Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 94 (1976)
Heft: 41

Artikel: Betrachtungen zur Entwicklung der Solartechnik in der Schweiz
Autor: Meylan, Jean-Luc / Dérouette, Jean-Jaques
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-73176

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: 09.12.2025

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

HERAUSGEGEBEN VON DER VERLAGS-AKTIENGESELLSCHAFT DER AKADEMISCHEN TECHNISCHEN VEREINE, 8021 ZÜRICH, POSTFACH 630

Betrachtungen zur Entwicklung der Solartechnik in der Schweiz

Von **Jean-Luc Meylan** und **Jean-Jacques Dérouette**, Genf

DK 697.7

Im Laufe der letzten Jahre haben sich die Vorstellungen hinsichtlich der möglichen technischen Anwendungen der Sonnenenergie sehr rasch verändert. Während bis 1973 das Interesse solcher Anwendungen als sehr langfristig – in der Perspektive einer noch in ferner Zukunft liegenden Verknappung des Erdöls und einer voraussehbaren Zunahme der Umweltverschmutzung – gesehen wurde, hat die seitdem plötzlich eingetretene Vervielfachung des Preises der meisten Brennstoffe die wirtschaftlichen Aussichten der Sonnenenergie wesentlich verstärkt.

Diese Tendenz resultiert allerdings nicht nur aus den neuen Kostenverhältnissen zwischen verschiedenen Energiesystemen, sondern aus der grundsätzlicheren Feststellung, dass aus politischen Gründen Brennstoffpreiserhöhungen praktisch jederzeit erfolgen können, lange bevor die natürlichen Reserven erschöpft sein werden [1]. Bei einer solchen Situation ist es kaum nötig zu erwähnen, dass die Systeme, die keinen fossilen Brennstoff verbrauchen, sowohl zu einer grösseren energetischen Unabhängigkeit, als auch zu einer stärkeren Wirtschaftsstabilität im betreffenden Land beitragen können; dies trifft zum Beispiel im Fall der Schweiz für sämtliche Wasserkraftwerke zu. Die Sonnenenergieanwendungen gehören zur selben Kategorie, die deshalb bei der *Erarbeitung einer Energiepolitik und der dazugehörigen Forschungs- und Entwicklungsprogrammen ernsthaft in Betracht* gezogen werden sollten.

Potentielle Anwendungen

Die folgenden Anwendungen der Sonnenenergie können potentiell die Situation der Gesamtenergiewirtschaft beeinflussen, wobei deren Reihenfolge etwa dem zunehmenden technischen Schwierigkeitsgrad entspricht:

- Warmwasserbereitung
- Gebäudeheizung und -klimatisierung
- Meerwasser-Entsalzung
- Dampferzeugung für die Industrie
- Erzeugung von elektrischer und mechanischer Energie
- Produktion von synthetischen Brennstoffen und von reaktiven Stoffen («chemische Speicherung der Sonnenenergie»).

Bei diesen Anwendungen steigen die Kosten der Energie in ihrer brauchbaren Form proportional zu den Anlagekosten (Investitionen) und umgekehrt proportional zu der Menge der eingefangenen und umgewandelten Sonnenenergie. Die letzte hängt nicht nur von den lokalen meteorologischen Gegebenheiten ab, wie zum Beispiel vom täglichen Verlauf der Intensität der Globalstrahlung, vom Verhältnis zwischen der direkten und der diffusen Strahlung, von der Aussentemperatur usw., sondern zu einem wesentlichen Teil auch von den Charakteristiken der Anlage; es ist festzustellen, dass die Kosten der Anlage mit dem Wirkungsgrad steigen.

Man kann also schreiben

$$k = \frac{K_A(\bar{\eta}) \cdot a}{E_0 \cdot \bar{\eta} \cdot S_0}$$

k Kosten der Energie in brauchbarer Form

$K_A(\bar{\eta})$ Kosten der Anlage (eine steigende Funktion des mittleren Wirkungsgrades $\bar{\eta}$)

a Annuitätsrate

E_0 Jährlich einfallende Sonnenenergie (Funktion der Sonnenscheinstunden)

S_0 Kollektoroberfläche

Aus dieser einfachen Überlegung können folgende *Schlussfolgerungen* gezogen werden:

- In den Anlagen muss ein hoher thermischer Wirkungsgrad erreicht werden;
- Oft stellen nur hochentwickelte Systeme die optimale und wirtschaftlichste Lösung dar;
- Ein System muss für die genauen Klimabedingungen einer Gegend ausgelegt werden. Die Märkte können also sehr unterschiedliche optimale Lösungen bedingen.

Warmwasserbereitung

Die Warmwasserbereitung für den Haushalt ist wohl die einfachste Anwendung der Sonnenenergie, da die Anforderungen an Temperatur und Speicherung relativ bescheiden sind. Zahlreiche Apparate, zum Teil sehr primitiver Bauart, sind in Ländern mit «mediterranem» Klima seit Jahren in Betrieb. In unseren Gegenden eignen sich *Flachkollektoren* zur Wassererwärmung, die zur Verminderung der thermischen Verluste mit einer einfachen oder doppelten Glasschicht versehen sind, und die erlauben, sowohl die direkte wie auch einen Teil der diffusen Strahlung in nutzbare Wärme umzuwandeln. Eine besondere Frage ist hier die der Integration der Sonnenkollektoren in die Struktur des Hauses, sei es vom Standpunkt der Ästhetik wie auch von dem der Abmessungen her: da eine Normalisierung der Bemessungen der Gebäude nur in seltenen Fällen vorhanden ist, können die Kollektoren nicht in sehr grossen Serien hergestellt werden; es werden gegenwärtig noch Lösungen entwickelt, die mit den traditionellen Baumethoden und Gebäudekomponenten verträglich sind, und trotzdem billig bleiben sollen.

Der Markt für solche Kollektoren wird nicht nur von den jeweiligen Preisen abhängen, sondern kann durch staatliche Verordnungen beeinflusst werden. Bei uns hat die *Schweizerische Vereinigung für Sonnenenergie* einen «Nationalen Heizöl-Sparplan» vorgeschlagen, der die Installation von etwa 10 Millionen Quadratmeter Sonnenkollektorfläche, d.h. 1 bis 2 m² pro Einwohner, im Laufe von zehn Jahren vorsieht [2].

Gebäudeheizung und -klimatisierung

Als nächste Stufe in der Verwendung der Sonnenenergie ist die Gebäudeheizung – die mit der Warmwasserbereitung und eventuell mit der Klimatisierung kombiniert werden kann – zu nennen. Unter den in der *Schweiz vorkommenden meteorologischen Bedingungen* darf man sie als die *Anwendung mit dem potentiell grössten Interesse für die Energiewirtschaft* betrachten, da gegenwärtig ungefähr die Hälfte unseres Energiebedarfes zu Heizzwecken benötigt wird und diese Bedürfnisse praktisch vollständig durch Erdöl gedeckt werden.

Es besteht prinzipiell die Möglichkeit, *kollektive* Sonnenheizungen zu entwickeln, die zum Beispiel mit Hilfe von *Kollektorfeldern* arbeiten. Eine solche Lösung stellt jedoch ähnliche Probleme wie die klassischen Fernheizungssysteme

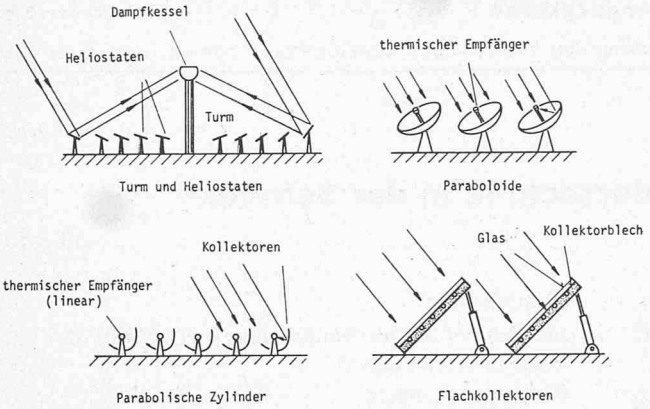


Bild 1. Verschiedene Kollektortypen

und benötigen die *Installation eines Wärmeverteilungsnetzes.* Deshalb wollen wir hier die Diskussion auf die Systeme beschränken, die sich für einzelne Häuser oder Gebäude eignen.

Die gewünschte Wärmeleistung, und damit die nötige Kollektorfläche, ist ungefähr gleich gross wie jene für die Warmwasserproduktion allein [3]. Zudem sollte die Einführung der Sonnenenergie, auch wenn sie parallel zu weiteren Energiesparmassnahmen erfolgt, nicht mit einer Komforteinbusse verbunden sein. Die heutigen Heizungssysteme ermöglichen es, die Raumtemperatur ziemlich genau einzustellen und konstant zu halten; diese Charakteristiken sollte auch eine Sonnenheizung erfüllen. Um diesen Ansprüchen zu genügen, ist eine *zusätzliche Wärmequelle* notwendig, oder die *Kombination* eines *thermischen Speichers mit einer zusätzlichen Wärmequelle.*

Heute wird der *Solarteil* (d.h. Kollektor, Wärmeaustauscher und Speicher) eher als eine *Ergänzung* zu einem klassischen Heizsystem betrachtet, da unter den Klimabedingungen des schweizerischen Mittellandes eine Verminderung des Heizölverbrauches um 30 bis 50% bei einem Haus mit mittlerer Wärmeisolierung schon relativ anspruchsvolle Lösungen benötigt. Eine offensichtliche Lösung wird darin bestehen, ein System zu entwickeln, das mit Wasser zwischen 50 und 100 °C arbeitet und mit den üblichen Zentralheizungen vereinbar *(kompatibel)* ist.

Bis jetzt ist jedoch keine vollständige Untersuchung durchgeführt worden, um verschiedene Alternativen miteinander zu vergleichen und die Charakteristiken des optimalen Systems (oder der optimalen Systeme) zu bestimmen, teilweise weil zuverlässige technische und wirtschaftliche Angaben beim heutigen Stand der Forschung und Entwicklung noch fehlen. Man kann zum Beispiel die möglichen Lösungen in Funktion der Temperatur am Austritt des Kollektors darstellen (Bild 1).

Temperaturen von 20 bis 50 °C

Wärme kann bei diesen Temperaturniveaus mit Hilfe von *einfachen Flachkollektoren* mit gutem Wirkungsgrad gesammelt werden, da die Wärmeverluste bei den kleinen Temperaturdifferenzen zwischen Arbeitsmittel und Aussentemperatur bescheiden bleiben. Wählt man die *Luft als Wärmeträger,* so kann eine *direkte Heizung* verwirklicht werden [4]; die Wärmespeicherung muss in einem getrennten Material erfolgen, wobei der entsprechende Apparat, wegen der schwachen zur Verfügung stehenden Temperaturdifferenzen, Wärmeübertragungs- und Volumenprobleme stellt. Eine weitere Möglichkeit, Wärme bei solchen Temperaturen zu benützen, besteht in der Verwendung von *Wärmepumpen,* die einen mit Sonnenenergie vorgewärmten Wärmeträger bis auf die für die Zentralheizung gewünschte Temperatur erhöht, allerdings bei einem relativ hohen Elektrizitätsverbrauch.

Temperaturen in der Grössenordnung von 50 bis 100 °C

Wie erwähnt, ist eine Lösung, die Temperaturen in diesem Bereich ergibt, mit den heutigen Zentralheizungssystemen unmittelbar vereinbar. Solche Temperaturen können mit Flachkollektoren einfacher Bauart erreicht werden; der Wirkungsgrad ist in diesem Fall jedoch nicht hoch genug, um systematisch die Himmelstrahlung oder sogar die direkte Strahlung (bei kleinen Winkeln zwischen Sonnenstrahlen und Kollektorfläche) auszunützen. Die *Speicherung* der Wärme kann mit Hilfe eines *Wasserbehälters* erfolgen, falls sie für eine kurze Betriebszeit, d.h. für einen oder zwei Tage, ausgelegt ist: die Abkühlung von 5 m³ Wasser um 40 °C entspricht nämlich nur der Verbrennung von 20 kg Heizöl.

Um den Anteil der eingefangenen Energie zu erhöhen, lassen sich ebenfalls bewegliche Kollektoren verwenden, die der Bewegung der Sonne folgen, und somit eine bessere Ausnützung der direkten Strahlung ermöglichen.

Temperaturen über 100 °C

Hochentwickelte Flachkollektoren, d.h. solche, die mit *Selektivschichten* versehen sind, welche die durch die *Infrarotstrahlung* der heissen Teile verursachten thermischen Verluste vermindern, können für Temperaturen bis etwa 120 °C eingesetzt werden. Hingegen ermöglichen Kollektoren, die das Licht auf einen «thermischen Empfänger» konzentrieren – wie *bewegliche zylindroparabolische* oder *parabolische Spiegel* (Bild 2) – wesentlich höhere Temperaturen zu erreichen, je nach dem gewählten Konzentrationsverhältnis. Als *Wärmeträger* im Kollektorkreislauf sind *organische Flüssigkeiten mit niedrigem Dampfdruck* (Öl, Dowtherm usw.) geeignet. Der Vorteil der Verwendung höherer Temperaturen liegt darin, dass die thermische Speicherung in einem kleineren Volumen stattfinden kann, da das verfügbare Temperaturgefälle zwischen Kollektor und Heizkörper gross ist.

Unter den Faktoren, welche die *Wirtschaftlichkeit* der verschiedenen Systeme bestimmen, sind zu erwähnen:

- Erstellungs- und Installationskosten der Kollektoren, des Wärmespeichers, des Hilfskessels und der übrigen Systemskomponenten, wie Heizkörper, Umwälzpumpen, Wärmeaustauscher und Regulierung.
- Jährliche Menge der Sonnenenergie, die in Wärme umgewandelt wird.
- Kosten der Zusatzenergie (Heizöl, Gas oder Elektrizität).

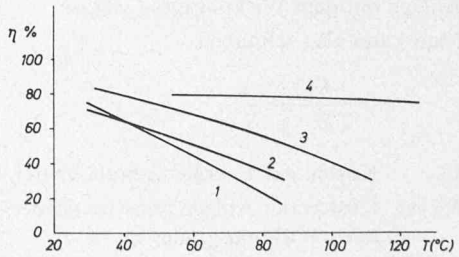
Aus dieser knappen Übersicht der möglichen Lösungen geht die Komplexität der Sonnenheizung hervor, dies um so mehr, wenn noch eine Kombination mit der Klimatisierung in Betracht gezogen wird; ausserdem steht die technische Entwicklung von kompletten Systemen noch am Anfang.

Sonnendampfkessel und Sonnenkraftwerke

Ein weiterer Bereich, in dem die schweizerische Industrie ein neues Arbeitsgebiet finden könnte, betrifft die *thermische Umwandlung* der Sonnenenergie in hochwertige Energie-

Bild 2. Wirkungsgrad η (bei gegebener Strahlungsintensität) verschiedener Kollektoren. Abszisse: Austrittstemperatur (bei gegebener Einstrahlungstemperatur) in °C

1. Flachkollektor, einfache Glasdekkung. 2. Flachkollektor, Doppelglas. 3. Flachkollektor, mit selektiver Schicht. 4. Konzentrierender Kollektor (Paraboloid).



formen. Sie erfolgt über die *Produktion von Dampf*, so dass eine gemeinsame Technologie die folgenden Energieformen einzeln oder kombiniert erzeugen kann:

- Mechanische Energie, zum Beispiel zum Antrieb einer Pumpe
- Elektrische Energie
- Dampferzeugung für industrielle Verfahren.

Grosse Anlagen (über 1 MWe) bestehen im wesentlichen aus den folgenden Komponenten:

a) Aus einer *grossen Zahl von beweglichen Spiegeln (Heliostaten)*, die mit Hilfe eines präzisen Steuersystems so gerichtet werden, dass sie unabhängig der Sonnenstellung die Lichtstrahlen auf einen zentralen «thermischen Empfänger» (Dampfkessel) konzentrieren, der auf einem Turm installiert ist. Gemäss den bisherigen Schätzungen [5, 6, 7] stellen die Heliostaten einen sehr wichtigen Anteil der Gesamtbaukosten eines Sonnenkraftwerkes (zwischen 50 und 80%) dar; sie müssen deshalb sehr sorgfältig ausgelegt werden. Das Hauptproblem liegt darin, Formen und Strukturen zu entwickeln, die bei einem Minimalaufwand an Material und Fabrikationsarbeit starken Winden widerstehen können. Es ist deshalb nicht erstaunlich, wenn sich unter den für die Heliostatenentwicklung interessierten Firmen *Flugzeug- und Raumfahrzeugfabrikanten* befinden.

b) Aus einem *Sonnenkollektorkessel*, der eine *Weiterentwicklung des klassischen Strahlungskessels* darstellt. Er besteht im wesentlichen aus einer durch die konzentrierten Sonnenstrahlen geheizte Rohrfläche; innerhalb der Rohre finden die üblichen Stufen der Wasservorwärmung, Verdampfung und anschliessend Überhitzung des Dampfes statt. Thermische Verluste werden hauptsächlich durch die Infrarotstrahlung der Rohrfläche sowie durch die Konvektion der Luft verursacht; um diese Verluste zu vermindern, ist es wünschenswert, dass der Kessel eine möglichst kleine Rohrfläche aufweist, d.h. unter einem hohen Wärmefluss arbeitet. Beispielsweise kann bei einem optischen Konzentrationsverhältnis (Gesamtfläche der Spiegel/Kesselfläche) von 800 und bei einer Dampfaustrittstemperatur von 500 °C die verlorene Wärme auf ca. 5% der einfallenden Strahlungsintensität beschränkt werden, wobei allerdings der dem Wasser bzw. Dampf zu übertragende Wärmefluss im Mittel den hohen Wert von ca. 600 kW/m² erreicht. Es handelt sich also um die *Anwendung einer Spitzentechnologie*, die auf den Erfahrungen beruht, die im Laufe der letzten Jahre auf dem Gebiet der Wärmeübertragung und der Materialwahl bei der Entwicklung der Kernkraftwerke, der Raumraketen und der mit fossilem Brennstoff gefeuerten Kessel werden konnten.

c) Aus einer *Dampfturbinenanlage klassischer Bauart*. Das vollständige System muss so ausgelegt werden, dass die Deckung des Bedarfes jederzeit möglich ist. Ist das Sonnenkraftwerk in einem Netz integriert, so kann die Last meistens durch andere Werke übernommen werden; arbeitet das Kraftwerk im «Inselbetrieb», so muss ein Hilfskessel in Parallelschaltung vorhanden sein. In jedem Fall wird die Rolle des Sonnenkraftwerkes darin bestehen, Brennstoffe oder sonstige Energieträger zu sparen.

Ähnliche Konzepte können für kleinere Anlagen (d.h. mit Leistungen unter 1 MW) entwickelt werden; dabei werden jedoch einzelne Kollektoren mit eigenem thermischem Empfänger voraussichtlich günstiger sein als die Heliostaten.

Typische Daten für ein Sonnenkraftwerk

Elektrische Leistung:	
– maximaler Wert	100 MWe
– Mittelwert während der Sonnenstunden	80 MWe
Heliostaten:	
– Gesamtfläche der Spiegel	500 000 m²
– Anzahl	10 000
– Bodenfläche des Heliostatenfeldes	1,1 km²
Höhe des Turms	250 m
Konzentrationsverhältnis	800
Dampftemperatur am Austritt des Kessels	500 °C

Was die Produktion von Elektrizität in grossem Massstab betrifft, muss man im Auge behalten, dass sich die Sonnenenergie vor allem für die *Spitzenlastdeckung* eignet. Die Produktionskosten des Stromes nehmen mit abnehmenden Betriebsstunden im Jahr sehr stark zu (Bild 3); unter den Bedingungen, die in den Industrieländern gelten, kann ein Sonnenkraftwerk mit einem konventionellen Spitzenkraftwerk durchaus konkurrenzfähig werden [8]. Würde man jedoch versuchen, mit Hilfe der Sonne Grundlastenenergie zu produzieren und dabei die Strahlungs-Schwankungen mit Hilfe einer Wärmespeicherung über 24 Stunden «glätten», so wäre der resultierende Strom viel teurer als der, der durch andere Grundlast-Kraftwerke erzeugt wird.

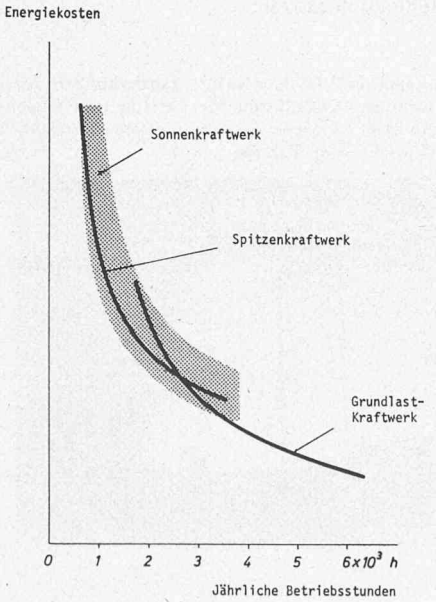


Bild 3. Verlauf der Energiekosten in Funktion der jährlichen Betriebsstunden

Chemische Speicherung und synthetische Brennstoffe

Das Konzept der chemischen Speicherung betrifft sowohl die Anwendungen im Haushalt wie im industriellen Gebiet und bedarf besonderer Aufmerksamkeit, da es ermöglichen sollte, einen Teil der im Sommer einfallenden Energie für die Winterperiode aufzubewahren. Es wird hier davon Gebrauch gemacht, dass die Sonnenstrahlung eine Wärmequelle darstellt, mit der sich hohe Temperaturen erreichen lassen. In einem *Solarofen* (oder *«Solarreaktor»*) kann somit eine endotherme Reaktion stattfinden, die eine Etappe in einem thermochemischen Kreisprozess bildet. Was die weiteren Etappen betrifft, kann man zwei Fälle unterscheiden:

a) *Kontinuierliche Kreisprozesse:* der ganze Prozess wird an Ort und Stelle durchgeführt und bezweckt die Produktion eines Brennstoffes, der sich speichern und transportieren lässt, zum Beispiel die Erzeugung von Wasserstoff durch die thermochemische Dissoziation des Wassers. Eine mögliche Lösung besteht darin, ein Metalloxid bei hoher Temperatur (meistens über 1100 °C) in Metall und Sauerstoff zu zersetzen; in einer zweiten Etappe, bei niedrigerer Temperatur, reagiert das Metall mit Wasser, wobei das Oxid wieder gebildet wird, unter Freisetzung von Wasserstoff:

I $MeO \rightarrow Me + \frac{1}{2} O_2$

II $Me + H_2O \rightarrow MeO + H_2$

b) *Unterbrochene Kreisprozesse:* die Hochtemperaturetappe dient ebenfalls zur Zersetzung einer chemischen Verbindung. Die Zersetzungsprodukte (oder eins davon) werden bei Raumtemperatur gelagert und zu gewünschter Zeit unter Abgabe von Wärme rekombiniert. Gewisse Metalloxide eignen sich beispielsweise auch in diesem Fall:

I $MeO \rightarrow Me + \frac{1}{2} O_2$

II $Me + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow MeO$

oder

I $2\,MeO \rightarrow Me_2O + \frac{1}{2} O_2$

II $Me_2O + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow 2\,MeO$

In der zweiten Reaktion kann man Sauerstoff aus der Luft verwenden, so dass man nur das Metall bzw. das Suboxid lagern muss. Weitere Kreisprozesse sind denkbar; dabei sind feste oder flüssige Zwischenprodukte wünschenswert, damit die Lager- und Transportprobleme leicht gelöst werden können.

Die praktische Entwicklung dieses Konzepts stellt eine Anzahl Probleme von technologischer Natur. Dabei ist als positiver Aspekt zu erwähnen, dass die Übertragung der Wärme an die zu zersetzenden Substanz direkt durch Strahlung und nicht durch Übergang durch eine Wand erfolgen kann, was die Materialwahl für den Solarreaktor vereinfacht.

Schlussbemerkungen und Verdankung

Die erwähnten Anwendungen der Sonnenenergie sind nicht die einzigen, die von Interesse sind; wir haben uns hier bewusst auf Bereiche beschränkt, die in Programme der schweizerischen Industrie aufgenommen worden sind oder sich dort eingliedern lassen. Die Ausnützung der Sonnenenergie bietet gleichzeitig die Möglichkeit, die energetische Unabhängigkeit der Schweiz zu erweitern und eine Anzahl industrieller und gewerblicher Tätigkeiten zu fördern.

Die Autoren möchten an dieser Stelle *J. C. Courvoisier* ihren herzlichen Dank für seine Beiträge aussprechen.

Literaturverzeichnis

[1] *Mana Al Otaiba:* «OPEC and the Petroleum Industry», John Wiley and Sons Inc., New York.

[2] Bulletin der Schweiz. Vereinigung für Sonnenenergie (SSES), 1/1975.

[3] *J. C. Courvoisier:* «Quelques perspectives d'exploitation de l'énergie solaire, notamment en Suisse», Bull. techn. de la Suisse romande *101* (11) Mai 1975.

[4] *F. Trombe:* «Le chauffage par rayonnement solaire» CNRS, Laboratoire de l'énergie solaire, Odeillo (France).

[5] *J. C. Powell et al.:* «Dynamic Conversion of solar generated heat to electricity», NASA CR 134724, August 1974.

[6] *J. B. Blackmon:* «Design, fabrication and test of a heliostat for a central receiver thermal power plant», NSF/RANN/SE/GI 39456 TR/75, Sept. 1975.

[7] «Solar thermal power systems based on optical transmission, final report», NSF/RANN/SE/GI 39456/FR/75/3, Oct. 1975.

[8] *J. Fournier, J. L. Meylan:* «Influence des caractéristiques des réseaux électriques sur la conception des centrales solaires», Colloque sur l'électricité solaire, Toulouse, Mars 1976 (à paraître).

Adresse der Verfasser: *J. L. Meylan,* dipl. Ing. ETHZ und *J. J. Dérouette,* Ing. diplomé EEG, MSc., Battelle, Centre de Recherche de Genève, 7, route de Drize, 1227 Carouge.

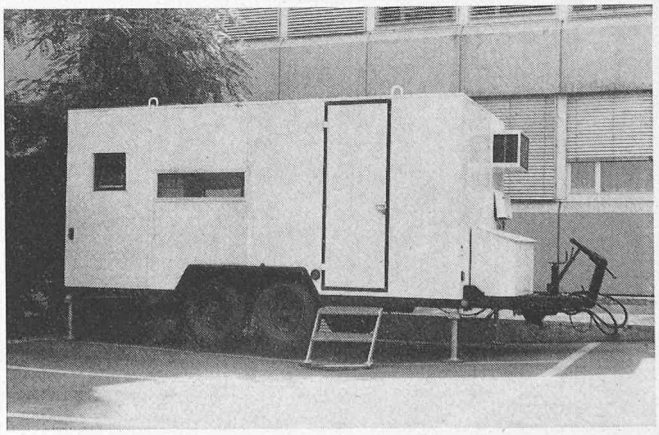
Strahlungsmesswagen im Dienste von Bauklimatologie und Sonnenenergienutzung

Von **Peter Valko,** Zürich

DK 551.521.1

Die enorme Energiemenge zur Aufrechterhaltung des gesamten Wettergeschehens wird der Atmosphäre durch die Sonnenstrahlen zugeführt. Es gehört daher zu den Aufgaben der Meteorologie, die Sonnenstrahlung bzw. die atmosphärischen Strahlungsprozesse zu untersuchen, so vor allem *Intensität, Richtungsverteilung* und *spektrale Zusammensetzung* der einzelnen Strahlungskomponenten zu messen und die Messdaten auszuwerten. Bessere Kenntnisse über die atmosphärischen Strahlungsvorgänge erlauben ein besseres Verständnis der atmosphärischen Energetik und ermöglichen dadurch eine Verbesserung der Wettervorhersage.

Neben dieser wichtigen Zielsetzung führen die nationalen meteorologischen Dienste seit vielen Jahren Strahlungsmessungen an verschiedenen Orten durch, um die zeitlich veränderlichen und räumlich unterschiedlichen klimatologischen Strahlungsverhältnisse erfassen und in ihren Gesetzmässigkeiten aufdecken zu können. Diese Messunterlagen bilden gleichzeitig die Grundlage einer Reihe Dienstleistungen der *angewandten Strahlungsmeteorologie.* Die meisten der zu lösenden Probleme stehen im Zusammenhang mit dem Wärmehaushalt verschieden geformter und im natürlichen Strahlungsfeld verschieden ausgerichteter Objekte.

Das *Wärmehaushaltproblem von Gebäuden* ist dabei von besonderer Bedeutung, hängt es doch eng mit *Gesundheit und Leistungsfähigkeit des Menschen* zusammen. Die anfallende Strahlungsenergie bildet hier den dominierenden Umweltfaktor für bauphysikalische und wärmetechnische, insbesondere klimatechnische Berechnungen. Dass solche Messergebnisse auch für den *Architekten* zur Planung der *natürlichen Beleuchtungsverhältnisse* von Nutzen sind, liegt auf der Hand. Aus den Strahlungsmessdaten weiter entfernt gelegener Stationen lassen sich zwar wertvolle statistische Rechenunterlagen für den Standort des Gebäudes ableiten, doch ist es von grossem Wert, diese Angaben durch Messungen an Ort und Stelle zu ergänzen.

Mobiler Strahlungsmesswagen, mit Feldgenerator, Einrichtungen für die Gas- und Wasserversorgung, Anschlüssen für Telefon und Computeranlage zur Steuerung der Messinstrumente und zur Verarbeitung der Messresultate. Gewicht: vier Tonnen