

# Flächenbedarf für Solaranlagen läßt sich verringern

## Platzsparende Tragstrukturen – Vorgestellt von Joachim Wenzel

Zahlreiche Patentschriften belegen, daß sich der Verfasser intensiv mit der Frage auseinandergesetzt hat, wie Solarkraftwerke, aber auch kleinere Solaranlagen möglichst platzsparend ausgeführt werden könnten. Für ihn ist es erwiesen, daß der Flächenbedarf für Solaranlagen keineswegs einer weitgehenden Nutzung der Sonnenenergie entgegenstehen muß, weder in besiedelten noch in landwirtschaftlich genutzten oder gar ariden Gebieten. An Hand von Auszügen aus seinen Patentanmeldungen erläutert der Autor platzsparende Tragstrukturen für Kollektoren und Solarzellenmodule, die darüber hinaus auch noch zu einer erhöhten Ausbeute der Sonnenenergie führen können. Zum Schluß wird angedeutet, daß sich seine Überlegungen prinzipiell auch auf Fahrzeuge übertragen lassen.

Der aus der Schweiz stammende Professor Dr. Seifritz, ein Kernkraftbefürworter, erklärte 1980 vor dem VDI in Stuttgart: Für ein dicht besiedeltes Industrieland wie die BRD würde es niemals möglich sein, die Solarenergienutzung in nennenswertem Umfang zu verwirklichen, weil die hierfür erforderliche Bodenfläche nicht zur Verfügung stünde. Es seien dafür nämlich ungefähr 120 000 km<sup>2</sup>, also etwa die Hälfte der BRD, erforderlich. Schon jetzt würden die Grünen einem übermäßigen Flächenbedarf durch Flugplätze, Autobahnen und dergleichen heftig widersprechen. Ein zusätzlicher Bedarf würde also gerade von den Umweltschützern keinesfalls hingenommen werden, ganz abgesehen davon, daß es unmöglich sei, diese Flächen bereitzustellen. Selbst wenn die Solarzellen gar nichts kosten würden, sei dieser Weg deshalb versperrt.

1985 stellte Dipl.-Ing. W. Renner fest, daß die Deckung des Bodenflächenbedarfs physikalisch-naturbedingter Art und deshalb technischen Lösungsmöglichkeiten nur beschränkt zugänglich sei. Wie in „Sonnenenergie“ 6/85 nachzulesen, äußerte sich auch der bayerische Staatsminister Dick in ähnlichem Sinne. Unter anderem befürchtet er eine Umweltgefährdung, falls die Solarenergie in größerem Umfang genutzt würde; ganz abgesehen von dem nicht zu befriedigenden Flächenbedarf.

Dem stehen Äußerungen zum Beispiel von Dr.-Ing. Ludwig Bölkow gegenüber, wonach er der Meinung ist, daß dieses Problem „im Prinzip“ gelöst sei; es würde wohl nicht erforderlich sein, gewachsene Stadtkerne durch Solarzellen zu verschandeln. Ferner müssen in diesem Zusammenhang Prof. Goetzberger und Dr. Zastrow erwähnt werden, die 1982 erklärt haben, daß entgegen der herkömmlichen Meinung die Solarenergienutzung sehr wohl mit der Landwirtschaft vereinbar sei.

### Wo liegt das Problem?

Ganz offensichtlich stellt sich das Problem dort nicht, wo genügend Fläche zur Verfügung steht. Wenn ein Hauseigentümer sein Brauch- oder Schwimmbad solar erwärmen will, dann kann er meistens auf eine ausrei-

chende Dachfläche zurückgreifen. Sie muß allerdings günstig ausgerichtet sein und darf nicht durch Nachbargebäude beschattet werden. Schon für mehrstöckige Häuser gilt dies aber ganz offensichtlich nicht, jedenfalls nicht für den größten Teil der Bewohner. Fassaden können nur genutzt werden, wenn sie nach Süden gerichtet und im wesentlichen unbeschattet sind. Außerdem sind Südfenster heute derart groß, daß nicht mehr viel Platz zur Anbringung von Sonnenkollektoren übrig bleibt.

Bisher war nur vom häuslichen Bedarf die Rede, der von Industrie und Handwerk käme noch hinzu. Es steht außer Frage, daß dafür die Dachflächen der entsprechenden Gebäude nicht ausreichen. Gleiches gilt zum Beispiel für große Schwimmbäder, bei denen die Dachfläche der Umkleidekabinen in der Regel nicht groß genug sind.

Auf einem anderen Blatt steht die Erzeugung von elektrischer Energie durch große photovoltaische Anlagen. Dazu wurde bekanntlich vorgeschlagen, man solle wegen der mangelnden Bodenfläche in die Wüste gehen. Dort könne man den Strom in Wasserstoff umwandeln oder durch lange Hochspannungsleitungen dem Verbraucher zuführen. Indessen wird das wohl nicht nötig sein, denn seit Anfang 1979 liegen technische Lösungen des Flächenbedarfsproblems vor.

Das Lösungsprinzip ist denkbar einfach. Das Solarkraftwerk wird auf Stützen gesetzt oder an Gebäuden hängend angeordnet, so daß unter den Kollektoren oder Solarmodulen die Bodenfläche wie bisher genutzt werden kann. Den Lesern dieser Zeitschrift ist die photovoltaische Anlage auf der Nordseeinsel Pellworm bekannt. Dort sind die Solarmodule bekanntlich auf Stützen angeordnet, die auf einer Schafweide stehen. Die Schafe weiden dort wie bisher, und auch das Wachstum des Grases wird, soviel bekannt, nicht behindert. Bei den in den Städten Ahaus und Stadtsteinach verwirklichten Projekten wird der Boden unter den auf Stützen liegenden Kollektoren als Parkplatz genutzt. Schließlich hat man in Genf eine doppelgleisige Eisenbahnlinie mit Vakuum-Röhrenkollektoren überbaut, durch die das Rücklaufwasser einer Fernwärmanlage aufgeheizt wird (Sonnenenergie 1/86). Dies ist ein Beispiel dafür, daß sich solche Anlagen auch inmitten von Großstädten errich-

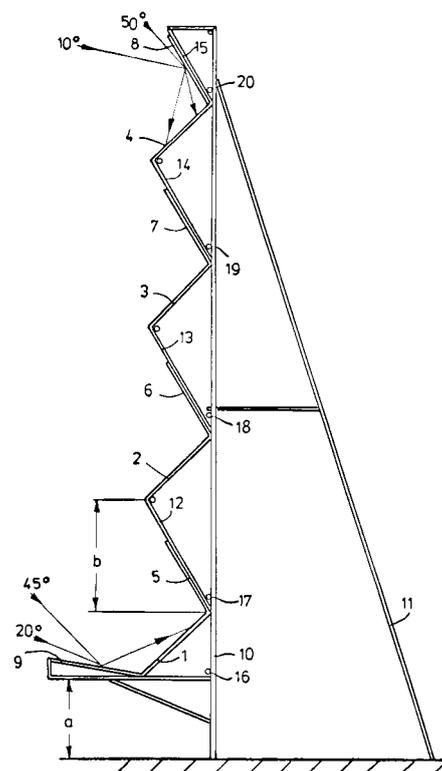
ten lassen, wo bekanntlich die Bodenflächen ganz besonders hoch sind.

Es ist sehr verwunderlich, daß selbst Befürworter der Sonnenenergie heute noch davon sprechen, daß es sich hier um ein allenfalls „im Prinzip gelöstes Problem“ handele. Die erwähnten und mit staatlichen Mitteln gebauten oder geförderten Großanlagen sind allerdings weit davon entfernt, optimale Ausführungsformen darzustellen.

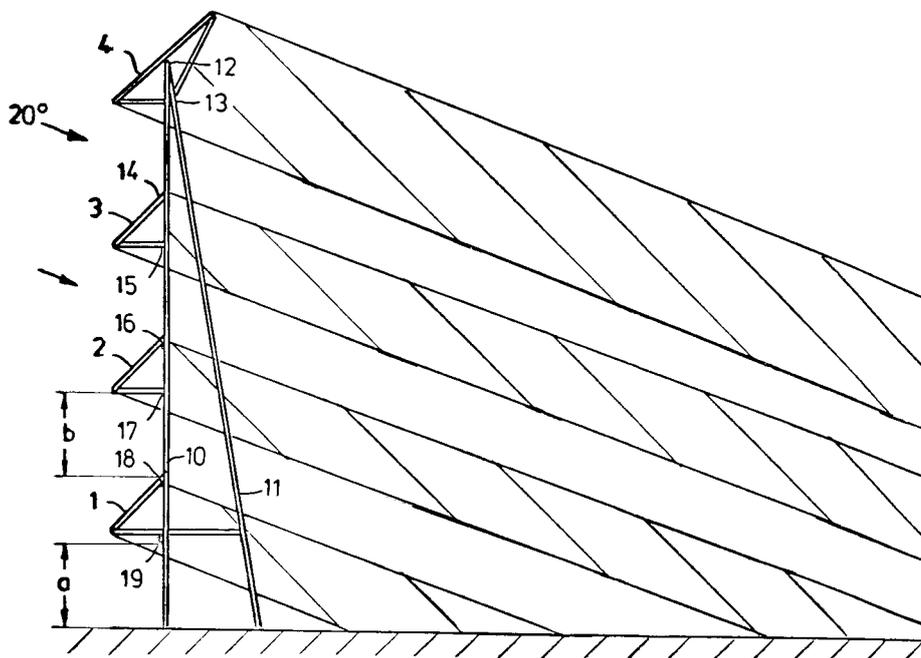
### Optimale Ausführungsform

Bisher ist es bei Großanlagen nicht gelungen, die gegenseitige Beschattung der einzelnen von Süd nach Nord im Abstand zueinander angeordneten Reihen von Kollektoren z.B. zu verhindern. Den Abstand zwischen ihnen zu vergrößern, verringert lediglich die Beschattung. Andererseits wird dadurch das Kollektorfeld noch stärker auseinander gezogen, so daß zum Beispiel auf Pellworm die Fläche von zwei Fußballfeldern benötigt wird, um lediglich 150 kW zu erzeugen. Trotzdem kann die gegenseitige Abschattung morgens und abends zu keiner Jahreszeit völlig verhindert werden.

Das Bild rechts oben zeigt eine Ausführungsform, bei der keine der einzelnen Reihen beschattet wird. Die Kollektorreihen 1, 2, 3 und 4 sind übereinander auf der Südseite der Stütze 10 angeordnet. Dahinter befinden sich weitere Stützen 10 in einem gewissen Abstand zu-



Tragstruktur für Sonnenkollektoren, bei der Spiegel (5-9) zu einer erheblichen Leistungssteigerung beitragen.



Gerüst zur Aufnahme von Sonnenkollektoren, unter dem der Boden landwirtschaftlich genutzt werden kann und bei dem keine der übereinander angeordneten Kollektorreihen eine andere beschattet.

einander. Außerdem sind die Stützen durch horizontale Querträger 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 miteinander verbunden. An diesen sind die Kollektoren 1 bis 4 oben direkt befestigt, während unten etwa horizontal liegende Stützen zur Halterung der Unterkante der Kollektoren vorgesehen sind.

Entscheidend ist, daß der Abstand  $b$  zwischen den einzelnen Kollektorreihen so groß gewählt wird, daß eine gegenseitige Beschattung ausgeschlossen ist. In unseren Breitengraden beträgt der maximale Einstrahlungswinkel um 12 Uhr am 21. Juni etwa  $60^\circ$ , in der Schweiz  $63^\circ$ . Im betrachteten Bild wurde der Abstand  $b$  so gewählt, daß es in diesem Falle zu keiner gegenseitigen Beschattung kommt. Außerdem ist der unterste Kollektor 1 in einem Abstand  $a$  über dem Boden angeordnet, so daß dessen Nutzung bis auf die Stützen 10/11 nichts im Wege steht.

Wichtig ist, daß die Fläche rechts von der Anlage frei von irgendwelchen Stützen oder irgendeiner Bebauung gehalten wird. Dadurch trifft auf diese Fläche nicht nur die Sonnenstrahlung im Bereich des Abstandes  $b$ , vielmehr kommt die diffuse Strahlung noch hinzu.

Eingezeichnet ist die  $20^\circ$ -Strahlung. Auf dem Boden rechts von der Stütze 11 wechseln sich Streifen von Sonne und Schatten ab, die im Laufe des Tages schnell von vorne nach hinten und auch von rechts nach links über die ganze Fläche wandern. Deshalb kann auf dieser Fläche auch eine intensive Landwirtschaft, und nicht nur Viehzucht betrieben werden. Außerdem wird durch diese Ausführungsform die Zahl der Stützen ganz wesentlich verringert. Die Stütze 11 ist lediglich für den Bedarfsfall zur sicheren Aufnahme der Windlast vorgesehen. Die Höhe der Stützen ist nicht begrenzt. Es könnte sich als wirtschaftlich erweisen, Holzstützen, ähnlich den bekannten Telegraphenmasten, zu verwenden. Druckimprägnie-

runge kann eine Nutzungsdauer bis zu 25 Jahren garantieren.

In warmen Ländern tritt Bodenerosion unter anderem dadurch ein, daß die Sonneneinstrahlung zu stark ist. Der Boden trocknet auch bei künstlicher Bewässerung schnell aus. Die Ausführungsform nach dem Bild schafft hier eine Umweltverbesserung, weil der Boden rechts von der Anlage in erheblichem Umfang beschattet wird. Er kann sehr viel besser und leichter kultiviert werden, bei künstlicher Bewässerung wird weniger Wasser benötigt. Es kommt aber noch zu einem anderen wünschenswerten Effekt: Sowohl von den Kollektoren 1 bis 4 als auch von dem beschatteten Feld nördlich des Solarkraftwerkes wird eine Wärmeabstrahlung nach oben verhindert.

### Leistungssteigerung

Das Bild auf der linken Seite zeigt eine weitere Ausführungsform, mit der sich eine erhebliche Leistungssteigerung erreichen läßt. Die Kollektoren 1 bis 4 sind hier ähnlich wie zuvor an dem Mast 10 befestigt. An Stelle der horizontalen Stützen sind hier die Stützen 12, 13, 14 und 15 jedoch in einem Winkel von  $60^\circ$  zwischen den Ober- und Unterkanten der Kollektoren im Abstand  $b$  angeordnet. An diesen Stützen sind zusätzlich die Spiegel 5, 6, 7 und 8 angebracht. Die Wirkung ist am oberen Spiegel 8 dargestellt: Der Mittenstrahl, der im Winkel von  $10^\circ$  auf den Spiegel 8 auftrifft, wird auf den darunterliegenden Kollektor abgelenkt; das gleiche geschieht mit dem ebenfalls eingezeichneten  $50^\circ$ -Strahl. In unseren Breitengraden wird somit der weitaus größte Teil der auf den Spiegel 8 auftreffenden Strahlung zusätzlich auf den darunterliegenden Kollektor gelenkt, wodurch sich dessen Leistung zum Beispiel verdoppeln könnte.

Im unteren Bereich ist an der unteren Südkante des Kollektors 1 ein weiterer Spiegel 9 in einem gewissen Winkel zur Horizontalen angebracht, so daß sowohl die  $20^\circ$ - als auch die  $45^\circ$ -Strahlung zusätzlich auf den Kollektor 1 geworfen wird. Dadurch kann der Fall eintreten, daß dieser Kollektor 200 % leistet im Vergleich zur Leistung ohne die beiden Spiegel 5 und 9. Die Spiegel müssen nicht aus Spiegelglas sein, preisgünstige Spiegelfolien erfüllen denselben Zweck. Es kann in Kauf genommen werden, daß am 21. Juni um 12 Uhr die Spiegel nicht wirksam sind, morgens und abends tritt indessen auch an diesem Tage die erwähnte Wirkung ein.

Infolge der mit der zweiten Ausführungsform verbundenen Leistungssteigerung um ein Vielfaches wird selbstverständlich noch weniger Bodenfläche benötigt, wobei diese eigentlich nur von den Bodenstützen 10 und 11 verbraucht wird. Wie man sich leicht denken kann, gibt es noch eine große Anzahl weiterer Ausführungsformen, die sich, was die Spiegelanordnung betrifft, auf alle bekannten Solarkraftwerke anwenden lassen.

### Land-, Wasser- und Luftfahrzeuge

Die Tour de Sol '85 hat gezeigt, daß die Möglichkeit besteht, Landfahrzeuge durch Solarenergie anzutreiben. Auch hier läßt sich das Prinzip nach den beiden Bildern anwenden, wonach mindestens eine weitere Solarfläche in einem Abstand  $b$  über der untersten angeordnet werden kann. Natürlich darf das Fahrzeug dadurch nicht allzu hoch werden. Wenn man aber an die zweistöckigen Omnibusse denkt, dann wird klar, daß die Anordnung einer zweiten Fläche immerhin in einem beachtlichen Abstand  $b$  möglich ist.

Dabei muß man in Kauf nehmen, daß die Haltestangen und Seile der zweiten Solarfläche Schatten auf die darunterliegende werfen. Es besteht aber die Möglichkeit, lichtdurchlässige Stangen aus Kunststoff zu verwenden, die wenigstens einen Teil der Strahlung durchlassen. Darüber hinaus ließen sich auf einem Anhängerfahrzeug zusätzliche Solarzellenmodule unterbringen. Bei Sonneneinstrahlung genau von vorn oder genau von hinten würden sich Zugfahrzeug und Anhänger freilich gegenseitig beschatten.

Sehr viel günstiger sind die Möglichkeiten bei Wasserfahrzeugen, vom Schlauchboot bis zu seegängigen Frachtschiffen. In meinem Patentschriften finden sich dazu mehrere Ausführungsbeispiele. Was Luftfahrzeuge anbetrifft, so wird sich der Leser an amerikanische und deutsche Leichtflugzeuge mit Solarantrieb erinnern. Deren Flügeloberseiten sind vollständig mit Solarzellen belegt. Zur Leistungsverbesserung schlage ich nicht etwa ein Doppeldecker-Flugzeug vor, vielmehr sehr große Solarzellenteppiche, die sich hinter den Flügeln eines herkömmlichen Motorseglers ausbreiten.