

Krafterzeugung durch Sonnenenergie

Nachdem bei den ersten beiden Symposien die Warmwasserbereitung und Gebäudeheizung mit Sonnenenergie behandelt worden war, widmete die Schweizerische Vereinigung für Sonnenenergie (SSES) das dritte Symposium am 1. Dezember 1975 in Zürich in Zusammenarbeit mit dem Gottlieb Duttweiler-Institut der Krafterzeugung mit Sonnenenergie und der in diesem Zusammenhang notwendig werdenden Langzeitspeicherung von Energie.

Der Präsident der SSES, Prof. P. Fornalaz, ETH Zürich, begrüßte die etwa 500 Teilnehmer und betonte, die Nutzung der Sonnenenergie stelle einen bedeutsamen Einschnitt in der Zivilisation dar; sie sei "auf das Menschenmaß bezogene Technik einer dezentralisierten Gesellschaft mit hochentwickeltem naturwissenschaftlichem Können". Das starke Interesse an der Sonnenenergie deutete der Präsident dahingehend, daß verantwortungsbewußte Menschen nach neuen Konzeptionen suchen, die beim Lösen der anstehenden Probleme nicht wieder neue schaffen würden.

SSES-Vorstandsmitglied Dr.-Ing. R. W. Peter, Zürich, erläuterte die Chancen der Sonnenenergienutzung im Rahmen einer Gesamtenergiekonzeption für die Schweiz. Die Studie geht davon aus, daß die Eidegenenschaft, die jährlich über 1 Mrd. DM der Landwirtschaft zuschießt, um die Unabhängigkeit der Ernährung sicherzustellen, und über 3 Mrd. DM für die Landesverteidigung aufwendet, auch einen politischen Beitrag leisten müsse, um die derzeit hohe Abhängigkeit von Energieimporten von 85 % zu verringern. Während mit dem Kernenergiekonzept des Verbundes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE) Umweltbelastungen, technische Risiken und Primärenergieimporte weiter zunehmen würden, sei es mit dem Sonnenenergiekonzept möglich, trotz weiter ansteigenden Gesamtenergieverbrauchs bis zum Jahre 2000 die Importabhängigkeit wieder auf 60 bis 65 % zu reduzieren und die Umweltbelastung entsprechend zu verringern.

Drei Anwendungsgebiete

Die Studie sieht drei Anwendungsgebiete für Solaranlagen vor:

1. die dezentrale Nutzung im Niedertemperaturbereich für die Bereitung von Warmwasser als Brauchwasser, zur Raumheizung, für Schwimmbäder und Treibhäuser
2. die schwerpunktmäßige, aber im-

mer noch dezentrale Nutzung in Industrie-Zentralen für die Erzeugung von Prozesswärme von mehr als 400 °C, Niedertemperaturwärme (wie unter 1) und Strom

3. Sonnenenergie-Kraftwerke in den Alpen zur vorwiegenden Erzeugung von Elektrizität.

Die Industrie-Zentrale

Die Erzeugung von Elektrizität und Wärme für den industriellen Bedarf in Sonnenkraftwerken stellte Dr. Peter in einem freilich zunächst nur als Denkanstoß dienenden Beispiel vor. Danach ließen sich nach den Berechnungen der SSES 10 t/h Dampf aus 25 000 qm Kollektorfläche (verlegt auf den hierfür geradezu prädestinierten Shed-Dächern der Fabrik) gewinnen und bei Verlusten von nur 400 kW in 1000 kW Strom und 5600 kW Wärme umwandeln. Die Dampfturbine wäre z.B. mit Heißluft aus einem durch Sonnenenergie auf ca. 800°C erhitzten Wärmespeicher von 7500 m³ zu betreiben. Diese Temperatur wird dadurch erreicht, daß die Sonnenenergie über Parabolspiegel auf einen zentralen Spiegel fokussiert und von diesem auf einen Absorber im Kern eines unterirdischen Saisonspeichers (Medium Sand oder Kies) weitergestrahlt wird.

Alpine Sonnenkraftwerke

Eine flexible Koppelung von Sonnen- und Speicherkraftwerken in den Alpen untersuchten Dr. J.C. Courvoisier, Dr. J. Fournier, und J.L. Meylan vom Batelle-Institut Genf. Diese Kombination mit schneller Laständerung würde es ermöglichen, jede Sonnenstunde für die Stromerzeugung zu nutzen, ohne daß dadurch die Kontinuität und Sicherheit der Netzversorgung beeinträchtigt würde. Prototypen dieser Kraftwerke mit "Heliostaten" (beweglichen Spiegeln mit automatischer Orientierung) würden noch in diesem Jahrzehnt in den USA und in Europa in Betrieb genommen.

Es wurde berechnet, daß ein Gelände von 1 km², das zu 45 % mit Spiegeln versehen ist, etwa 150 GWh erzeugen kann. 50 derartiger Anlagen würden ausreichen, um die Energiemenge sämtlicher in der Schweiz bestehender Speicher von jährlich etwa 8 TWh zu erzeugen.

Sonnenheizkessel

Wie die hohen Temperaturen für den Turbinenantrieb durch Sonnenenergie zu erreichen sind, erklärte Prof. G. Fraccia von der Universität Genua

anhand der Entwicklungen des Konsortiums Anasaldo und Messerschmitt Bölkow-Blohm seit 1964 in Sant'Ilario. Der erste Sonnenheizkessel von 1965 ist mit 120 Spiegeln von 58 cm Durchmesser ausgerüstet und erzeugt 21 kg/h Dampf von 500 °C bei 100 at. In einem destruktiven Schlußtest wurden Temperaturen von mehr als 1000°C erreicht, so daß Kupferkessel und Abstrahlenschutz schmolzen. Die zweite Anlage erreichte mit insgesamt 58 qm Spiegelfläche 30 bis 40 kg/h Dampf von 450°C bei 150 at, die dritte mit 205 qm beweglicher Spiegelfläche 115 kg/h Dampf von 600°C bei 150 at und damit einen Wirkungsgrad von 73 %. Die inzwischen zur Marktreife entwickelten Klein-kraftwerke werden von dem Konsortium mit 100 kW und 1000 kW Leistung angeboten.

Wasserpumpen

Mit Sonnenenergie betriebene Wasserpumpen, vorwiegend zum Einsatz in Entwicklungsländern gedacht, beschrieb J.-P. Girardier aus Montargis/Loiret. Die an der Universität Dakar entwickelten Anlagen sind wartungsfrei und robust, also auch den Bedingungen des Wüstenklimas gewachsen. Ein Niedertemperatur-Wärmekreisverlauf nutzt das Temperaturgefälle zwischen dem kalten Wasser aus dem Boden oder einem Brunnen und dem von der Sonne erwärmten Wasser aus: Das erwärmte Wasser zirkuliert dank des Thermosiphon-Effektes und gibt die Energie an den Wärmetauscher ab. Dort wird eine Flüssigkeit verdampft, das entstehende Gas im Antriebsmotor entspannt, mittels Wasserkühlung kondensiert und wieder dem Wärmetauscher zugeleitet, so daß der Zwischenkreislauf geschlossen ist. Der Motor treibt die Förderpumpe. Ein Wasserspeicher gewährleistet die Verfügbarkeit in der Zeit, in der die Sonne nicht scheint.

Solarzellen

Erste Ergebnisse der Experimentalstudien von AEG-Telefunken mit dem terrestrischen Einsatz von Solarzellen legte Dr. Horst Fischer, Hauptabteilungsleiter im Fachbereich "Halbleiter" des Unternehmens, Heilbronn, vor. Danach ist bei einer Serienproduktion bereits ein Preis von 45 DM pro Watt installierter Leistung denkbar—gegenüber 500 DM pro Watt für die spezielle Anwendung in der Raumfahrt. Daneben wurden zwei einfache Generatorkonzepte, bei denen 32 Zellen von je 20 cm² in Reihe geschaltet sind und 7 W Leistung erreichen, entwickelt. Dauerver-

suche werden bereits mit Generatoren von 140 und 250 W Ausgangsleistung durchgeführt. Voraussetzung einer großtechnischen Anwendung der Solarzellen ist jedoch, daß Zellenfabrikation und Halbleiterherstellung mit neuen Verfahren in dem erforderlichen großen Umfang gesichert werden können. Hierzu werden Einzellösungen zunächst in den Labors vorbereitet.

Windenergie

Prof. Dr.-Ing. M. J u f e r, ETH Lausanne, ging auf die Anwendungsmöglichkeiten bei der Windenergienutzung ein. Das wirtschaftliche Potential der Windenergie wird weltweit auf 10 bis 100 GW pro Jahr, also 0,2 bis 2 % des gegenwärtigen Energieverbrauchs geschätzt. Höhere Ansprüche an die Versorgungssicherheit sind nur über Akkumulatoren, Schwungräder oder Wasserstoffproduktion, also mit großem Kostenaufwand, zu erreichen. Die Einsatzmöglichkeiten sind demnach auf abgelegene Gebiete beschränkt.

Solkollektoren für hohe Temperaturen

H. L i e b i, Ingenieurbüro, Bern, und M. P o s n a n s k y, Polisolar AG, Bern, befaßten sich mit der Entwicklung einer Standard-Ausführung "LNC" von Parabolkollektoren mit einem Absorber von sternförmigem Querschnitt. Die Kollektoren werden

über Ost-West-Achse nachgeführt, und zwar automatisch mit Hilfe eines Strahlungssensors. Bei einer Sonneneinstrahlung von 1000 W/qm sollen z.B. mit einem Wirkungsgrad von 58 % 100°C, von 47 % bis zu 300°C und von 30 % bis zu 400°C erzielt werden können. An Nutzenergie sollen z.B. bei einer Austrittstemperatur von 100°C bis zu 6,5 und bei 180°C bis zu 5 kWh/qm an einem Sonnentag erreichbar sein.

Vergleichsmessungen

Vergleichsmessungen zwischen einem einfachen Flachkollektor und dem obengenannten Parabolkollektor legte Dr.-Ing. R. M i n d e r, Elektrowatt AG, Zürich, vor. An einem klaren Sommertag soll der Flachkollektor 1,5 kWh/qm, der Parabolkollektor dagegen 3,8 kWh/qm bei einer Absorberrtemperatur von 50°C liefern, wobei sich das Verhältnis bei höheren Temperaturen noch stärker zugunsten der Parabolanlage verschieben soll. Ein hocheffizienter Flachkollektor kann jedoch - was in diesen Zahlen nicht zum Ausdruck kommt - auch diffuse Strahlung aufnehmen.

Spiegeltrichter

Spiegeltrichter als Konzentratoren für die Sonnenenergie erläuterte Dr.-Ing. M. G. B o d m e r, Zürich. Die Reflexion wurde zunächst bei ebenen Trichterspiegeln und verschiedenen Einfallswinkeln mit Werten zwischen 81 und 92,5 % mit poliertem Alumi-

nium bzw. Silberspiegeln gemessen. Mit linearen Trichtern sind nach dieser Untersuchung Konzentrationswerte von 5 bei einem optischen Wirkungsgrad von 80 %, höhere Werte bei vergrößerter Reflexion aber entsprechender Einbuße des Wirkungsgrades erreichbar.

Parabolspiegel

H. K l e i n w ä c h t e r, Lörrach, vertrat die Auffassung, daß eine für Dampfkraftmaschinen erforderliche Temperatur von 600°C schon mit Hilfe einfach herstellbarer Zylinderparabolspiegeln eindimensional erreichbar ist. Temperaturen in der Größenordnung von 4000 °Kelvin, wie sie in der Metallurgie und Keramik sowie für magnetisch-hydrodynamische Generatoren erforderlich sind, werden durch zweidimensionale Strahlenkonzentration mittels hochpräziser Rotationsparabolspiegel erzielt.

Eine kritische Beurteilung von Sonnenkollektoren für höhere Temperaturen nahm Prof. P. S u t e r, Lausanne, mit Hilfe des Exergiewirkungsgrades vor.

Einige Möglichkeiten der Energiespeicherung

Über die photochemische Speicherung der Sonnenenergie referierte Prof. E. S c h u m a c h e r, Universität Bern. Die Wissenschaft aus dieser Perspektive befindet sich freilich erst im Anfangsstadium. Gleichwohl erläuterte der Referent bereits das Beispiel der Wasserphotolyse, deren thermodynamische Voraussetzungen und den prinzipiellen Aufbau eines Photokatalyten Während der oxidative Teilzyklus schon mit Quantenausbeuten von 50 bis 60 % Sauerstoffproduktion verwirklicht werden konnte, ist es noch nicht gelungen, den reduktiven Zyklus, wie er gleichlaufend in der Natur abläuft, darzustellen.

Speichermedien

Aus den generellen Untersuchungen von Dr. J. S c h r ö d e r, Philips Forschungslaboratorium Aachen, geht hervor, daß für niedrige Temperaturbereiche Wasser und einige Salzhydrate sowie ihre eutektischen Mischungen besonders hohe Speicherkapazitäten aufweisen. Im mittleren Bereich von etwa 100 bis 450°C sind nur Stoffe mit relativ geringen Speicherqualitäten zu finden. Oberhalb 450°C sind die eutektischen Mischungen von Alkali- und Erdaalkalifluoriden allen anderen Speichermedien überlegen. Die Latent-Wärmespeicher können auf das Volumen bezogen nicht nur mehr als doppelt so viel Energie aufnehmen wie Wasser, Steine und Erde, sondern die Energie auch bei konstanter, dem Verwendungszweck optimal angepaßter Temperatur speichern. Dadurch läßt sich der Wirkungsgrad von integrierten Energiesystemen im Zusammenspiel mit Sonnenkollektoren, Wärmepumpen, Wärmekraftmaschinen usw. erhöhen.

Speziell auf die Einsatzmöglichkeiten des Magnesitspeichers ging R. S o m m e r h a l d e r, Mantel AG, Zürich, ein. Zur Kurzzeitspeicherung durch Speicherheizungen ist dieses Medium altbekannt. Der Kern wird dabei auf 650°C erhitzt. Für die Langzeitspeicherung ist es nur noch mit reflektierenden Oberflächen möglich, die Abstrahlung hoher Temperaturen zu isolieren. Hier sollen die Erfahrungen aus der Raumfahrt genutzt werden, in absehbarer Zeit wirtschaftliche Lösungen für eine breitere Anwendung zu finden. Für die Dämmung der Transmissionswärme stehen bei 500°C Isolierstoffe mit Wärmeleitzahlen von 0,07 kcal/°C pro Stunde zur Verfügung. Bessere Werte erfordern den Einsatz der Vakuumtechnik. An einem Planungsbeispiel erläuterte der Referent, daß ein derartiger Magnesit-Jahresspeicher für eine Sonnenheizung nur ein Viertel des Raumbedarfs von mit 120°C gespeichertem Wasser aufweisen würde. *Axel Urbanek*

Termine 1976

- | | |
|------------|---|
| 23.-24.2 | Heizen mit Sonne, erste deutsche Sonnenenergie-Tagung, Göttingen, (DGS)
Vollständige Tagungsberichte erhältlich (vgl. S. 19) |
| 1.-5.3. | Sonnenelektrizität, Internationales Kolloquium, Toulouse, Palais des Congress, Anmeldung: Centre National d'etudes spatiales, 18, Avenue Edouard Belin, F - 31055 Toulouse Cedex, Frankreich |
| 13.-21.3. | Handwerksmesse München, Messegelände |
| 31.3.-4.4. | Investitionsgütermesse für Haustechnik Nürnberg, Messezentrum |
| 31.3.-3.4. | Solar Energy for Engineers, Architects & Designers, Seminar, Dublin, Gresham Hotel, O'Connell Street, Anmeldung: Industrial Education Officer, Technical Information Division, Institute for Industrial Research and Standards, Ballymun Road, Dublin 9, Irland |
| 24.4.-3.5. | Schweizerische Mustermesse Basel, Sonderschau "Sonnenenergie" (Bewerbungen für Aussteller abgeschlossen) |