

## Die Bedeutung der Sonnenenergie

Im Gegensatz zum gegenwärtigen Überangebot in nahezu allen Bereichen der Energiewirtschaft wird die mittel- bis langfristige Zukunft eher durch Energieknappheit und Versorgungsschwierigkeiten gekennzeichnet sein. Dies trifft insbesondere für die Versorgung mit Erdöl und Erdgas zu, wo es nicht auszuschließen ist, daß bereits Ende der achtziger Jahre, spätestens aber zur

nur beschränkt ausgeweitet werden kann, und der Kernenergie wird auch die Nutzung der Sonnenenergie einen Beitrag zur Deckung unseres zukünftigen Energiebedarfs leisten können. In diesem Beitrag wird aufgezeigt, was man von der Nutzung der Sonnenenergie bis zur Jahrhundertwende erwarten kann.

Die von der Sonne auf die Erde eingestrahlte Energie kann entweder



### 1 Nutzungsmöglichkeit der Sonnenenergie

Jahrhundertwende, die Förderung den wachsenden Bedarf nicht mehr decken kann. Gerade diese beiden Energieträger leisten heute mit fast 67% den Hauptbeitrag zu unserer Energieversorgung. Vor diesem Hintergrund gewinnt die Frage an Bedeutung, wie der zukünftige Energiebedarf in unserem Lande gedeckt werden kann. Neben der heimischen Stein- und Braunkohle, deren Gewinn

direkt oder indirekt z. B. in Form des Windes oder der Umgebungswärme genutzt werden. In Bild 1 sind die vielfältigen Möglichkeiten der Nutzbarmachung der Sonnenenergie schematisch dargestellt. Grundsätzlich kann man alle wichtigen Sekundärenergieträger wie Strom, Wärme, Gas und flüssige Kohlenwasserstoffe mit Hilfe der Sonnenenergie bereitstellen.

Die Ergebnisse einer umfangreichen Untersuchung über die Nutzungsmöglichkeiten der regenerati-

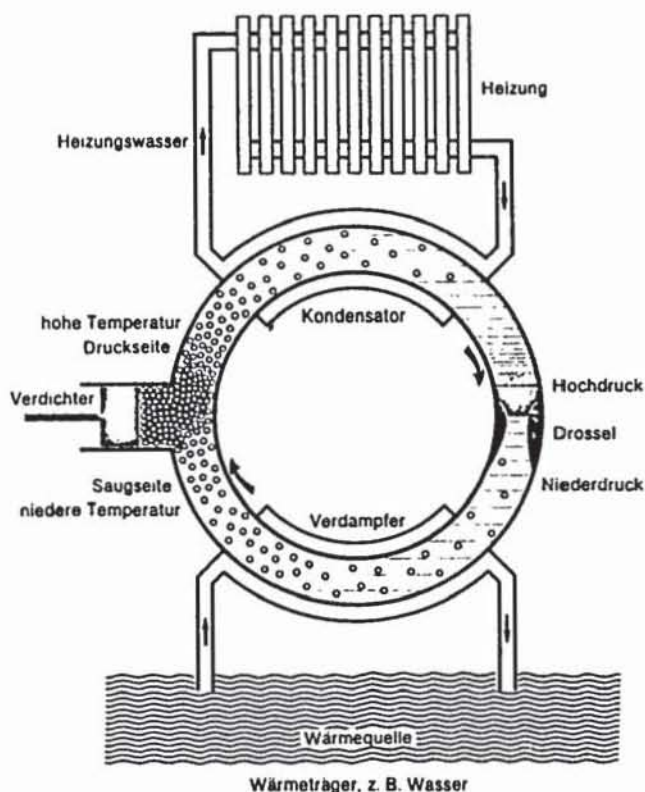
Verfasser: Dr. Alfred Voss, Jülich

ven Energiequellen für die Bundesrepublik Deutschland, die unter der Federführung der KFA für das Bundesministerium für Forschung und Technologie erstellt worden ist, zeigen jedoch, daß einige der Nutzungsmöglichkeiten der Sonnenenergie für unser Land keine oder nur eine geringe Bedeutung haben können.

Gletschereiskraftwerke, Meeresströmungskraftwerke und Meereswärmekraftwerke sind in Regionen wie der Bundesrepublik Deutschland aus klimatologischen Gründen nicht einsetzbar. Die Installation von Meereswellenkraftwerken wäre zwar prinzipiell möglich, könnte jedoch auf der gesamten Küstenlänge von 250 km nur eine theoretische Leistung von 3,6 GW<sub>e</sub> bereitstellen, was der Leistung von nur drei Kernkraftwerken entspricht. Auch die indirekte Nutzung der Sonnenenergie über die Produktion von Biomasse ist in unserem dichtbesiedelten Land in größerem Umfang nicht möglich.

Durch Umwandlung von Wasserkraft in Elektrizität wird heute etwa 3% unseres Strombedarfs gedeckt. Bis zum Jahre 1985 werden alle wirtschaftlichen nutzbaren Wasserkraftpotentiale in unserem Lande ausgebaut sein, so daß mit einer Stromerzeugung aus Wasserkraft von etwa 20 Mrd. kWh/a zu rechnen ist. Bei dem zu erwartenden Anstieg des Stromverbrauchs wird damit der Anteil der Wasserkraft an der Stromerzeugung langfristig leicht zurückgehen.

Die direkte Umwandlung von Sonnenstrahlung in elektrische Energie, sei es mit der Hilfe von Solarzellen oder über konzentrierende Kollektoren mit einem nachgeschalteten Turbinen-Generatoreinsatz, ist in unserem Lande aus Wirtschaftlichkeitsgründen und wegen der nur geringen Sonnenscheindauer (1600 h/a) heute und für die nähere Zukunft noch nicht möglich. Die zu erwartenden Preissteigerungen bei den derzeit vornehmlich genutzten Energieträgern und die Aussicht, durch intensive Forschungs- und Entwicklungsarbeiten die Kosten dieser Systeme senken zu können, werden jedoch dazu beitragen, die direkte Elektrizitätserzeugung aus Sonnen-



2 Aufbau eines Flachkollektors

energie langfristig, d. h. im nächsten Jahrhundert, zum Einsatz zu bringen.

Bis zum Ende dieses Jahrhunderts werden wir in unserem Lande Sonnenenergie im wesentlichen mittels

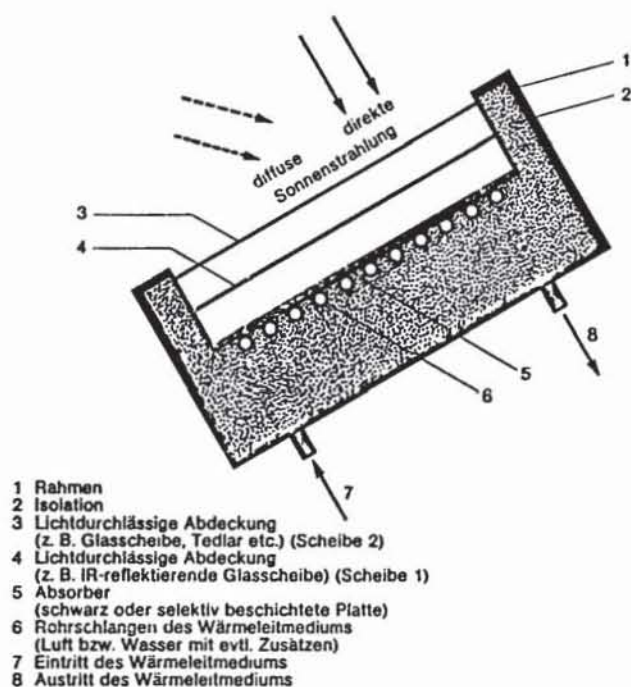
- Niedertemperatur-Kollektoren
- Wärmepumpen und
- Windenergiekonvertern nutzen können.

## Niedertemperatur-Kollektoren

Niedertemperatur-Kollektoren, wie sie heute schon in mannigfaltigen Ausführungen auf dem Markt angeboten werden, wandeln sowohl die direkte als auch die diffuse Komponente der solaren Strahlung in Wärme bis üblicherweise 100 °C um. Der prinzipielle Aufbau eines derartigen Kollektors ist in Bild 2 dargestellt. Die Gesamtstrahlung fällt durch eine lichtdurchlässige Abdeckung, hier zwei Glasscheiben, auf einen Absorber. Dieses Bauteil, meist aus Metall, ist zur Erhöhung seiner Wärmeaufnahme mit einem schwarzen Anstrich versehen und gibt seine Wärme an ein Transportmedium ab, das durch eine Rohrleitung an der Rückseite des Absorbers strömt. Die Glasscheiben und die Isolation verhindern eine Abstrahlung der Wärme.

Die durch Niedertemperatur-Kollektoren erzeugte Wärme kann dann zur Brauchwasserbereitung und Raumheizung verwendet werden. Die Heizung erfordert allerdings eine teure Speicherung der Wärme, da ja gerade im Winter Heizwärme benötigt wird, wo in der Regel nur wenig Sonnenschein zur Umwandlung zur Verfügung steht. Aus diesem Grunde gehört zu einem solaren Heizungssystem neben dem Kollektor und Speicher immer auch eine konventionelle Heizung, z. B. ein ölgefeuerter Kessel. Im Jahresdurchschnitt wird dabei etwa die Hälfte des Wärmebedarfs durch die Sonnenenergie gedeckt.

Welchen Beitrag können nun solare Brauchwasser- und Heizungssysteme zu unserer Energiebedarfsdeckung leisten? Dazu folgende Rechnung: Würde man bis zum Jahre 2000 die Hälfte aller Ein- und Zweifamilienhäuser in unserem Lande mit Solaranlagen ausgestattet haben, so würden damit etwa 13 Mill. t SKE an Primärenergie eingespart. Dies entspricht etwas mehr als 2% des im Jahre 2000 erwarteten Gesamtenergieverbrauchs. Die Annahme, daß jedes zweite Ein- und Zweifamilienhaus mit einer Solaranlage ausgestattet ist, erscheint in Anbetracht der hohen Kosten von



3 Prinzipskizze einer Wärmepumpe

Solaranlagen sicher zu optimistisch. Realistischerweise muß man davon ausgehen, daß wir um die Jahrhundertwende weniger als 1% unseres gesamten Energiebedarfs durch solare Niedertemperatur-Kollektorsysteme decken werden.

## Wärmepumpen

Ein beträchtlicher Teil der von der Sonne eingestrahelten Energie wird in der Erdoberfläche und der Atmosphäre der Erde gespeichert, allerdings auf einem Temperaturniveau, das im Winter zu niedrig ist, um unser Wärmebedürfnis befriedigen zu können. Es gibt jedoch technische Verfahren, die Energie aus dem Erdreich, dem Wasser und der Luft zur Deckung unseres Raumwärmebedarfs nutzbar machen. Dies geschieht mit Hilfe von Wärmepumpen, die mit Hilfe hochwertiger mechanischer Energie die Umgebungswärme auf ein Temperaturniveau anheben, das für die Heizung von Räumen ausreicht. Eine Wärmepumpe arbeitet nach dem umgekehrten Prinzip wie ein Kühlschrank (Bild 3): Eine niedrig siedende Flüssigkeit, auch Kältemittel genannt, durchläuft einen Kreisprozeß. Eine Wärmequelle, z. B. Wasser oder Luft auf Umgebungstemperaturniveau, bringt das Kälte-

mittel über einen Wärmetauscher (den Verdampfer) zum Verdampfen; der Dampf wird von einem Verdichter angesaugt und verdichtet. Mit dieser Druckerhöhung steigt auch die Temperatur des Dampfes an, wobei die mechanische Arbeit des Kompressors in Wärme umgewandelt wird.

Über einen zweiten Wärmeaustauscher, den Kondensator, gibt der Dampf einen Teil seiner Wärme an das Heizungswasser ab, wobei er kondensiert. Die noch immer unter Druck stehende Flüssigkeit wird schließlich über ein Expansionsventil entspannt. Das kalte, flüssige Arbeitsmittel tritt nun wieder in den Verdampfer ein, und der Kreislauf beginnt von neuem. Die für den Verdichter notwendige mechanische Energie kann dabei über einen Elektromotor oder einen gas- bzw. dieselbetriebenen Motor aufgebracht werden.

Eine elektrisch betriebene Wärmepumpe stellt pro Einheit Primärenergie etwa 40%, eine mit einem Verbrennungsmotor angetriebene Wärmepumpe sogar 120% mehr Wärmeenergie zur Verfügung als eine Ölheizung.

Unterstellt man nun wieder, daß bis zum Jahre 2000 etwa die Hälfte der Ein- und Zweifamilienhäuser zu gleichen Teilen mit einer elektrisch

bzw. durch einen Verbrennungsmotor angetriebenen Wärmepumpe ausgerüstet wären, so würden damit etwa 2,5% des Primärenergiebedarfs gedeckt werden.

## Windenergiekonverter

Die Anstrengungen, die Energie des Windes zu nutzen, konzentrieren sich heute in den industrialisierten Ländern auf die Wandlung in elektrische Energie. Im Auftrag des Bundesministers für Forschung und Technologie werden zur Zeit baureife Unterlagen für eine große Windenergieanlage von etwa 2 bis 3 MW<sub>e</sub>-Leistung erarbeitet. Eine Anlage dieser Leistungsgröße wird einen Rotorflügel von etwa 60 m Länge haben, der sich um eine Nabe in einer Höhe von 70 bis 130 m über Grund drehen wird. Geht man davon aus, daß ausreichende Betriebserfahrungen für einen derartigen Windenergiekonverter Anfang der achtziger Jahre vorliegen und unterstellt man die Wirtschaftlichkeit dieser Anlagen, dann müßten bis zum Jahre 2000 etwa 1800 Anlagen dieser Größe installiert werden, um 0,5% unseres Primärenergiebedarfs zu decken.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß von den vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten der Sonnenenergie für unser Land in der näheren Zukunft nur einige wenige von Bedeutung sein werden. Hierzu zählen die Wärmepumpen und die Niedertemperatur-Kollektoren, die für Raumheizung und Warmwasserbereitung in Frage kommen. Für die Elektrizitätsversorgung läßt sich die Windenergie nutzen. Der Beitrag dieser Technologien zur Deckung unseres Primärenergiebedarfs im Jahre 2000 kann einige Prozente betragen.

Insbesondere die Wärmepumpe und auch die solaren Heizungs- und Brauchwasseranlagen werden zu einer gewissen Entlastung unserer Ölimporte beitragen können; auf längere Sicht kann auch die fotochemische Nutzung der Sonnenenergie interessant werden; sie alle stellen jedoch keine „Alternative“ im strengen Sinne des Wortes dar, die es ermöglichen würde, auf eine der alternativen verfügbaren Energiequellen zu verzichten.