur Zeit wichtigste Anwendung von Solarkollektoren; ein Markt für größere Kollektoranlagen müßte zusätzlich in der Warmwasserversorgung von Feriensiedlungen erwartet werden.

## Solare Wohnungsheizung

Der Wärmebedarf eines heute errichteten Einfamilienhauses ist nur halb so groß wie bei den Wirtschaftswunder-Häusern der 60er Jahre. Wie die Bauvorschriften der skandinavischen Nachbarn vorführen, läßt sich der Heizungsbedarf durch zusätzliche Maßnahmen nochmals um die Hälfte verringern. Wo Isolationen aus lichtdurchlässigen Materialien Anwendung finden, in Form von Glashaushausvorbauten etwa, von Trombewänden oder transparenten Schäumen ist die Grenze zwischen „einfachen“ Isolationsmaßnahmen und Nutzung der Solarstrahlung nicht mehr eindeutig zu ziehen. Die durch architektonische Maßnahmen erzielbaren Einsparungen drängen den Zeitraum, in dem geheizt werden muß, auf die wenigen eigentlichen Wintermonate zusammen, die Zeit, in der auch das Angebot solarer Strahlung (jedenfalls im mitteleuropäischen Klima) kaum für weitere Reduzierung des Heizungsbedarfs nutzbar ist.

Nun liegt das Problem derzeit sicher nicht im Neubau unwendig konstruierter passiv solar beheizter Zahnarztvillen. Die eigentliche Herausforderung ist die heizungstechnische Sanierung des Altbaubestandes. Hier ist zu überprüfen, ob aktive Solarsysteme nicht doch in Zukunft einen sinnvollen Beitrag zur Raumheizung haben sollten.

Eine Reihe von Projekten zur Einkopplung solarer Wärme in Fernwärmenetze wurde technisch sehr erfolgreich in Schweden durchgeführt. Der Einsatz großer Flächen (mehrere 1000 m<sup>2</sup>) hocheffizienter Kollektoren wird hier mit großen saisonalen Speichern (Felskavernen) gekoppelt.

Die Verfahren zur Erzeugung von Wärme für Heizung und Warmwasser sind bekannt, die Anwendungsbereiche definierbar, die technische Reife wird innerhalb des nächsten Jahrzehnts erreicht werden. In der Bundesrepublik sind derzeit 200 000 m<sup>2</sup> Flachkollektoren installiert, das bedeutet auch, daß in Tausenden von Händen und Köpfen Erfahrung im Umgang mit Solaranlagen erworben wurde, daß hunderte von Fehlern bei den zukünftigen Anlagen vermieden werden.

Anders die Situation bei der Erzeugung solarer Prozeßwärme. Knapp ein Drittel des Endenergieverbrauchs der BRD dient der Erzeugung von Prozeßwärme, etwa die Hälfte dieser Wärme wird bei Temperaturen von weniger als 500°C benötigt. Dieser Temperaturbereich kann im Prinzip ohne konzentrierende Systeme (Spiegel, Linsen) mit speziellen Solarkollektoren erreicht werden.





## Solare Prozeßwärme

Mit der Entwicklung von Kollektoren, bei denen der eigentliche Absorber von einer evakuierten Glasröhre umgeben ist, wurde ein wichtiger Schritt auf dem Weg zum Hochtemperaturkollektor vollzogen. Der Forschung in den Labors der Universitäten und staatlichen Institutionen ist es jedoch noch nicht gelungen, die optischen Eigenschaften der absorbierenden Oberfläche nach dem Maß des Anwendungsbereichs „Prozeßwärme“ zu schneiden.

Auch im Anwendungsbereich „Prozeßwärme“ muß der Entwicklung von Energienutzungssystemen ebensoviel Aufmerksamkeit geschenkt werden, wie der Entwicklung des Kollektors selbst. Es wird die Aufgabe z.B. der Lebensmitteltechnologen und der Brauer, der Papier- und Textilingenieure sein, diejenigen Verarbeitungsprozesse zu identifizieren und geeignet zu modifizieren, die das mit dem Sonnenstand und dem Wetter variable Angebot solarer Energie sinnvoll nutzen können.

## Windenergie

Die Windenergienutzung ist gegenüber der Sonnenenergienutzung erschwert. Neben der geringen Energiedichte und dem zeitlich schwankenden Angebot ist die Windenergie nur regional nutzbar. Eine mechanische Umwandlungstechnologie ist zudem erhöht störanfällig.

Ein nutzbares Windenergieangebot besteht in Mittel- und Nordwesteuropa nur in 100 km breiten Streifen längs der Küsten und einzelnen exponierten Standorten im Binnenland (Schwäbische Alb, Rhön usw.). Während so in Dänemark, Schottland und England eine landesweite Nutzung diskutiert und praktiziert werden kann, beschränken sich entsprechende Überlegungen in der BRD im wesentlichen auf die norddeutsche Tiefebene. Und auch hier ist das Windenergieangebot schon 75 km landeinwärts um ein Drittel geringer als direkt an

der Küste. Die windgeschwindigkeitsabhängigen Wirkungsgrade der Windenergiekonverter (WEK) können diese Differenz noch weiter vergrößern.

Studien zur Bestimmung des Gesamtpotentials der Windenergie in der BRD errechnen trotzdem einen möglichen Energieeintrag von 128 Mio MWh. Dies entspricht 30 % des Strombedarfs der BRD im Jahr 1984. Bei den Studien wird von einer Technologie großer WEK mit 100 m Rotordurchmesser ausgegangen. Das deutsche Windprojekt GROWIAN entsprach dieser Größenordnung. Die mittlere Leistung einer solchen Maschine wird mit 1,4 MW angenommen. Weltweit sind bisher 10 Exemplare dieses WEK-Typs errichtet worden. Ihr Betrieb dient heute noch mehr der Produktion von Meßdaten als der Produktion elektrischer Kilowattstunden. Die technischen Probleme, die sich in dieser Größenordnung von Anlagen ergeben, erweisen sich als zu gravierend, um mit den ersten Prototypen gelöst zu werden. Außerdem sind nur noch wenige konventionelle Bauteile verwendbar, so daß die meisten Komponenten neu entwickelt und erprobt werden müssen.

Bei mittleren WEK (20 – 50 m Rotordurchmesser) und kleinen WEK existieren bereits wesentlich ausgereifere Baumuster. Stellvertretend für kleinere Anlagen sei hier das „dänische Konzept“ erläutert.

Maschinen dieses Typs weisen einen dreiflügeligen Rotor mit 15 m Durchmesser auf und sind für den Parallelbetrieb mit dem öffentlichen Stromversorgungsnetz konzipiert (Netzeinspeisung). Dabei können sie mit einem Minimum an Steuerungs- und Regelungskomponenten betrieben werden. Der jährliche Energieeintrag eines solchen WEK beträgt an einem Küstenstandort ca. 100 000 kWh. Die Installationskosten liegen bei 150 000 bis 200 000 DM. Jährlich werden derzeit einige Tausend dieser Anlagen produziert.

In der Kategorie der mittleren WEK haben schottische, dänische und niederländische Hersteller einige Typen mit maximalen Leistungen von einigen hundert Kilowatt zur Serienreife entwickelt. Die Maschinen werden zu einem Preis

von ca. eine Mio DM angeboten. Es deutet sich bei dem heutigen Stand an, daß diese Baugröße von WEK ein technisches Optimum darstellt.

Wie sehen nun die durch betriebswirtschaftliche Rahmenbedingungen mitbestimmten Einsatzmöglichkeiten aus? Der Betrieb von WEK zur Elektrizitätserzeugung in Regionen mit einem ausgebauten Versorgungsnetz ist im Normalfall nicht rentabel. Auch die in Dänemark gegebene Wirtschaftlichkeit für den Anlagenbetreiber ist nur durch staatliche Subventionen erreichbar. Wo bei kommunalen Stromversorgungen der Zwischenhandel durch die Elektrizitätsversorgungsunternehmen ausgeschaltet werden kann, können die betriebswirtschaftlichen Rechnungen günstiger ausfallen. Für geografisch exotische Bedingungen (schottische Atlantikinseln oder kleinere Mittelmeerinseln), wo mit aufwendig zu liefernden fossilen Brennstoffen oder neu zu verlegenden Netzanschlüssen konkurriert wird, kann eine betriebswirtschaftliche Rentabilität auch ohne staatliche Zuschüsse gegeben sein.

Vor diesem Hintergrund soll noch einmal auf die Studien zum Gesamtpotential der Windenergie in der Bundesrepublik eingegangen werden. 10 % des heutigen Stromverbrauchs der BRD sollten danach sicher aus Windenergie bereitgestellt werden können. Allerdings zeigt ein Vergleich mit den Leistungsdaten der WEK, daß dafür die Installation von 2500 großen, 20000 mittleren oder 250000 kleineren WEK notwendig wäre.

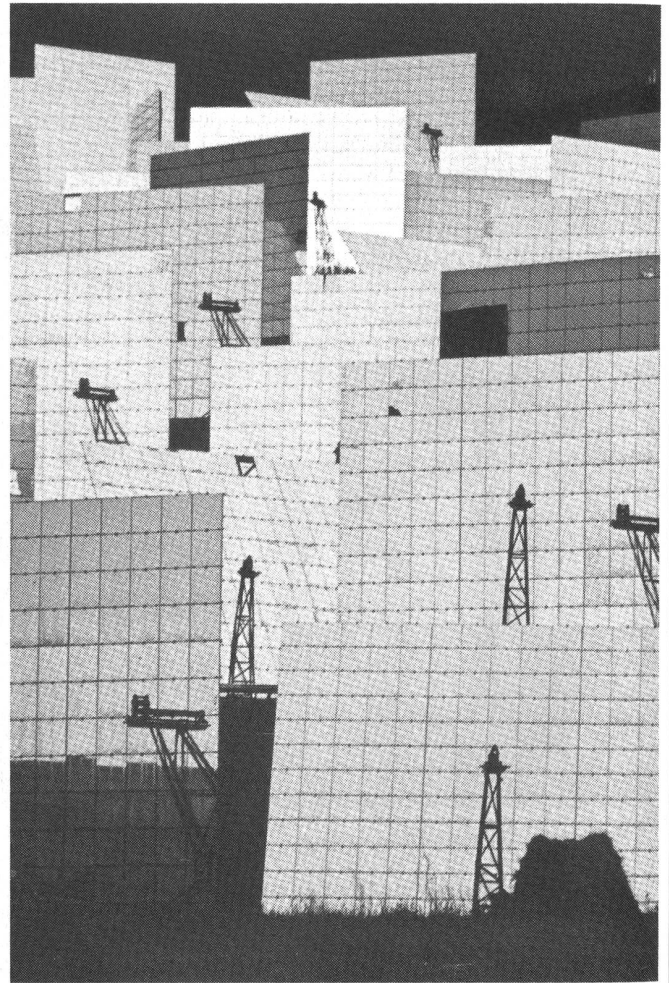
Diese Zahlen zeigen, daß für keinen Anlagentyp heute die Produktionskapazitäten bestehen, um diese Stückzahlen in absehbaren Zeiträumen zu produzieren. Die notwendigen Kapazitäten sind allerdings nicht in einem Bereich, der jenseits üblicher Größenordnung liegt. Weiter erfordert ein solches Programm, abgesehen von der benötigten finanziellen Förderung, auch bei dem Einsatz kleiner WEK, nicht zuletzt wegen des erheblichen Platzbedarfs, übergeordnete planende und regulierende Instanzen. Die Forderung „laßt 100 Mühlen blühen!“ muß korrigiert werden: Die angegebene Ziffer muß um einige Nullen ergänzt werden.

## Solarzellen zur Erzeugung von elektrischem Strom

Mit Hilfe von Solarzellen wird die Energie des Lichtes direkt in elektrische Energie verwandelt. Diese Technik wurde ursprünglich für die Energieversorgung im Weltraum entwickelt. Oberstes Ziel der technischen Entwicklung war dabei die Reduzierung des Gewichtes.

Bei der terrestrischen Anwendung in großem Maßstab spielt die Reduzierung des leistungsspezifischen Energie- und Finanzbedarfs die entscheidende Rolle. Bis heute sind im wesentlichen nur kristalline Siliciumsolarzellen bis zur technischen Einsatzreife entwickelt. Als Produkte in Serienproduktion haben sie Wirkungsgrade von 10 – 15 %. Bisher wurden weltweit Siliciumzellen mit einer Gesamtleistung von etwa 100 MW (Nennleistung) produziert und installiert, jährlich kommen etwa 20 MW hinzu.

Ihre Nennleistung geben Solarzellen bei vollem Sonnenschein ( $1000 \text{ W/m}^2$ ) ab. Die tatsächliche Leistung der Solarzellen ist ungefähr der effektiven Bestrahlung proportional. Im Jahresdurchschnitt beträgt die Solarstrahlung in der BRD ca.  $100 \text{ W/m}^2$  (in den sonnenreichsten Regionen der Erde ist sie etw 2 bis 2,5 mal so groß). Bei 10 % Wirkungsgrad ergibt das zehn W Durchschnittsleistung pro  $\text{m}^2$  Sonnenzellenfläche. Bei heutigen Preisen kostet ein  $\text{m}^2$  Siliciumzelle etwa 2000 DM (der Preis hängt vom Zellenmaterial, der Montage sowie der Abnahmemenge ab).



Um einen 1000 MW-Kernkraftwerksblock zu ersetzen, müßten demnach etwa  $100 \text{ km}^2$  Siliciumzellen installiert werden (das entspricht einer Kreisfläche mit ca. 6 km Radius). Das würde heute mindestens 200 Milliarden DM kosten (die Installationskosten für einen Kernkraftwerksblock betragen ohne Brennstoffkosten, Endlagerung, Wiederaufbereitung und Betriebskosten etwa fünf Mrd DM). Eine solche Überschlagsrechnung zeigt, daß auch ohne Berücksichtigung der fehlenden Produktionskapazitäten aufgrund der hohen Kosten und des immensen Flächenbedarfs beim heutigen Stand der Technik, die Photovoltaik noch keine ernsthafte Alternative zu den herkömmlichen Methoden großtechnischer Elektrizitätserzeugung darstellt. Anders sieht das, ähnlich wie beim Wind, für kleinere Verbraucher fern von zentraler Versorgung aus: Bereits in 40 km Entfernung von der nächsten Steckdose kann sich die Investition in Photovoltaik „rechnen“.

Die Zahlenangaben zeigen aber auch, wo mit der Forschung und Entwicklung angesetzt werden muß: Die Produktionskosten müssen drastisch gesenkt werden, dabei dürfen sich die Umwandlungswirkungsgrade nicht weiter verschlechtern. In den Labors sind derzeit Solarzellen in Erprobung, die aufgrund ihres sehr viel geringeren Materialbedarfs und automatisierbarer Fertigungstechniken, ähnlich der Produktion integrierter elektronischer Bausteine, deutliche Kostensenkungen erhoffen lassen (Dünnschichtzellen aus amorphen Silicium). Noch erreichen diese Solarzellen nicht die geforderte Lebensdauer (größer als 20 Jahre) und die notwendigen Wirkungsgrade (größer als 10 %); bis zum Ende unseres Jahrzehnts aber werden Solarzellen versprochen, die bei vergleichbarer Leistungsabgabe nur noch 10 bis 20 % der heutigen Kosten verursachen.

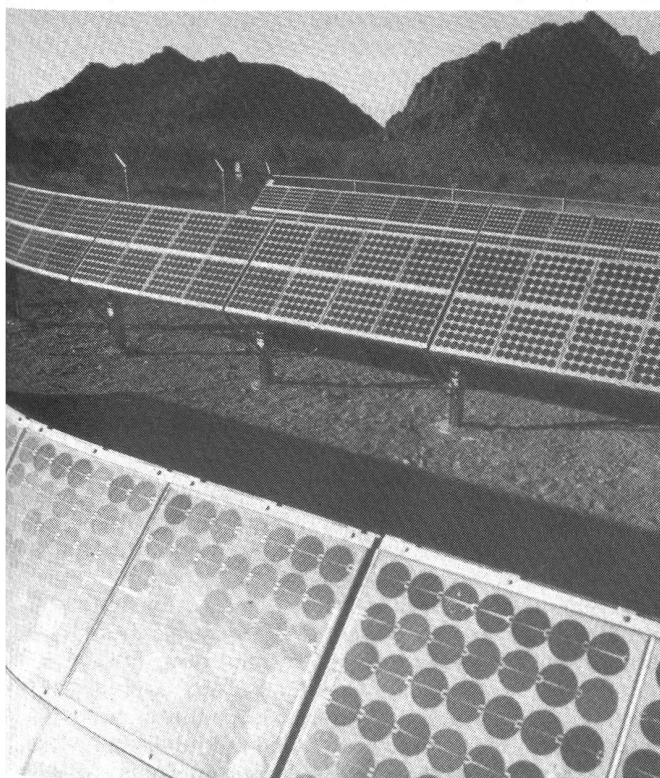


## Energiespeicherung: das Konzept Wasserstoff

Seit Jahren wird darüber diskutiert, Wasserstoff als neuen Sekundärträger in den Energiemarkt einzuführen. Die Solarzellentechnik spielt in diesen Konzepten stets eine zentrale Rolle. Erdgas, Kohle und Öl sind gespeicherte Sonnenenergie, wir brauchen die Vorkommen nur zu erschließen, die Energieträger zu den Orten des Verbrauches zu transportieren, und können dann nach den kurzfristigen Anforderungen der Verbraucher die Energie in eine gewünschte Form (Wärme, Strom, mechanischer Antrieb) umwandeln. Die meisten Erscheinungsformen der Solarenergie weisen die idealen Eigenschaften der fossilen Energieträger – Speicherbarkeit und Transportierbarkeit – nicht auf. Das Angebot an Solarstrahlung und Wind variiert von Tag zu Tag und ist kaum im voraus zu berechnen. Die Umwandlung in Wärme und Strom führt zu Energieformen, die beide großtechnisch nicht speicherbar und kaum über weite Entfernungen transportierbar sind.

Die zeitliche Anpassung der Energieerzeugung an den Verbrauch ist ein zentrales Problem der Nutzbarmachung der Solarenergie. Wohl lassen sich in vielen Einzelfällen Lösungen finden: Durch die Anpassung des Bedarfes an die Erzeugung – der Windmüller hat nur dann gemahlen, wenn der Wind weht –, durch die intelligente Kombination unterschiedlicher Quellen von Solarenergie – Wind und Strahlung – oder natürlich durch die Kombination von Solarenergie mit fossilen Energieträgern. Jedes großtechnische Konzept von Solarenergienutzung, in dem langfristig auf fossile Energieträger verzichtet werden soll, muß aber einen Weg aufzeigen, speicherbare, transportierbare und beim Verbraucher einfach nutzbare Energieträger zu produzieren.

Die Mehrzahl der derzeit vorliegenden Studien sieht im Wasserstoff die Sekundärenergie mit den geforderten Eigenschaften. Mit Solarzellen oder Windanlagen könnte Strom erzeugt werden, Strom soll in Elektrolysezellen aus Wasser gasförmigen Wasserstoff herstellen. Wasserstoffgas wird dann



in Pipelines wie Erdgas verteilt und bei den Verbrauchern wieder in Wärme oder Strom umgewandelt.

Szenarien einer zukünftigen Wasserstoffwirtschaft erinnern oftmals an die Technikbegeisterung der 50er Jahre. Unbestreitbar sind die ökologischen Vorzüge solar erzeugten Wasserstoffs vor jeder Endenergie fossilen oder nuklearen Ursprungs: Bei Erzeugung, Transport und Verwertung von Wasserstoff werden weder radioaktive Materialien noch CO<sub>2</sub> oder Schwefelverbindungen freigesetzt. Wasserstoff wird aus Wasser erzeugt und verbrennt wieder zu Wasser.

## Vorläufiges Fazit

„Einstieg in die Sonnenenergie“ und „Sonne statt Atom“ wurden nach Tschernobyl die Berichte in den deutschen Magazinen übertitelt. Der Ausstieg aus der Kernenergie kann derzeit aber nur ein Einstieg in die Kohle sein, in die intelligentere Nutzung der fossilen Brennstoffe und einen vernünftigeren Umgang mit Energie. Vor dem Jahr 2000 wird die Solarenergie in Mitteleuropa keine quantitativ wesentlichen Anteile der Energieversorgung übernehmen können.

Wir teilen darüber hinaus nicht die Hoffnung, daß sich die solaren Techniken bei einem Verzicht auf die Nutzung der Kernenergie quasi „naturwüchsig“ durchsetzen wird. In Zeiten billigen Öls und staatlicher Unterstützung der Kernenergie konnten sich die erneuerbaren Energietechniken nicht zu notwendiger technischer Reife und ökonomischer Konkurrenzfähigkeit entwickeln. Diese Versäumnisse sind nur durch langfristig angelegte Programme aufzuholen.

Über die ökologischen Vorzüge der Solarenergie hinaus müssen die folgenden vom technischen Entwicklungsstand nicht abhängigen Eigenschaften berücksichtigt werden:

- Solarenergie wird – bezogen auf die derzeitigen Energiepreise – immer eine teure Energie sein. Die geringe Leistungsdichte (W/m<sup>2</sup>) jeder Form der Solarenergie erfordert immer große Sammelflächen aus Glas, Stahl, Beton.
- Solarenergie ist deshalb auch eine Technik, die einen extensiven Flächenbedarf hat und damit in Konkurrenz zu landwirtschaftlich/forstwirtschaftlichen Nutzflächen, Siedlungs- und Verkehrsflächen sowie Erholungs- und Naturreservaten treten muß.
- Das Problem der zeitlichen Anpassung der Energieerzeugung an den Energieverbrauch ist heute weitgehend ungeklärt, nur eines ist hierbei gesichert: Energiespeicherung ist teuer.
- Da Solarenergie teuer ist, müssen ihre Komponenten (Konverter, Speicher etc.) auf hohem Produktivitätsniveau industriell hergestellt werden.
- Da die Produktion von Hardware für die Solarenergienutzung selbst energieaufwendig und umweltbelastend ist, muß soweit als möglich Material durch Intelligenz ersetzt werden (höchste Umwandlungswirkungsgrade, aufwendige Regelungstechnik, Mikroprozessorsteuerungen).

Bleibt die Größenordnung des derzeitigen Energieverbrauchs in unserer technischen Zivilisation unangetastet, so muß langfristig auch auf die Nutzung fossiler Energie verzichtet werden. Die gasförmigen Emissionen der Kraftwerke und Kraftfahrzeuge (CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>) haben Größenordnungen erreicht, die derzeit den Fortbestand der europäischen Wälder bedrohen und innerhalb der kommenden Jahrzehnte globale Klimaveränderungen erwarten lassen. Die Entwürfe einer großtechnischen Nutzung der Solarenergie, die an die Stelle der fossilen Energiewirtschaft treten könnte, haben aber mit der Utopie einer nachindustriellen „alternativen Technik“ nur noch wenig gemein. □