

Sonnenenergienutzung in der Schweiz : heutige Möglichkeiten und Grenzen

Autor(en): **Elmiger, E.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **67 (1976)**

Heft 5

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-915127>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

production d'eau chaude sanitaire se distingueront d'avantage des capteurs pour le chauffage des locaux, etc.

Pour les mêmes raisons, il faut bien être conscient que les constatations actuelles seront peut-être bientôt dépassées par le progrès très rapide du développement dans le domaine de l'héliotechnique. Il faut donc souhaiter que l'avancement des diverses recherches, comme par exemple l'avancement du concept de l'équipe Posnansky, pourra être communiqué à une occasion ultérieure.

Bibliographie

- [1] U. Schäfer: Quelques pionniers suisses de l'énergie solaire, Bulletin SSES 1/1974, p. 1.
- [2] R. Schärer: Sechs Monate Messungen an einer Sonnenenergie-Heizanlage, Sonnenenergie auf dem Weg zur praktischen Nutzung, Schweiz. Vereinigung für Sonnenenergie, Zürich, 1974.
- [3] Plan national d'économie d'huile de chauffage, élaboré par la Société suisse pour l'énergie solaire, 27 février 1975.
- [4] P. Fornalaz: Allocution d'ouverture, Symposium du 9 juin 1975 à Lausanne, l'énergie solaire dans le bâtiment: réalisations et projets, p. 4.
- [5] Überprüfung der technisch-wirtschaftlichen Angaben des nationalen Heizöl-Sparplanes der Schweizerischen Vereinigung für Sonnenenergie, Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, Zürich, Mai 1975.
- [6] J.-C. Courvoisier et J.-L. Meylan: Un nouveau type de capteur solaire, symposium du 9 juin 1975 à Lausanne, l'énergie solaire dans le bâtiment: réalisations et projets, p. 41.
- [7] A. Fischer: Bilan d'exploitation d'une installation solaire, ibid., p. 46.
- [8] C. Roulet: Une façade rideau solaire, ibid., p. 16.
- [9] Communication privée de M. P. Kesselring, Institut fédéral de recherches en matière de réducteurs, Würenlingen, 1975.
- [10] Communication privée de M. le professeur Ch. E. Geisendorf de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich, 1975.
- [11] P. Valko: Probabilities of sunshine hours accumulated over periods of $2 \leq N \leq 31$ consecutive days, N° 38, Congrès international, Le soleil au service de l'homme, Paris 1973.
- [12] P. Valko: Isolation des bâtiments en fonction de leur forme et de leur orientation, Meteo-Plan, Editions Hallwag, Berne et Stuttgart, 1975.
- [13] P. Bener, C. Fröhlich et P. Valko: Mobile Station for Automatic Measure of Spectral Solar and Sky Radiance and the Fluxes of Global and Sky Radiation on Differently Orientated Planes, Congrès international, Le soleil au service de l'homme, Paris 1973.
- [14] J.-C. Courvoisier et J.-L. Meylan: Note technique sur l'utilisation de l'énergie solaire pour la production d'électricité dans les Alpes, Battelle, Centre de recherche de Genève, 1975.
- [15] Information directe de la société Liebi, Neuenschwander Co., Egelgasse 31, 3006 Berne, 1975.
- [16] M. Posnansky: Ein Solarmotorkonzept zur Umsetzung von Sonnenenergie in mechanische Arbeit bzw. elektrischen Strom, Mai 1975 (à publier).
- [17] M. Bachmann: Käsefabrikation mit Sonnenenergie, Programm zur Entwicklung angepasster Geräte (intermediate technology) für Entwicklungsländer, Milchtechnisches Institut, ETH, Zürich.
- [18] M. Bachmann und K. Leuenberger: Die Lagerung und die Verarbeitung von landwirtschaftlichen Produkten in Entwicklungsländern, Milchtechnisches Institut, ETH, Zürich, 1974.

Adresse de l'auteur

R. E. Müller, Office fédéral de l'économie énergétique, Boîte postale, 3001 Berne.

Sonnenenergienutzung in der Schweiz; heutige Möglichkeiten und Grenzen¹⁾

Von E. Elmiger

Die maximale Sonneneinstrahlung beträgt im schweizerischen Mittelland rund 900 W. Diese an sich hohe Leistung lässt sich jedoch nur beschränkt nutzen, am ehesten für Schwimmbadheizungen, Warmwasserbereitung im Sommer und in Kombination mit der Wärmepumpe auch für die Raumheizung.

Es werden die Vor- und Nachteile der Sonnenenergienutzung dargestellt und die für die praktische Anwendung noch erforderlichen Massnahmen und Entwicklungen erwähnt.

1. Einleitung

Die Ölkrise im Herbst 1973 hat uns zum Bewusstsein gebracht, wie einseitig die Energieversorgung der Schweiz zu beinahe 80 % auf einem Energieträger beruht, der zur Hauptsache aus politisch instabilen Gebieten eingeführt wird und dessen Vorrat weltweit in absehbarer Zeit zu Ende geht. Bei der Suche nach Ersatz-Energiequellen erscheinen solche als besonders vorteilhaft, welche nicht aus dem Abbau von in geologisch langen Zeiten entstandenen Vorräten stammen, sondern durch die Natur dauernd erneuert werden. Eine solche regenerative Energiequelle ist zum Beispiel die Wasserkraft, aus der die Schweiz immer noch den Grossteil der elektrischen Energie gewinnt. Im Unterschied zu andern Ländern lässt sich aber bei uns aus verschiedenen Gründen die Ausnützung des beschränkten Dargebotes an hydraulischer

La densité du rayonnement solaire représente sur le Plateau suisse quelques 900 W au maximum. Ce rayonnement ne peut cependant être utilisé que dans une mesure restreinte, plus particulièrement pour le chauffage des piscines, la préparation d'eau chaude en été et comme appoint aux pompes à chaleur pour le chauffage d'habitation.

On verra ci-dessous les avantages et désavantages de l'utilisation de l'énergie solaire ainsi que les mesures et développements qu'elle requière pour des applications pratiques.

energie nicht mehr wesentlich ausdehnen. Andere regenerative Energiequellen sind zum Beispiel Wind, Holz, Gezeitenenergie. Leider sind für unser Land diese Energiedargebote entweder zu wenig ergiebig oder gar nicht zugänglich. Hingegen ist eine direkte Nutzung der Sonnenenergie, aus der auch alle vorgehend aufgezählten Energien stammen, zukunftsfruchtig und prüfenswert.

Die Sonnenenergie hat viele Vorzüge, ist mit Ausnahme der ästhetischen Seite ohne Umweltbelastung zu gewinnen und lässt sich auch am jeweiligen Verbrauchsort auffangen, so dass Transportprobleme wegfallen. Bei diesen Vorteilen wundert man sich, warum die direkte Nutzung der Sonnenenergie sich bisher auf wenige Sonderfälle beschränkte und besonders in der Schweiz praktisch keine Bedeutung hat. Die folgenden Überlegungen wollen einige heute mögliche Nutzungen der Sonnenenergie betrachten und die Gründe darlegen, warum ihre Anwendung sehr langsam erfolgt sowie welche Grenzen ihr gesetzt sind.

¹⁾ Referat anlässlich der Pressekonferenz der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG vom 19. Februar 1976.

2. Das Sonnenenergiedargebot und seine Gewinnung

Die eingestrahelte Sonnenenergie auf grössere Flächen ist beachtlich. Ausserhalb der Atmosphäre beträgt sie etwa $1,4 \text{ kW/m}^2$ einer zur Strahlung senkrecht liegenden Fläche. Ein Teil davon wird in der Atmosphäre durch Reflexion, Absorption und Streuung verloren. Die nutzbare Menge auf der Erdoberfläche ist stark beeinflusst durch geographische und meteorologische Umstände. In Davos zum Beispiel kann auf 1 m^2 Horizontfläche während kurzer Zeiten über Mittag im Sommer höchstens etwa 1 kW einstrahlen, im Mittelland liegt dieser Maximalwert bei rund 900 W . Die eingestrahelte Wärme muss aber aufgefangen und auf ein geeignetes Medium, zum Beispiel Wasser, übertragen sowie mit dem Bedarf in Einklang gebracht werden. Je nach dem Verwendungszweck der Energie sind verschiedene Arten von Sonnenkollektoren dafür besonders geeignet. Eine direkte Umwandlung in Elektrizität durch Solarzellen kommt wegen den sehr teuren Elementen nur für solche Sonderzwecke in Betracht, wo entweder nur sehr kleine Leistungen benötigt werden oder die Kosten keine Rolle spielen. Eher denkbar ist die Ausnützung der Wärmeenergie. Diese lässt sich um so günstiger gewinnen, je niedriger die gewünschten Nutztemperaturen bleiben. Über etwa $80\text{--}100 \text{ }^\circ\text{C}$ sind nämlich zur Konzentration der Strahlung komplizierte und empfindliche Spiegelapparaturen nötig, die der Sonne automatisch nachgeführt werden müssen. Solche Anlagen werden zum Beispiel als Dampferzeuger für Wärmekraftanlagen studiert. Sie sind aber noch wenig entwickelt und für unsere Breiten kaum aussichtsreich.

Wesentlich einfacher lässt sich Nutzwärme unter $100 \text{ }^\circ\text{C}$ in fest aufgestellten Flachkollektoren gewinnen. Solche Flachkollektoren weisen gegen die Sonne meist doppelverglaste Fenster auf, im Innern wird die Strahlung auf dunklen Metallflächen aufgefangen, in Wärme umgewandelt und auf durchfliessendes Wasser übertragen. Die beste Orientierung für eine Wärmeerzeugung auch im Winter besteht darin, dass die Flächen nach Süden gerichtet und mit $50\text{--}70^\circ$ gegen die Horizontale geneigt sind. Bei der Konstruktion der Kollektoren wird darauf geachtet, möglichst viel Wärme auf das Wasser zu übertragen und die Verluste durch Reflexion sowie durch Wärmeabgabe an die Umgebung möglichst klein zu halten. Je besser man dieses Ziel erreichen will, um so teurer und empfindlicher wird aber der Apparat. Der Wirkungsgrad lässt sich verbessern, wenn die Glasflächen oder die Auffangfläche mit selektiven Schichten überzogen sind, welche die energiereichen Strahlen der Sonne gut eindringen lassen, die Wärmeabstrahlung in umgekehrter Richtung aber möglichst klein halten. Der Wirkungsgrad eines Kollektors ist stark von der Temperaturdifferenz des erwärmten Wassers zur Umgebungstemperatur abhängig. Ein untersuchtes Fabrikat wies zum Beispiel bei 600 W/m^2 Sonneneinstrahlung einen Wirkungsgrad von etwa 25% auf, wenn die Wassertemperatur $80 \text{ }^\circ\text{C}$ über der Umgebungstemperatur lag. Dieser Wirkungsgrad stieg aber auf 60% , wenn die Wassertemperatur nur noch $30 \text{ }^\circ\text{C}$ über der Umgebungstemperatur gewählt wurde. Die angegebenen Wirkungsgrade gelten natürlich nur während der Sonnenscheindauer. Ausserhalb dieser Zeit muss der Wasserdurchfluss automatisch abgestellt werden, da sonst die Abstrahlungsverluste viel zu hoch sind und im Winter sogar Einfriergefahr besteht.

3. Anwendungsgebiete der Sonnenenergie

Welche Anwendungsgebiete lassen sich nun für die beschriebenen, relativ robusten und einfachen Flachkollektoren denken?

Um die Gegebenheiten der Sonnenenergie so auszunutzen, dass diese Energieart mit der Zeit einen merklichen Anteil des Landesverbrauchs übernehmen kann, kommen in erster Linie Wärmeverbraucher in Frage, die Temperaturen nicht über $50\text{--}60 \text{ }^\circ\text{C}$ benötigen, weit verbreitet sind und möglichst auch im Sommer Wärme abnehmen. Die Industrie braucht Wärme meist auf höheren Temperaturen. Im Wohnbau hingegen können Schwimmbadheizungen, Warmwassererzeugung (besonders im Sommer) und eventuell Raumheizung geeignet sein.

Schwimmbadheizungen haben den Vorteil, dass nur eine kleine Erwärmung nötig ist und deshalb der Wirkungsgrad recht gut bleibt. Weiter kann das Badewasser als Kurzzeitspeicher verwendet werden. Einige sonnenlose Tage lassen sich so mit der Wärmeträgheit des Wassers überbrücken, für längere sonnenlose Perioden ist aber eine Zusatzheizung kaum zu umgehen. Wenn der Platz für Sonnenkollektoren vorhanden ist, dürfte es sich jedoch lohnen, die Möglichkeit einer Sonnenheizung zu prüfen.

Warmwasserversorgung im Haushalt. Bei den heute weit verbreiteten neueren Ölheizungen wird das für Küche und Bad benötigte Warmwasser im Kessel der Ölheizung erwärmt. Während der Heizperiode erfolgt dies einfach und vorteilhaft neben der Raumheizung, in der übrigen Zeit aber muss der Ölbrenner nur für den Warmwasserbedarf kurzzeitig laufen. Diese Betriebsweise ist besonders wegen der Kaminverluste mit einem sehr schlechten Wirkungsgrad verbunden und führt ausserdem dazu, dass die Ölheizungen auch im Sommer die Luft merklich verschmutzen. Hier findet die Sonnenenergie günstige Umstände vor: Der Wärmebedarf besteht zu einer Zeit, wo viel Sonnenwärme zur Verfügung steht, der Wirkungsgrad des Kollektors ist infolge der höheren Umgebungstemperatur relativ gut und der Bedarf ziemlich ausgeglichen, so dass eine relativ kleine Kollektorfläche ausreicht, schliesslich ist in Konkurrenz zu einer Ölfeuerung die Ölersparnis gross, da, wie gesagt, die Ölfeuerung mit schlechtem Wirkungsgrad arbeitet. Allerdings müssen auch hier Schlechtwetterperioden ohne Sonnenenergie überbrückt werden. Wärmespeicher werden sofort sehr gross. Ein gutisoliertes 1000-Liter -Warmwasserbehälter reicht nur für wenige Tage bei einem angenommenen Warmwasserverbrauch von $200 \text{ Litern pro Tag}$ und Haushalt. Also muss eine Zusatzheizung vorhanden sein. Entweder benutzt man die vorhandene Ölheizung mit ihren Nachteilen oder verwendet eine elektrische Heizung. In letzterem Fall tritt die Sonnenenergie in Konkurrenz zum elektrischen Wasserboiler, der mit im Sommer günstig zur Verfügung stehendem Nachtstrom aufgeheizt werden kann. Im Winter stellt sich die Warmwasserversorgung mit Sonnenenergie wesentlich ungünstiger. Der Wirkungsgrad der Sonnenkollektoren ist bei der kalten Umgebungsluft schlecht, derjenige der Ölheizung wegen der längeren Betriebsdauer aber gut. Intensität und Dauer des Sonnenscheines sind kleiner, die Zeiten, wo ein Kollektor überhaupt Nutzenergie abgibt, sind kurz. Entweder muss ein sehr grosser und teurer Speicher die Zwischenzeiten überbrücken, oder die Nutzungsdauer der Sonnenenergie ist sehr kurz.

Die obigen Überlegungen gelten noch ausgeprägter bezüglich der *Raumheizung mit Sonnenenergie*. Da die Zeit des Dargebotes an Sonnenenergie mit dem Raumheizbedarf schlecht übereinstimmt, kann bei den Verhältnissen des schweizerischen Mittellandes die Sonnenenergie nur mit Hilfe eines Langzeitwärmespeichers einen merklichen Beitrag zur Ölersparnis liefern. Beim heutigen Stand der Entwicklung kommt ohne Wärmepumpe praktisch nur ein Heisswasserspeicher in Frage. Um den Energiewert von 1000 kg Erdöl über zwei Monate zu speichern, würde unter ausführbaren Annahmen ein Speicher von etwa 300 000 Liter Inhalt benötigt, dessen Kosten bei 100 000 Franken liegen.

Eine Verbesserung dieser wirtschaftlich aussichtslosen Konkurrenzlage der Sonnenenergie lässt sich mit Hilfe der *Wärmepumpe* bewirken. Eine Wärmepumpe hebt unter Aufwendung mechanischer Energie (meist über Elektrizität) Wärmeenergie von einer tieferen auf eine höhere Temperatur. In jedem Kühlschrankschrank ist eine Wärmepumpe eingebaut, nur nutzt man dabei die Abkühlung der kalten Seite aus, während bei der Wärmepumpe für Heizzwecke die Wärme auf der heissen Seite genutzt wird. Der Anteil mechanischer Zusatzenergie ist abhängig von der zu überwindenden Temperaturdifferenz und um so grösser, je höher diese ist. Die sogenannte Leistungsziffer gibt an, um wievielfach grösser die auf dieser höheren Temperatur zur Verfügung stehende Wärmeenergie ist als die aufgewendete mechanische Arbeit. Die Leistungsziffer ist im wesentlichen vom Unterschied der Temperaturen der kalten und der warmen Seite abhängig, bei 30 °C Temperaturdifferenz beträgt sie etwa 6, bei 60 °C aber nur noch etwa 3. Der Wirkungsgrad eines Sonnenkollektors ist aber besonders gut, wenn seine Wärmeabgabe ungefähr auf Umgebungstemperatur erfolgt, da dann die Wärmeverluste an die Umgebung sehr klein sind. Zusätzlich kann bei dieser Betriebsart der Sonnenkollektor besonders einfach und billig gebaut werden. Die Nutzungsdauer ist auch grösser, da schon bei wesentlich schwächerer Strahlungswärme aus dem Kollektor Nutzwärme entnommen werden kann. Die nachgeschaltete Wärmepumpe bringt das Wasser dann auf die Nutzwärme der Heizung. Auch ein Wärmespeicher zur Überbrückung der sonnenlosen Zeit wird kleiner, da er auf eine tiefere Temperatur entladen werden kann. Ein nur auf Sonnenenergie angewiesener Heisswasserspeicher wird aber immer noch sehr gross und zu teuer.

Die Wärmepumpe bietet hier aber noch weitere Möglichkeiten. Sie kann nicht nur Sonnenenergie, sondern auch Wärme aus der Luft, einem Gewässer, dem Grundwasser oder sogar dem Erdreich bei niedriger Temperatur entziehen und auf die Heiztemperatur fördern. Wärme aus der Luft steht wohl immer zur Verfügung. Während der Heizzeit liegt über ihre Temperatur am tiefsten, und die Leistungsziffer der Wärmepumpe wird klein. Bei Temperaturen unter +5 °C besteht zudem Vereisungsgefahr der Verdampferlamellen. Der grosse notwendige Luftdurchsatz braucht Ventilatoren und ergibt Geräuschprobleme. Weiter eignet sich die Luft nicht als Wärmespeicher. Wärmeentzug aus Fliess- oder Grundwasser braucht eine Konzession und wird eventuell durch Auflagen des Gewässerschutzes erschwert, begrenzt und verteuert. Es wäre zu wünschen, dass die Behörden Anstrengungen zu einer alternativen Wärmeversorgung

durch Entgegenkommen bei notwendigen Bewilligungen soweit wie möglich erleichtern. Relativ wenig Häuser liegen aber günstig an einem geeigneten Gewässer. Bei genügend freier Landfläche um ein Haus kann der Wärmeentzug aus dem Erdboden interessant sein. Dies besonders deshalb, da die Erde als Niedertemperaturspeicher ausgenutzt und so ein Teil des grossen Sommerenergieangebotes auf den Winter gespeichert werden kann. Pro Wohnung muss allerdings auf eine Fläche von einigen 100 m² ein engmaschiges Rohrleitungsnetz in etwa 1 m Tiefe verlegt werden, da die Wärmeleitfähigkeit des Erdbodens gering ist.

4. Grenzen der praktischen Sonnenenergienutzung

Sonnenenergie hat, wie dargestellt, viele Vorteile, und ihre Nutzung wäre auch heute schon für verschiedene Anwendungen möglich. Warum aber ist davon sozusagen nichts verwirklicht? Sonnenenergie hat eben auch Nachteile. Ihr Vorkommen ist stark von der geographischen Lage eines Ortes abhängig und an einem bestimmten Ort zeitlich sehr variabel. Über das Jahr ist das Energieangebot hauptsächlich im Sommer gross, wo der Wärmebedarf aber am geringsten ist. So beträgt in den vier Sommermonaten Juni bis September die theoretische Sonnenenergieeinstrahlung in unserer Gegend 45 %, in den Wintermonaten November bis Februar aber nur 17 % der Jahresmenge. Im schweizerischen Mittelland liegt die jährliche Sonnenscheindauer bei 1700 Stunden oder nur 22 % der gesamten Jahresstundenzahl. Im Winter allein ist das Verhältnis noch wesentlich ungünstiger. Die mögliche Nutzungsdauer einer Sonnenenergieanlage ist daher sehr kurz und fällt meist nicht mit dem Bedarf zusammen. Die Anlage muss also entweder durch eine Zusatzheizung oder einen Wärmespeicher ergänzt werden, was die Wirtschaftlichkeit noch mehr erniedrigt. Es kommen auch bei weitem nicht alle Wohnungen für eine Sonnenenergie-



Fig. 1 Demonstrationsmodell eines Sonnenwärme-Kollektors

Diese beim Besucherpavillon des Kernkraftwerkes Beznau aufgestellte Messeinrichtung gestattet die Erfassung der vom Sonnenkollektor gelieferten Warmwassermenge

anlage in Frage. Bei Mehrfamilienhäusern in dichter Überbauung ist weder genügend Platz für die notwendige Kollektorfläche noch für einen grossen Wärmespeicher vorhanden. Das ganze Mittelland, eines der am dichtesten besiedelten Gebiete der Schweiz, eignet sich schlecht für Sonnenenergienutzung im Winter, da hier die Sonnenscheindauer wegen der häufigen Nebeltage besonders kurz ist. Am ehesten kommen für die Verwertung der Sonnenenergie Einzelhäuser in Frage in Gegenden mit milder Witterung und hoher Sonnenscheindauer. Bei guter Isolation und geeigneten Kollektoren können sich dafür auch Berggebiete mit intensiver Sonnenbestrahlung im Winter eignen. In allen Wohngebieten lässt sich ein beträchtlicher Teil des gegenwärtigen Heizölverbrauchs aber auch durch andere Massnahmen einsparen, nämlich mit besserer Isolation der Häuser und durch elektrische Warmwassererzeugung mindestens im Sommer.

5. Notwendige Forschung und Entwicklung

Bei der Prüfung der aufgezählten, in naher Zukunft nutzbaren Möglichkeiten der Sonnenenergie für Wärmeproduktion ist ersichtlich, in welcher Richtung noch Entwicklungen, Versuche und Erprobungen nötig sind. Die Sonnenkollektoren sollten bei einfacher, robuster Konstruktionsart einen guten Wirkungsgrad auch bei tiefer Umgebungstemperatur aufweisen. Sie dürfen nicht verschmutzungsempfindlich sein, müssen Sturm und Hagelschlag widerstehen, und auch die mögliche Betriebsweise bei Lufttemperaturen unter Null Grad (Einfriergefahr) muss gewährleistet sein. Wichtig ist die Entwicklung eines Wärmespeichers, der mit geringem Volumen und bei geeigneter Temperatur grosse Wärmemengen über lange Zeit speichern kann. Hier erscheint ein sogenannter Latentwärmespeicher aussichtsreich, der Wärme bei der Schmelze und Kristallisation von Salzlösungen aufnimmt bzw. abgibt, ohne seine Temperatur wesentlich zu ändern. Weiter müssen Wärmepumpen entwickelt werden von kompakter und robuster Konstruktion, welche fertig zusammengebaut in wenigen Standardgrössen in grösserer Zahl zu wirtschaftlich günstigen Preisen hergestellt werden können. Sie müssen dem vorgesehenen Anwendungsgebiet temperatur-

mässig angepasst sein. Wesentlich ist aber besonders, dass man über die optimale Auslegung der einzelnen Komponenten des ganzen Heizsystems in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht, angepasst an das tatsächliche Dargebot der Sonnenenergie und eventuell anderer Energien, an die mögliche Speicherung und an den benötigten Bedarf mehr Erfahrung gewinnt. Zur Optimierung gehört auch die Verminderung von Verlusten durch bessere bauseitige Isolierung sowie die Verwendung von Wärmetauschern, zum Beispiel für die Rückgewinnung von Wärme aus Abluft. Versuchsanlagen müssen gebaut werden, an denen unter tatsächlich auftretenden Verhältnissen möglichst viel Messungen zur späteren Auswertung gemacht werden können.

Damit sind Rechensysteme zu entwickeln, mit denen für vorgesehene Anwendungen an Orten mit bekannten meteorologischen Daten die tatsächlich nutzbare Sonnenenergie und deren Kosten mit einiger Sicherheit bestimmt werden können. Daraus erst lässt sich ableiten, wo der Einsatz von Sonnenenergie unter Berücksichtigung der Umweltfreundlichkeit und der Versorgungssicherheit im Vergleich zu andern Energiearten Aussichten auf grössere Verbreitung hat. Infolge des relativ billigen Preises der Konkurrenzenergie Öl wird dies in nächster Zeit nur an wenig Orten der Fall sein. Früher oder später wird das Öl aber rarer und damit teurer werden. Dann sollten für einen verbreiteten Einsatz entwickelte, optimierte und erprobte Heizsysteme auf anderer Grundlage zur Verfügung stehen.

Sonnenenergie kann zur Öleinsparung beitragen. Dies wird aber am vorteilhaftesten in Verbindung mit Wärmepumpen geschehen, so dass die Nutzung von Sonnenenergie eine gewisse Zunahme des Elektrizitätsverbrauches bewirken wird. Mit diesem zusätzlichen Stromverbrauch kann aber über die Wärmepumpe ein Mehrfaches an Wärmeenergie gewonnen werden.

Adresse des Autors

E. Elmiger, Direktor der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG,
5401 Baden.