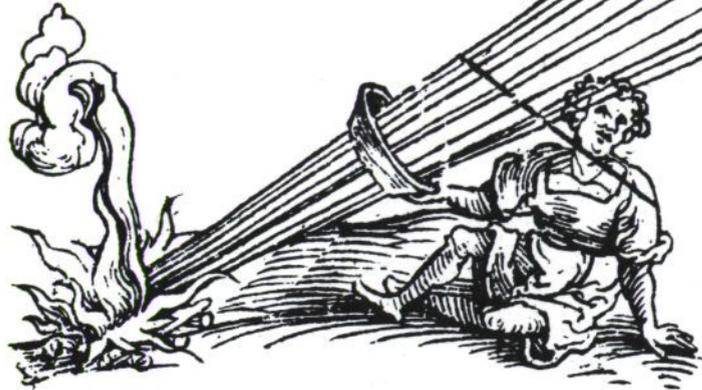


Eine Idee, deren Zeit gekommen ist



Ringförmiger Spiegel,
Vitellius 1535 (Ausschnitt)

Wenn am Anfang der Philosophie das Staunen stand, so stand am Anfang des Staunens die Sonne. Anaxagoras sagt: „Die Sonne ist größer als die Peloponnes“. Wenn es sie nicht gäbe, vermutete – erstaunlich wahrheitstreu – Heraklit, „so wäre es trotz der anderen Gestirne Nacht“. Daß sie so regelmäßig geht und kommt, daß sie so leuchtet und wärmt, flößte den Menschen gehörigen Respekt ein. Dieser Achtung vor der Sonne als einem gleichsam göttlichen Phänomen zum Trotz haben Gelehrte und Techniker seit der Antike versucht, sich das Sonnenfeuer dienstbar zu machen. Die meisten Unternehmungen endeten in statu nascendi, waren zur Erfolglosigkeit verurteilt, weil sie mehr von stürmerischem Erfindergeist als von zuverlässigem physikalischem Wissen geleitet waren.

Eine Revolution in der Geschichte der Solartechnik brachte erst das Jahr 1839. Becquerels Entdeckung des Photoeffekts öffnete die entscheidende Perspektive. Seither wissen wir, daß wir uns die Sonne als langlebigen und kostenlosen Reaktor zunutzmachen können. Es gehört zur Unlogik der Geschichte, daß Becquerels Entdeckung bis heute weitgehend folgenlos geblieben ist. Zwar haben wir Sonnenenergieanlagen in allen Teilen der Welt, die zum Teil auch sehr gut funktionieren. Aber der entscheidende Durchbruch steht 150 Jahre nach Becquerel noch aus.

Dabei weiß jeder, der sich von der Entwicklung der Energievorräte ein realistisches Bild gemacht hat, daß wir auf die Dauer nicht ohne die regenerativen Energiequellen auskommen können. Wer nur die begrenzten

Energien der Erde nutzen will, der lebt über seine Verhältnisse, der versündigt sich an den nachfolgenden Generationen, und der sägt an seinem eigenen Ast. Daß über die Dramatik der Ressourcen-Lage trotz Club of Rome so wenig geredet wird, ist Folge einer gigantischen kollektiven Verdrängungsleistung.

Eine Zeitlang sah es ganz anders aus. Wir hatten gespürt und gehofft, daß Tschernobyl auch jene zur Einsicht bringen könnte, die sich eine Welt ohne Atomkraft nur vorstellen können als eine Welt von Höhlenmenschen. Tschernobyl ist aber längst passé, es hat die Wende in der energiepolitischen Diskussion nicht bringen können. Wenigstens sind aber in der aufgeregten Zeit einmal verstärkt diejenigen Wissenschaftler und Politiker zu Wort gekommen, die aus guten Gründen gegen Kernenergie sind und eher die alternativen Ansätze im Auge haben. Ihre Rechnung, daß die Solarenergie letzten Endes die Erwartungen einlösen könnte, die das Atom nicht erfüllen konnte – das klingt utopisch, wird aber von der Wahrheit nicht weit entfernt sein.

Einstweilen ist die Sonnenenergie Opfer ihrer Vorverurteilung. Sie könne, argumentieren auch Profis der Branche, nicht preisgünstig genug hergestellt

werden. Das Argument begründet einen Teufelskreis; denn die Prophezeiung löst sich selbst ein, weil sie verhindert, daß durch Serienproduktion von Anlagen günstigere Kosten erreicht werden.

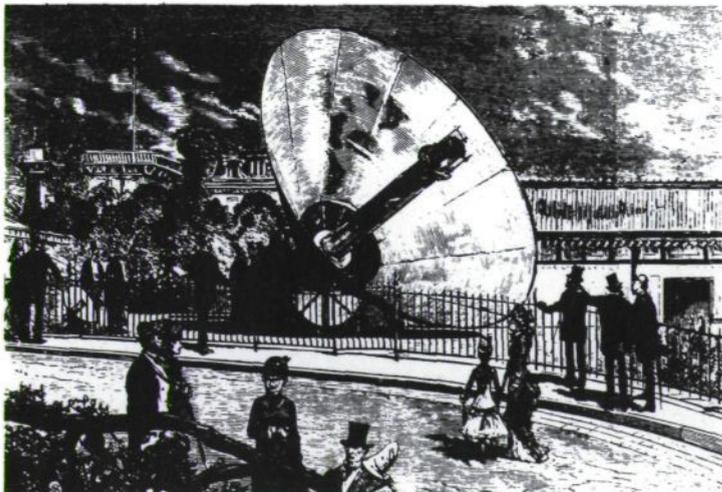
Sonnenergie für kleine Elektrogeräte wird allerdings gerade stürmisch akzeptiert, Solartaschenrechner sind Schülerstandard. Auch der Bereich der Antriebstechnik ist in Bewegung gekommen. Die Tour de Sol und andere Veranstaltungen finden großes Zuschauerinteresse.

Die Frage ist nur, was das Publikum in diesen Fahrzeugen sucht. Wir sind drauf und dran, diese oft abenteuerlich gestalteten Flitzer in den Bereich der Science-Fiction-Folklore abzuschieben. Das ist das falsche Gleis, ein Abstellgleis. Denn die Fahrzeugbauer haben ja längst bewiesen, daß die Technik noch so viele Reserven hat, daß sie für den Individualverkehr eine durchaus ernstzunehmende Alternative darstellen kann. Hinter dem augenzwinkernden Motto „Pack' die Sonne in den Tank“ steht weit mehr als ein billiger Gag für spleenige Tüftler. „Lichtblick“ hieß das Auto, mit dem sich ein deutscher Konstrukteur am World Solar Challenge in Australien beteiligte.

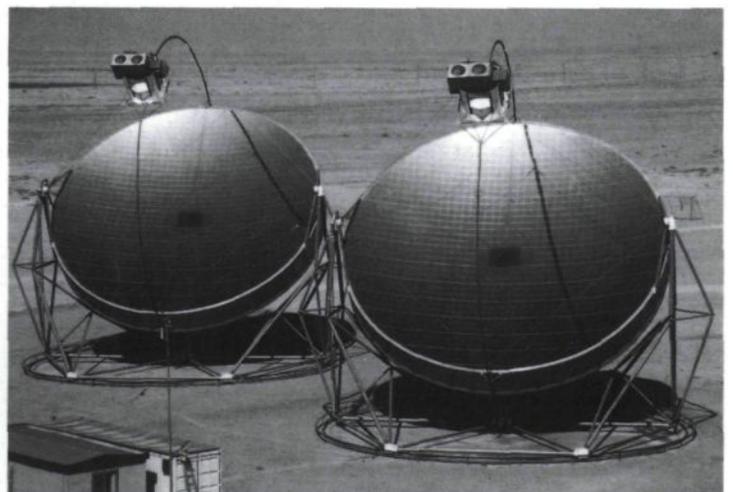
Lichtblickè sind zarte Gebilde, sie brauchen Helfer, die sich auch nicht mit Lincolns Einsicht begnügen wollen, daß ja ohnehin nichts auf der Welt so mächtig sei „wie eine Idee, deren Zeit gekommen ist“.

Oskar Lafontaine

Der Sonnenspiegel der Pariser Weltausstellung von 1878: In 30 Minuten wurden 70 Liter Wasser zum Sieden gebracht.



Paraboloide erzeugen Hochtemperaturwärme zum Antrieb eines Stirlingmotors, Schlaich u. Partner, 20-50 kW, Saudi-Arabien.



Zwei Wege, die Sonne zu nutzen: Photovoltaik und Solarthermik

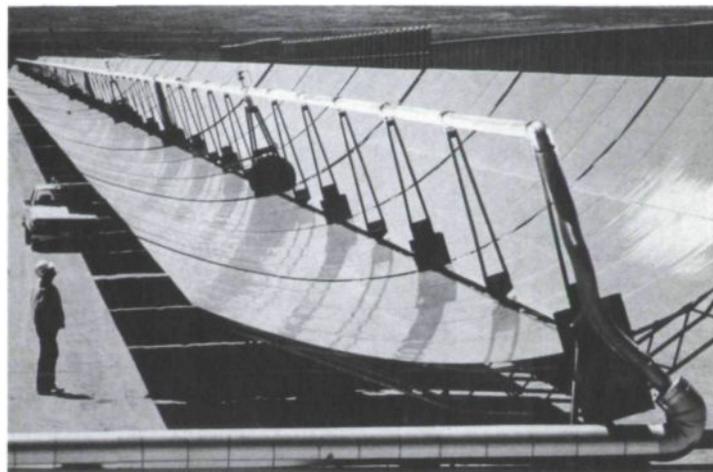
Mit der pro Jahr auf die Erde eingestrahltene Sonnenenergie ließe sich der Jahresenergiebedarf der gesamten Menschheit mehr als 7.000 mal decken. Photovoltaik und Solarthermik sind zwei grundverschiedene Technologien, um diese gewaltige Menge kostenloser Energie als Strom, oder im Falle der Solarthermik auch als Prozesswärme nutzbar zu machen.

Photovoltaik: 1954 beobachteten Wissenschaftler von Bell Telephone (USA), daß an Dioden aus dem Halbleiter-Werkstoff Silizium eine elektrische Spannung entstand, sobald Licht darauf fiel. Auf diesem photo-voltaischen Effekt beruht die Technik der Solarzellen. Fällt auf die Grenzschicht zweier verschiedenen „dotierter“ Halbleiterschichten Sonnenlicht, so werden Elektronen freigesetzt, es entsteht elektrische Spannung. Mit Kontakten kann man diese Photospannung abgreifen und zu einem Gleichstromkreis schließen. Oder einfach ausgedrückt: Solarzellen, die aus entsprechend kombinierten Halbleiterschichten bestehen, sind in der Lage, Sonnenlicht direkt in elektrischen Strom umzuwandeln.

Solarthermische Kraftwerke hingegen benötigen mehrere Stationen, um Sonnenlicht in Strom zu verwandeln. Das Sonnenlicht wird mit Hilfe von Spiegeln auf einen Brennpunkt oder eine Brennlinie konzentriert, wo es seine gebündelte Energie an einen Wärmeträger, z.B. Wasser oder Thermoöl, abgibt. Hierbei entstehen je nach Tech-

nik Temperaturen von einigen hundert bis über tausend Grad Celsius, die entweder direkt als Prozesswärme oder aber über einen konventionellen Wasserdampfkreislauf zur Stromerzeugung genutzt werden können. Kurz gesagt: Solarthermische Kraftwerke zur Stromerzeugung ähneln konventionellen Kraftwerken, nur wird der Wasserdampfkreislauf nicht mit Energie aus z.B. Kohleverbrennung versorgt, sondern mit gebündelter Energie von der Sonne.

Solarthermische Kraftwerke brauchen einen hohen Anteil von Direktstrahlung, um das Licht mit Hilfe von Spiegeln konzentrieren zu können. Wird das Licht an Wolken in alle möglichen Richtungen gestreut, ist eine Fokussierung auf einen Brennpunkt- oder eine Brennlinie unmöglich. Solches Streu- oder diffuses Licht kann also von solarthermischen Kraftwerken nicht genutzt werden, wohl aber von photovoltaischen Systemen, die keine Fokussierung benötigen. Aus diesem Grunde werden wir in Nord- und Mitteleuropa solarthermische Kraftwerke nicht zu Gesicht bekommen. Erst in Südspanien und Südgriechenland scheint genug Sonne über wolkenfreiem Himmel, um Solartürme oder -farmen rentabel betreiben zu können; optimal werden die Einstrahlbedingungen in Nordafrika. Solarthermische Kraftwerke sind im Sonnengürtel der Erde zu Hause. Solarzellen von photovoltaischen Kraftwerken können dagegen auch unter bewölktem



Solarfarm, 30 MW, Luz und Flachglas Solar GmbH: Rinnenförmige Parabolspiegel konzentrieren das Sonnenlicht auf eine Brennlinie, die gebündelte Energie wird von einer mit Thermoöl gefüllten Röhre aufgenommen.

Himmel, wenn auch mit verminderter Leistung, arbeiten, und sind somit überall auf der Erde einsetzbar.

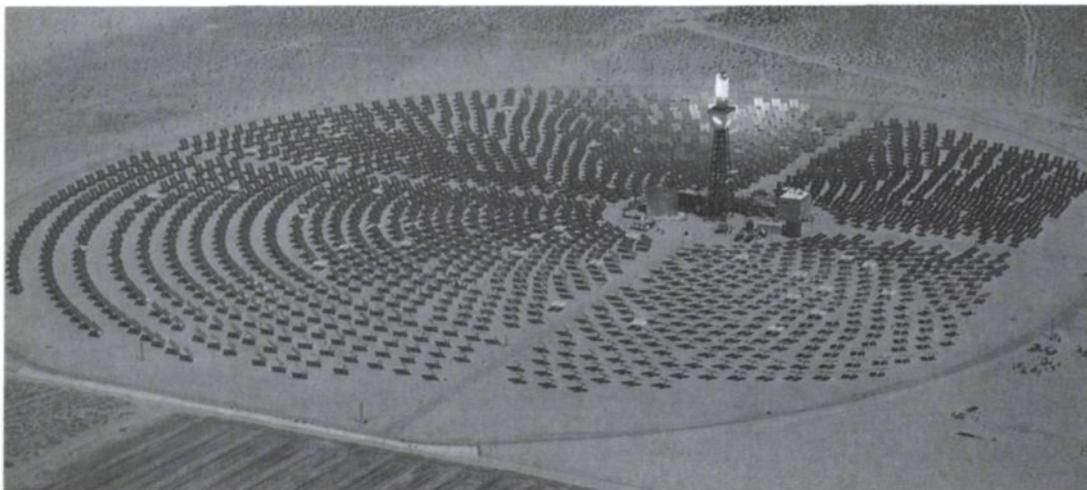
Ein anderer, grundsätzlicher Unterschied betrifft die Größe der Systeme. Solarzellen können Taschenrechner und Armbanduhr mit Strom versorgen, ebenso in Minikraftwerken ganze Dörfer. Der technische Aufwand, und damit der Preis, unterscheidet sich in beiden Fällen nur unwesentlich. Solartürme und -farmen benötigen aufwendige zentrale Komponenten, wie Wasser-Dampfkreislauf, Kühlturm, Turbine und Generator. Dieser Aufwand lohnt sich erst für große Kraftwerke ab etwa 30 MW, mit denen sich zig-tausende Wohnungen mit Strom versorgen lassen.

Die Photovoltaik ist also ein-

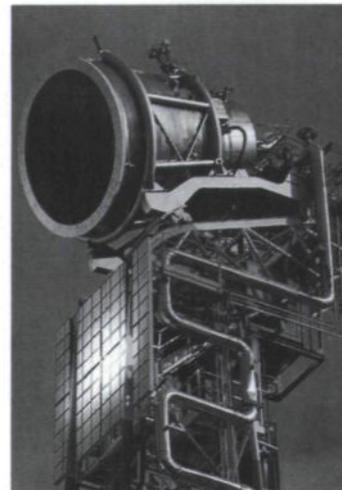
facher, bequemer und universeller einsetzbar, scheinbar also schlichtweg das sinnvollere System, wenn da nicht ein entscheidender Nachteil wäre: Solarzellen sind für den großtechnischen Einsatz noch viel zu teuer, solarthermische Kraftwerke dagegen können unter günstigen Bedingungen schon heute mit konventionellen Kraftwerken konkurrieren.

Derzeit eignen sich daher Solarzellen in erster Linie zur dezentralen, netzunabhängigen Stromerzeugung für z.B. Radiosender, Wetterstationen, Wasserpumpen etc., d.h. immer dann, wenn die Netzanbindung von Kleinverbrauchern zu kostenintensiv ist. Solarthermische Anlagen dagegen machen Sinn als mittelgroße Kraftwerke im Sonnengürtel der Erde mit Lei-

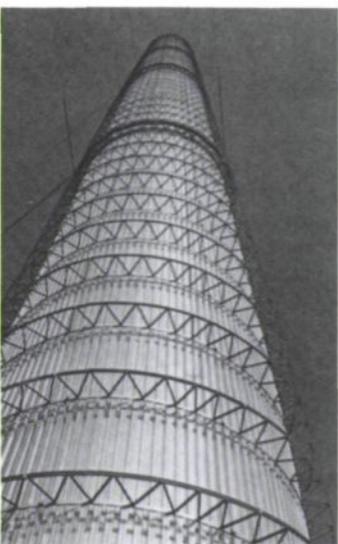
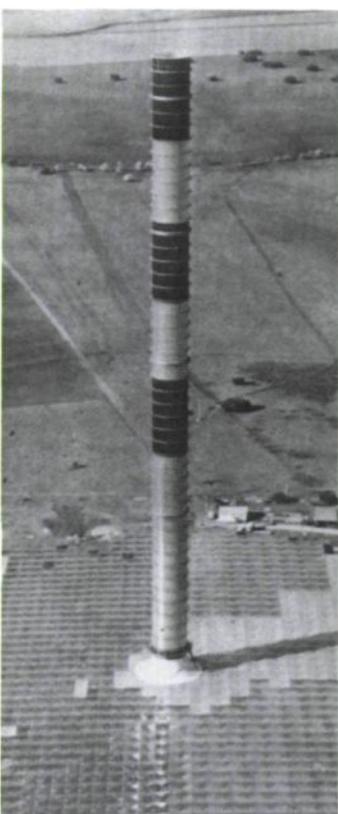
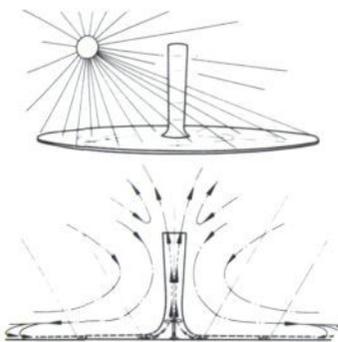
links: Solarturm, 10 MW, Barstow/Daggett, Kalifornien: Das Sonnenlicht wird durch eine Vielzahl von Spiegeln auf die Spitze eines zentralen Turms konzentriert.



rechts: Das Herz des Solarturms ist der Hohlraum-Receiver. In seinem Innern verlaufen Wasser-/Dampfleitungen. Die „Projektionswand“ darunter dient zur Ausrichtung des Spiegelfeldes.



Aufwindkraftwerk Manzanares, Spanien, 100 MW, Ingenieur: Jörg Schlaich: Durch die Folie hindurch erwärmt die Sonne Boden und Luft und erzeugt in einem 200 Meter hohen Kamin Auftrieb, der über eine Turbine einen Generator zur Stromerzeugung antreibt. Der seilverspannte Turm ist aus 1,2 Millimeter dünnen trapezförmigen Stahlblechen zusammengesetzt.



stungen von 30 bis zu mehreren 100 MW, die ihren Strom ins Netz einspeisen.

Die Mär, Solarkraftwerke würden bei der Herstellung mehr Energie verbrauchen, als sie im Betrieb jemals wieder reinholen könnten, hält sich trotz besserer Tatsachen hartnäckig. In Wahrheit brauchen sich Solarkraftwerke gerade in diesem Punkt nicht hinter anderen Kraftwerken zu verstecken. Der sog. Erntefaktor, der über die gesamte Lebenszeit der Anlagen das Verhältnis zwischen gewonnener Energie und der bei Bau und Betrieb verbrauchten Energie angibt, liegt bei solarthermischen und photovoltaischen Kraftwerken gleichauf mit fossilen und Kernkraftwerken.

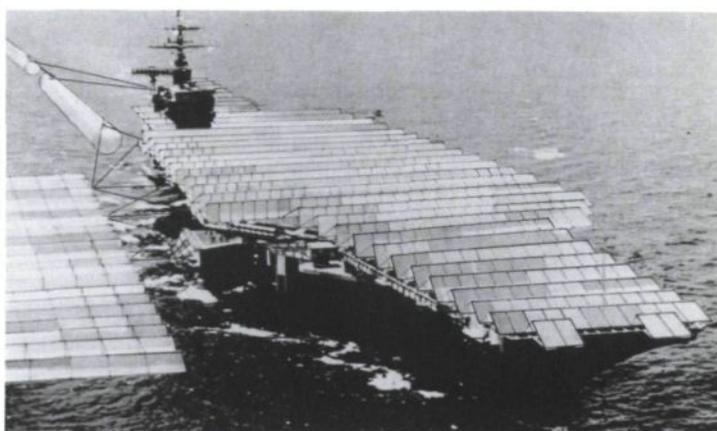
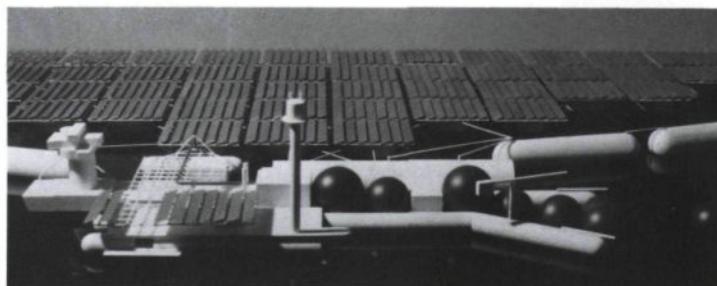
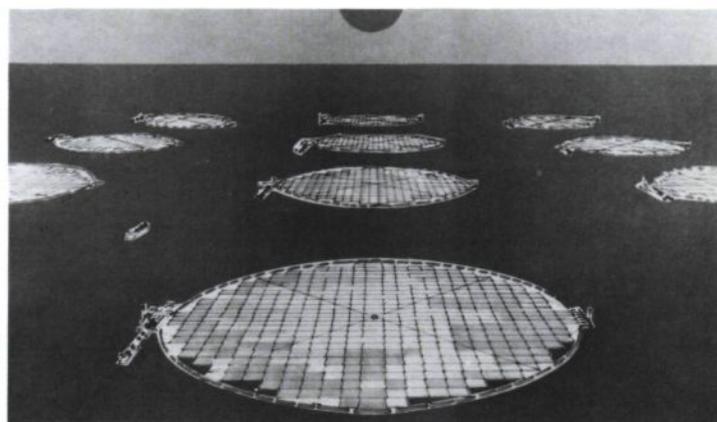
Eine Solarzelle hat heute Energieamortisationszeiten von 1-2 Jahren, d.h. nach 1-2 Jahren Betrieb ist die bei der Produktion benötigte Energie wieder zurückgewonnen, und das bei Lebenszeiten von 20 Jahren.

Ob solarthermische oder photovoltaische Anlagen, die Erde bietet genügend Platz, um die Energieversorgung der Menschheit auf solare Füße zu stellen. Um den derzeitigen Gesamtenergiebedarf der Bundesrepublik Deutschland zu befriedigen, genügt eine Sonnengürtelfläche von 30.000 km², was etwa 0,3% der Sahara entspricht.

So schön der Solartraum ist, bisher scheiterte er an den Kosten. Mit den Solarfarmen des amerikanischen Unternehmens LUZ und der FLACHGLAS-Gruppe ist Solarstrom zum ersten Mal in wirtschaftliche Regionen vorgestoßen. Eine solche 80 MW-Flachglas Solarfarm aus rinnenförmigen Parabolspiegeln erzeugt heute schon Strom zu 15-20 Pf/kWh und mit derselben Technik sollen noch in den nächsten Jahren bei Vergrößerung der Anlagen auf 200 MW Stromgestehungskosten von unter 15 Pf/kWh realisierbar sein. Solche Stromgestehungskosten, die bereits auf dem Niveau fossiler Kraftwerke liegen, wurden noch vor kurzer Zeit für Solarkraftwerke als völlig unmöglich angesehen. Möglich wurde der preisgünstigste Solarstrom durch Wahl des an sich simplen Solarfarmkonzepts und konsequenter Kostenoptimierung aller Anlagenkomponenten.

Michael Karus

Offshore Solar Hydrogen Farm



Int. Design-Wettbewerb Osaka 89. 1. Preis: Holger Drees, Co-Autoren: U. Reif, M. Kahles

Das Feuer der Sonne, das auf der nuklearen Verbrennung von Wasserstoff basiert, ist Ausgangspunkt der Wasserstoff-Technologie. Wasserstoff wird aus Wasser gewonnen, so liegt die Idee, die Wasserstoff-Farm aufs Meer zu legen, nahe. Es gibt 70% Wasser – aber nur 30% Landfläche auf unserer Erde.

Auf den großen Flächen mit Solarzellen wird durch Photovoltaik direkt elektrischer Strom erzeugt. Mit dieser Energie wird in der Elektrolyse gasförmiger Sauerstoff und Wasserstoff aus entsalztem Meerwasser gewonnen.

Die Komponenten der schwimmenden Farm sind:

1. Die schwimmende Wasserstoff-Produktionszentrale.
2. Die äußere Begrenzung der Gesamtanlage durch das Wellenbrecher-Atoll.
3. Der zentrale Treibanker.
4. Die Ponton-Module mit den Solarzellen. Jedes Ponton-Modul hat eine Grundfläche von 60 x 60 m und ist mit 3.400² Solarzellenfläche bestückt. Die gesamte Farm setzt sich aus 883 Ponton-Modulen zusammen.
5. Der zweite, schwimmende Antrieb.
6. Die schwimmenden Tankkugeln. Es sind Tanks mit Superisolation entwickelt worden, bei denen der luftleere Raum mit hohlen Glaskügelchen oder mehreren Lagen reflektierender Folie gefüllt wird und deren Verdampfungsanteil praktisch gleich Null ist. So in Tanks gespeichert kann der Wasserstoff weltweit verteilt werden.
7. Die Tanks sind für 4 Tankkugeln, die jeweils 14.137 m³ Flüssigwasserstoff zum Inhalt haben, ausgelegt.

Photovoltaische Energieumwandlung

Dieser Text wurde aus dem BINE Informationsdienst, Ahrstr. 64, 5300 Bonn 2, entnommen, Dez. 88, Redaktion: R. Hemmers, H. Pausewang.

Funktionsweise der Solarzelle

Bei der Herstellung von kristallinen Solarzellen geht man heute normalerweise von hochreinem Silizium (Si) aus, das aus Quarz (SiO₂) gewonnen wird. Aus diesem Material werden Scheiben von wenigen Zehntel Millimeter Dicke hergestellt. Durch den Einbau einer kleinen Menge von Fremdatomen in das Si-Gitter (Dotierung) wird in einer dünnen Oberflächenschicht die Elektronenleitfähigkeit (n-Bereich) und im Rest des Materials (p-Bereich) die Leitfähigkeit von positiven Ladungsträgern (Elektronenfehlstellen) vergrößert. Zwischen diesen Bereichen entsteht ein elektrisches Feld. Bei einer Beleuchtung der Solarzelle werden freie Ladungsträger (Elektronen) erzeugt, welche versuchen, das elektrische Feld zwischen beiden Bereich abzubauen. Die Folge ist eine Spannung an den Metallkontakten der Solarzelle. Wird über eine äußere elektrische Verbindung der Stromkreis geschlossen, fließt Strom.

Bei den Silizium-Solarzellen unterscheidet man zwischen mono- und poly-(multi)-kristallinen sowie amorphen, also nicht kristallinen Solarzellen. Die monokristallinen Silizium-Solarzellen haben einen hohen Wirkungsgrad (15-17%), sind aber in der Herstellung sehr aufwendig und damit teuer. Die polykristallinen Solarzellen sind in der Herstellung sehr viel billiger bei nur wenig niedrigerem Wirkungsgrad (13%). Im Hinblick auf eine angestrebte Kostenreduzierung werden große Hoffnungen auf die amorphen Solarzellen gesetzt. Sie können sowohl vom Verfahren als auch vom Materialverbrauch her (Dünnschichtzellen) kostengünstiger hergestellt werden, haben aber bisher einen geringeren Wirkungsgrad (7%) und eine noch nicht ausreichende Langzeitstabilität.

Systemtechnik

Ein photovoltaisches System besteht aus verschiedenen Komponenten. Ein Solargenerator (Zusammenschaltung mehrerer Solarmodule) liefert Gleichstrom direkt oder über eine Anpassungselektronik an die Verbraucher oder in eine Speicherbatterie. Diese muß durch elektronische Laderegler vor Über- oder

Tiefentladung geschützt werden. Da die meisten Verbraucher Gleichstrom benötigen, ist zwischen Batterie und Verbraucher ein Wechselrichter geschaltet. Bei der Netzeinspeisung ist weitere Regelungstechnik (z.B. Abschaltung des Wechselrichters bei Netzstörung) erforderlich. Der effiziente Betrieb von photovoltaischen Systemen erfordert eine optimale Anpassung der einzelnen Systemkomponenten untereinander und an den jeweiligen Einsatzzweck.

Leistungscharakteristik

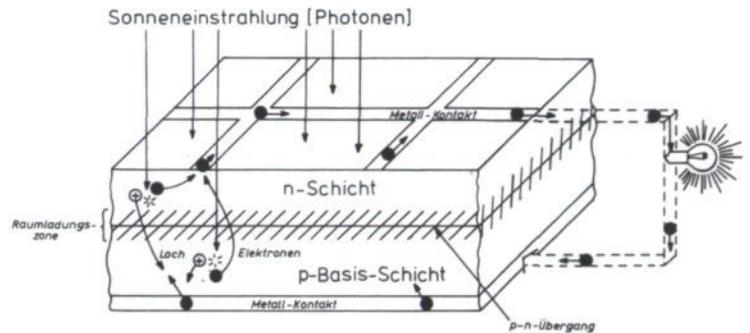
Mit einer Solarzelle von 10cm Durchmesser können bei voller Sonneneinstrahlung (1000 W/m²) und 25° C Zellentemperatur Stromstärken bis zu 2 Ampere bei einer gleichbleibenden Spannung von 0,5 Volt erzeugt werden. Die elektrische Leistung beträgt in diesem Fall $2A \times 0,5V = 1W$. Um größere Leistungen bereitstellen zu können, werden die einzelnen Solarzellen zu Modulen zusammenschaltet. Zum Schutz werden dabei die Solarzellen zwischen 2 Glasscheiben oder eine Glas/Folien-Konstruktion eingebettet.

Solargeneratoren setzen sich in der Regel aus mehreren Modulen zusammen. Die Modulbauweise bei den photovoltaischen Systemen ermöglicht eine flexible Leistungsanpassung an die individuellen Nutzungsansprüche:

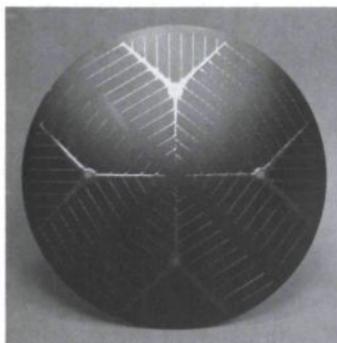
- Durch Serienschaltung der Module wird eine Spannungserhöhung bei gleichbleibender Stromstärke erreicht.
- Durch Parallelschaltung vergrößert sich die Stromstärke bei gleichbleibender Spannung.

Die Angaben zur Leistungscharakteristik der Solargeneratoren werden in der Regel auf 1000 W/m² Einstrahlung (E) und 25° C Zellentemperatur (T) bezogen und in einem Diagramm dargestellt.

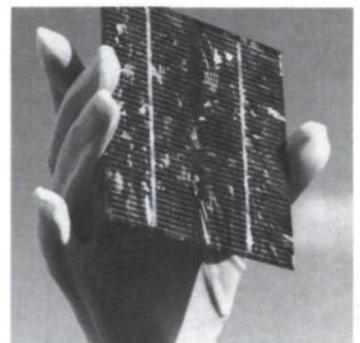
Die größtmögliche Leistung eines Solargenerators erhält man im MPP (Maximum Power Point), d.h. wenn das Produkt aus Stromstärke (I) und Spannung (U) maximal wird. Diese Größe wird meistens als Nennleistung angegeben. Eine elektrische Einrichtung sorgt dafür, daß der Solargenerator ständig im MPP betrieben wird.



Aufbau der Solarzelle (FHG-Institut für Solare Energiesysteme)



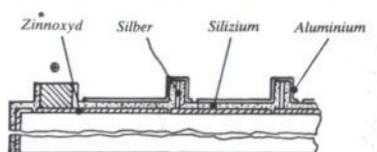
Monokristalline Solarzellen werden in einem komplizierten und energieintensiven Verfahren aus gezogenen Siliziumkristallstäben hergestellt.



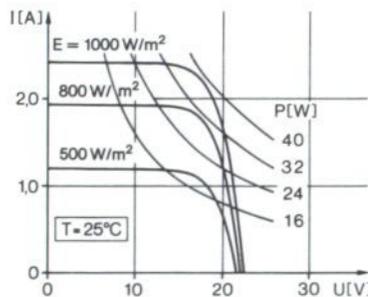
Polykristalline Solarzellen in einem Solarpanel. Die Zellen werden aus gegossenen Siliziumblöcken gesägt. Gute Ausnutzung wegen des rechteckigen Formats.



Um den Wirkungsgrad zu erhöhen, wird die Vorderseite der Zelle beschichtet oder pyramidenartig texturiert.

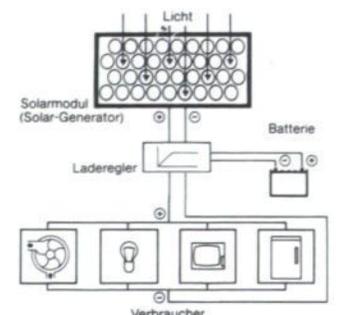


Amorphe Siliziumbeschichtungen können auf beliebig geformte Träger aufgedampft werden. Aufbau einer Dünnschichtzelle von ARCO Solar.

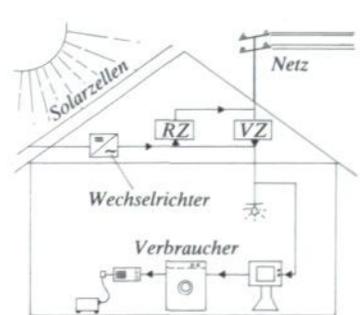


Querschnitt durch ein Solarmodul (AEG). Die Solarzellen sind zwischen zwei Glasscheiben in eine Kunststoffschicht eingebettet.

Typische Kennlinien eines Photovoltaikmoduls (AEG)

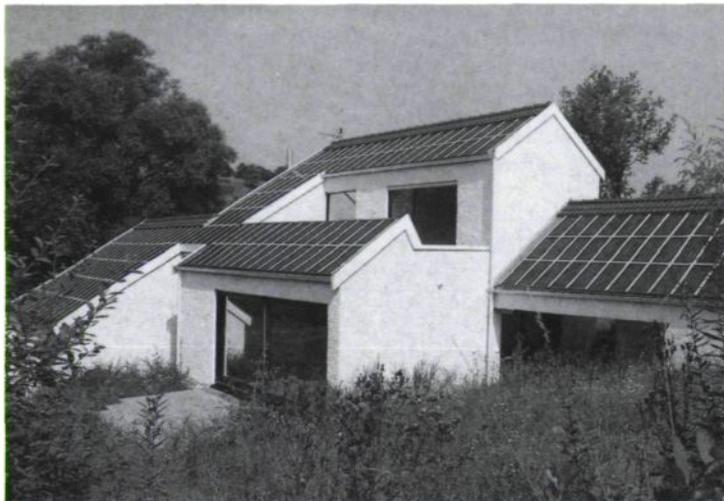


Aufbau eines einfachen PV-Systems ohne Netzkopplung.



Photovoltaik-Anlage im Netzverbund: VZ = Zähler, RZ = Rücklaufzähler

Stand der Photovoltaiktechnik zur solaren Stromerzeugung



Die 100m²-Dachfläche des „Sonnenhauses Ensheim“ der Stadtwerke Saarbrücken AG ermöglicht Eigenversorgung und Einspeisung von Sonnenstrom ins öffentliche Netz.

Entgegen den Verlautbarungen der Energiewirtschaft existieren heute auf dem Markt eine Vielfalt erprobter und bewährter Techniken zur Nutzung der erneuerbaren Energiequellen, mithilfe derer durchaus auf die umwelt- und gesundheitsbelastenden und klimagefährdenden fossilen und nuklearen Energieträger verzichtet werden könnte. Unter allen erprobten Techniken, ist die Photovoltaik sicherlich die eleganteste, weil emissionsfrei, lautlos und ohne bewegte Teile arbeitend.

Ursprünglich wurden die Solarzellen für die Stromversorgung von Weltraumsatelliten entwickelt. In einer Entwicklungszeit von 20 Jahren konnte bis heute die Haltbarkeit verbessert, der Wirkungsgrad erhöht und die Fertigungstechnik rationalisiert werden. Heute sind Solarzellen 10 mal billiger als die erste Generation. Kleinanwendungen in Taschenrechnern und Armbanduhren gehören fast schon zum Alltag und auch die solare Stromversorgung von Gehörfen oder Wochenendhäusern, die fernab vom öffentlichen Netz liegen, wird zunehmend wirtschaftlich attraktiv.

Befürworter der Solarenergie halten mit diesen Anwendungen die Einsatzpotentiale der Photovoltaik aus gutem Grund noch nicht für erschöpft. Schließlich würden 1,5% der Fläche des Bundesgebiets für die Verlegung von Solarzellen ausreichen, um den gesamten heutigen Strombedarf der Bundesrepublik zu decken. Das ist ein sechstel der bereits überbauten Verkehrs- und Siedlungsfläche.

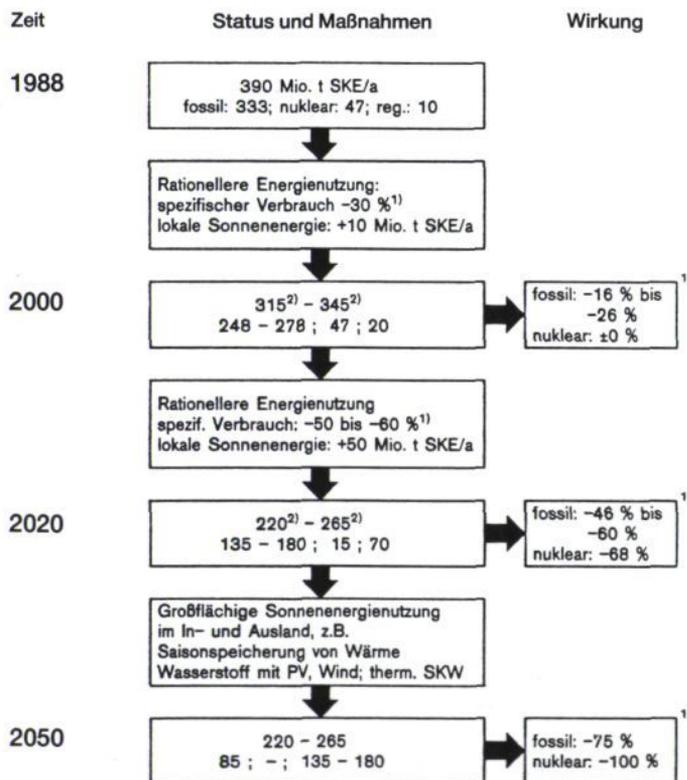
Solarstrom ist allerdings noch zu teuer, um gegen den billigen Strom aus der Steckdose konkurrieren zu können. Trotz ständig gesunkener Preise in den letzten 10 Jahren liegt der Kilowattstundenpreis für Strom aus Solarzellen je nach betriebswirtschaftlichem Rechenansatz und unterstellter Lebensdauer nämlich noch bei 1 - 1,50 DM, im Gegensatz zum Netzstrom, der abhängig von Tarif und Abnahmemengen 20 bis 60 Pf/kWh kostet. Bislang verwiesen die Solarzellenhersteller darauf, daß aufgrund der niedrigen verkauften Stückzahlen noch keine rationelle Massenproduktion aufgenommen und damit keine Kostensenkungen erreicht werden konnte.

Länder und Kommunen haben deshalb Markteinführungsprogramme entwickelt, mit denen 75% der Anlagenkosten gefördert werden können. Auch durch das Bundesministerium für Forschung und Technologie bestehen mit dem sogenannten „1.000 Dächer-Programm“ Möglichkeiten von Investitionsbeiträgen für Photovoltaikanlagen. Eine deutliche Senkung der Kosten für Solarstrom auf bis zu 38 Pf/kWh ließe sich innerhalb eines Zeitraums von fünf Jahren durch Erhöhung der Solarzellenproduktion erreichen. So eine Studie des Bonner Forschungsministeriums. Für Stromkunden, die nach dem Kleinverbrauchstarif abgerechnet werden, wäre bei diesen Kosten die solare Eigenstromerzeugung billiger als der Strombezug vom Energieversorgungsunternehmen.

Kostensenkungen um bis zu 30% gegenüber dem heutigen Stand werden in naher Zukunft auch durch neuartige Zellentypen mit höherem Wirkungsgrad und geringerem Energie- und damit Kostenaufwand bei der Herstellung erwartet. In Alzenau/Bayern entsteht derzeit eine Fertigungsanlage für einen solchen Zellentyp.

Schreitet die technologische Entwicklung mit gleichem Tempo weiter wie bisher, ist mit der Wirtschaftlichkeit der Photovoltaik gegenüber Netzstrom in den kommenden 10 Jahren zu rechnen. Angesichts der Nutzungsdauer eines Gebäudes von über 50 Jahren gewinnt daher die Integration von Photovoltaiktechnik in die Architektur zunehmend an Bedeutung. Dieser Aspekt wird bei der derzeit praktizierten Neubauplanung jedoch nicht berücksichtigt, so daß nachträglich installierte Photovoltaikanlagen oftmals nur umständlich und mit höheren Kosten auf dem Dach installiert werden können. Die Verlegung der Solarzellen erfordert eine nach Süden zeigende, um etwa 45° geneigte Dachfläche sowie einen Bestand an Haushaltsgeräten mit möglichst geringem Stromverbrauch. Auf den Einsatz von elektrischem Strom zu Heizzwecken sollte verzichtet werden. Sind diese Bedingungen erfüllt, genügt bereits eine Solarzellenfläche von etwa 20m², um den Jahresstromverbrauch eines Haushaltes so-

Reduktionsmöglichkeiten fossiler und nuklearer Energie



¹⁾ bezogen auf 1988

²⁾ unterschiedliche Wachstumsannahmen des BSP (0%/a - 1,5%/a).

Ein möglicher Weg, mittels rationeller Energienutzung, lokaler Sonnenenergienutzung und großflächiger Nutzung erneuerbarer Energiequellen fossile und nukleare Energien zu reduzieren bzw. abzulösen (Fallbeispiel BR Deutschland).
Quelle: Eurosolar 1/90

Rationelle Energieverwendung und Solarenergienutzung im Gewerbebau

lar zu decken.

Im konkreten Anwendungsfall kann der Wunsch nach eigener Solarstromerzeugung jedoch zu unliebsamen Problemen mit den örtlichen Energieversorgungsunternehmen führen. Diese versuchen oftmals durch übertriebene technische Forderungen an die Netzeinspeisung die Installation ökologisch sinnvoller Anlagen zu behindern. Auch die geringe Vergütung von in der Regel zwischen 6 und 10 Pf pro eingespeister kWh Solarstrom schreckt Photovoltaik-Anlagenbetreiber nur allzu oft vom Netzparallelbetrieb ab.

Doch es geht auch anders. Bundesweit einmalig und vorbildhaft sind die Aktivitäten der Stadtwerke Saarbrücken: Im Rahmen des Programms „1.000 kW Solarstrom von Saarbrücker Dächern“ wird privaten Einspeisern eine Vergütung von 25 Pf pro kWh Solarstrom bezahlt. Außerdem werden Interessierte bei der Planung und Beschaffung von Photovoltaikanlagen unterstützt. Im Laufe der nächsten 5 Jahre sollen in Saarbrücken auf diese Weise Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von 1 Megawatt entstehen.

Jürgen Leuchtnert/
Ökoinstitut Freiburg

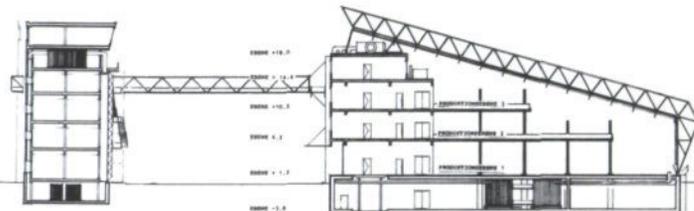
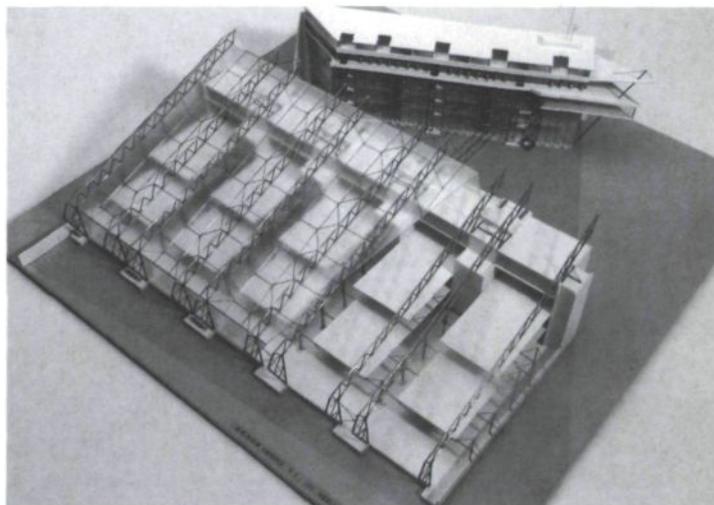


Der ägyptische Pharaon Echnaton mit seiner Gemahlin Nofretete und einer seiner Töchter. Echnaton erklärte die Sonne zum alleinigen Gott „Aten“, da nur sie Licht, Wärme und alles Leben schenke.

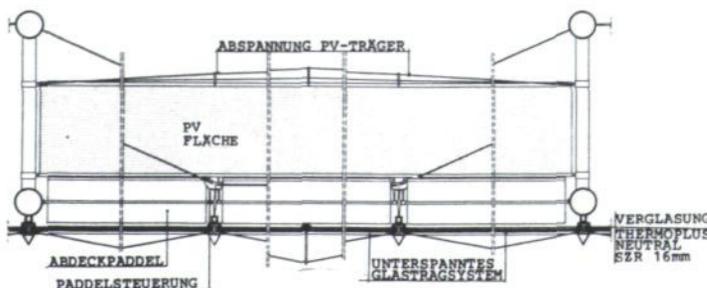
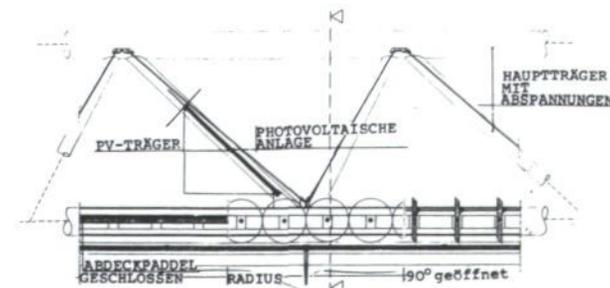
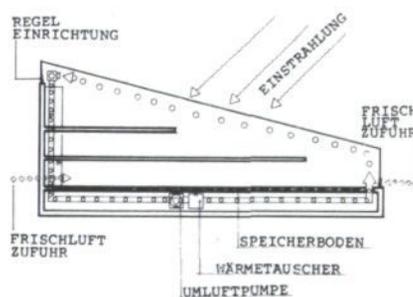
Studentischer Ideenwettbewerb der Stadtwerke Hannover 1989 in Zusammenarbeit mit dem Institut IB GmbH. 1. Preis: Andrea Diebel, Thomas Mehlhaase.

Für ein 8000 qm großes Grundstück am Haupt-Güterbahnhof Hannovers sollte ein Gewerbehof entworfen werden. Beim 1. Preis liegt der Verwaltungstrakt im Norden und öffnet sich nach Süden zum Hof hin. In die große Werkstatthalle im Süden sind drei Produktionsebenen eingehängt. Die Hallenkonstruktion liegt außen, um nicht beheizt zu werden und um die jeweilige innere Warmluftbewegung nicht zu behindern. Aufgrund der terrassenförmigen Abtreppung der Produktionsebenen werden alle Arbeitsstellen natürlich belichtet. Die Ebenen absorbieren die Sonneneinstrahlung und geben die Wärme an die Raumluft ab. Die erwärmte Luft steigt aufgrund der Schwerkraft entlang des schrägen Hallendachs nach oben. Am höchsten Punkt wird die Abluft von Aggregaten aufgesogen und durch Lüftungsleitungen in das Kellergeschoß gedrückt. Dort gibt die Abluft ihre Energie an den Speicherboden ab, der als Wärmeaustauscher die einströmende Frischluft erwärmt und überschüssige Energie speichern kann. Bei der Gefahr der Überhitzung werden die Aggregate umgangen und die überhitzte Luft am höchsten Punkt direkt nach außen geführt. Allerdings kann die Erwärmung auch durch die Verschattung der transparenten Flächen mittels beweglicher Lamellen verringert werden.

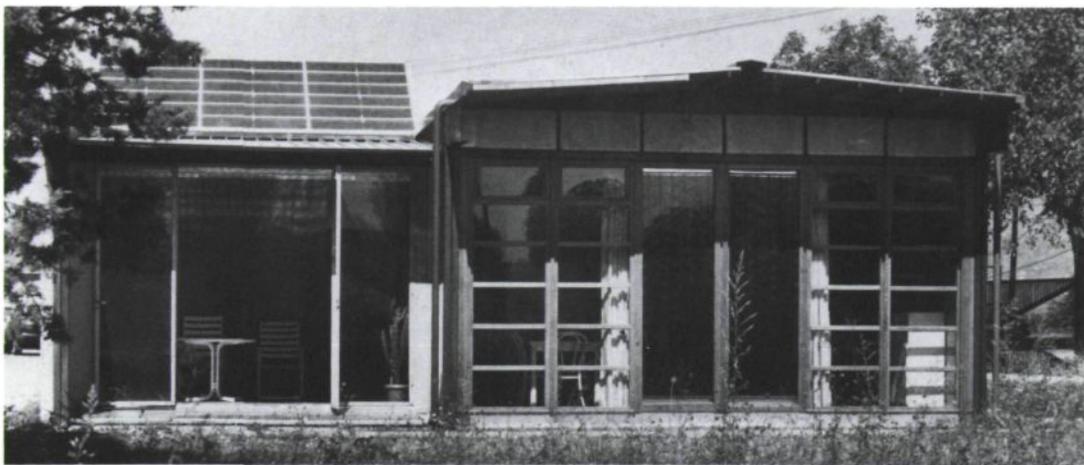
Das Energiekonzept beruht somit hauptsächlich auf der passiven Ausnutzung der Sonnenenergie. Dies verlangt eine massive Bauweise nach Norden und eine transparente nach Süden. Funktional untergeordnete Räume liegen an den nördlichen Außenwänden, damit diese möglichst wenig Fensterfläche benötigt. Grundsätzlich besteht die Schutzwand aus zwei energetisch unabhängigen Schalen (Kern-Schalen-Prinzip): Die äußere als Wetterschutz, die innere als Speichereinheit. Alle üblicherweise unnötig beheizten Verkehrswege sind bei dem Entwurf außenliegend und unbeheizt. Sie dienen somit als energiesparende Wärmeübergangszone.



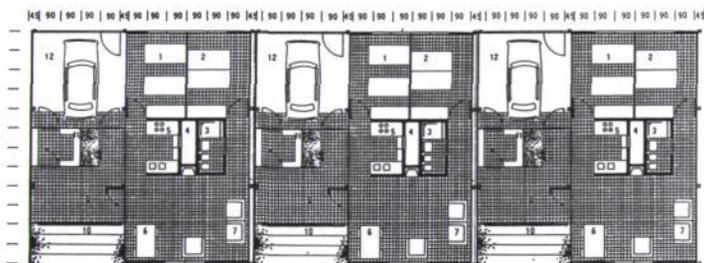
rechts: Umluftsystem
unten: In das Sheddach sind photovoltaische Solarzellen integriert. Wie üblich läßt das Sheddach Nordlicht in das Gebäude eindringen. Die nach Süden zugewandten Dachflächen sind mit Solarzellen versehen. Mit Hilfe von voll beweglichen Lamellen (Abdeckpaddeln) kann der Lichteinfall und damit die Erwärmung flexibel gesteuert werden.



„Casa solare modulare“



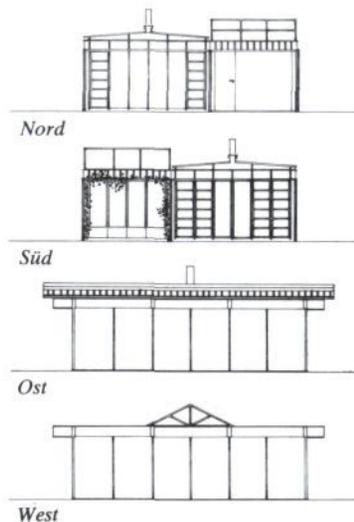
Südfassade mit der Photovoltaikanlage auf dem Dach des unbeheizten Gebäudeteils



nicht
beheizte
Zone

beheizte
Zone

- | | |
|-------------------|----------------|
| 1 Zimmer | 7 Wohnen |
| 2 Schlafzimmer | 8 Lichthof |
| 3 Bad | 9 Wintergarten |
| 4 Energiezentrale | 10 Veranda |
| 5 Küche | 11 Vorratsraum |
| 6 Essen | 12 Garage |



Dieses Projekt kam zustande unter finanzieller Beteiligung der Europäischen Kommission. Die Zielsetzung war dabei einen Gebäudetyp zu entwickeln, der mittels neuer architektonischer Vorstellungen und unter dem Einsatz von Techniken der solaren Energiegewinnung gestaltet sein sollte. Das Gebäude sollte den Charakter eines Moduls von 60m² Größe haben und sowohl einzeln stehen können wie auch – bevorzugt – in verdichteten Wohnformen. Mit dem technischen „Baukasten“ des Gebäudes sollten auch solche von größeren Abmessungen herstellbar sein. Als bevorzugten Einsatzbereich dachte man dabei zunächst an den Mittelmeerraum. Beteiligt im Vorhaben war federführend die Firma Italernergie s.p.a. in Sulmona. Weitestgehend industrielle Vorfertigung wurde angestrebt.

Entwurfskonzept für direkten Energiegewinn (passiv)

Für das Gebäude formulierten wir folgende Anforderungen:

- **Minimierung der Oberfläche:** Diejenige Teile der Außenwand, die als Abkühlfläche wirken können, sollten reduziert werden. Gegenüber der Aufstellung von Einzelgebäuden empfahl sich deshalb die Reihung.

- **Orientierung:** Fenster sollten, soweit möglich, nach Süden orientiert sein. Die übrigen Wandflächen waren gut zu isolieren.

- **Flexibler Gebrauch** von geheizten und nicht geheizten Räumen. Garage, Eingang, verglaste Veranda, Abstellräume usw. benötigen auch in der kalten Jahreszeit keine Heizung. Es genügt, wenn sie etwas Abwärme vom geheizten Gebäudeteil erhalten. Es ist dann nur erforderlich, die inneren Aufenthaltsräume zu beheizen. Um Wärmeverluste zwischen diesen Räumen zu vermindern, müssen die nichtgeheizten und die geheizten Räume entsprechend zusammengefaßt und dann als Raumgruppen voneinander getrennt werden. So kann sich der benutzbare Teil des Hauses in Abhängigkeit von der Jahreszeit ausdehnen oder reduzieren. Nicht bewohnte Räume dienen als Puffer.

- **Indirekter Eingang:** Geheizte Räume sollten nicht direkt betreten werden wegen des zu er-

„Solarbrüter“

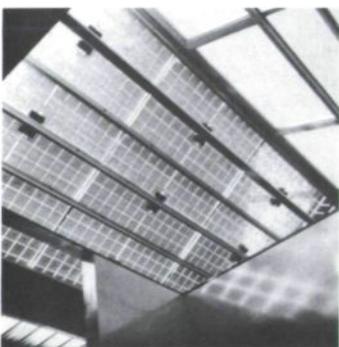
wartenden Wärmeverlustes durch Luftaustausch. Entsprechend sollte auch die Lüftung von Wohnbereich und Küche nicht direkt ins Freie führen sondern nur über eine Luftschleuse.

● **Anordnung von Speichermasse:** Im Gegensatz zur Situation bei massiven Häusern sollte sich Speichermasse im Inneren des Gebäudes und nicht im Bereich der Außenwand befinden.

● **Thermische Brücken** waren zu vermeiden. An Stellen mit der Gefahr von Tauwasserbildung und vor allem zur Vermeidung von Wärmeverlusten waren die Übergänge auf ein Minimum zu reduzieren.

● **Sonnenschutz:** Zur Vermeidung des – im Winter gewünschten – Gewächshauseffektes mußte für den Sommer eine entsprechende Verschattung vorgesehen werden. Außerdem mußte das Haus entsprechend dem Temperaturgefälle durchlüftet werden können.

Das Haus enthält zwei Zonen in Form einer Längsanordnung in Nord-Südrichtung. Das tragende Stahlskelett liegt im kalten Bereich. Stark wärmegeämmte Wände und eine abgehängte Decke bilden den eigentlichen beheizten Bereich. Es wurde versucht, die unterschiedliche Charakteristik der beiden Gebäudezonen auch in der Materialwahl, der Proportionierung, der Farbgebung und den Fassaden sichtbar zu machen.



Photovoltaikpaneele als Teil des kleinen Satteldachs mittig über der unbeheizten Zone

Aktive Maßnahmen

Neben dem passiven Wärmegewinn durch die verglasten Südfenster erfolgt die Heizung durch einen sehr kleinen aber leistungsstarken offenen Kamin, der den ohnehin nur noch gerin-

gen Heizenergiebedarf decken kann. Er ist zweischalig, wodurch erwärmte Luft mittels mehrerer flexibler Rohre in die angrenzenden Räume geleitet werden kann. In der Mitte des Installationskerns, wo alle Leitungen offenliegen und dadurch gut zugänglich sind, ließe sich eine kleine Luftwärmepumpe zusätzlich einbauen. Der Verbrauch an Brennmaterial lag in der vorletzten Heizperiode umgerechnet unter 400 l/Jahr. Doch war der Betrieb des Gebäudes noch nicht als regulärer Wohnbetrieb einzuschätzen. Eine weitere deutliche Verbesserung läßt die vorgesehene Anordnung bei einer Reihenhausbebauung erwarten.

Zwei Warmwasserkollektoren von derzeit 4,5 m² Fläche,



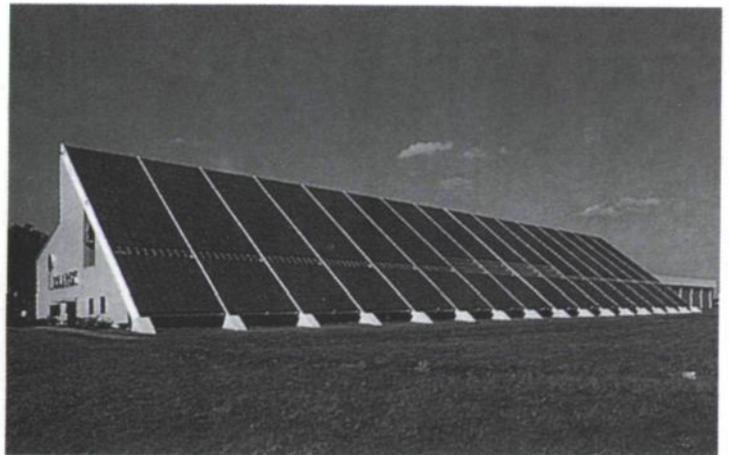
Während der Montage der Photovoltaikpaneele

die sich in der Mitte der Südfassade befinden, erzeugen das 50°C warme Wasser für einen 100l Boiler im Installationskern. Die Kollektoren sind gut zugänglich und austauschbar.

Die gesamte elektrische Versorgung erfolgt über 18 Paneele einer Photovoltaikanlage, die zentral auf einem Dach über der nichtbeheizten Zone liegt. Die Auslegung des Systems wurde dimensioniert nach dem täglichen Bedarf einer Wohnung von 70 m² für Licht, TV, Radio, Kühlschrank. Dabei wurde hier bei Zugrundelegung einer Einstrahlungshöhe von 1000 W/m² bei 5,2 Peakstunden ein Gewinn von 33 W/Paneel und Stunde möglich.

Die Paneele sind an einige Säurebatterien angeschlossen, um mangelnde Einstrahlung auszugleichen. Bei einer Arbeitsspannung von 12 V und einer geplanten Autonomie von max. 3 Tagen ergab sich eine Auslegung von 750 Ah.

Thomas Herzog



Hersteller: Solarex USA, Deutsche Vertretung: SVE GmbH, Hanner Landstr. / Vilbeler Landstr. 7, 6000 Frankfurt 61

Das prismenförmige Dach der Produktionsstätte von Solarex Corporation in Frederick, Maryland, USA, besteht aus Solarpaneelen mit einer Leistung von 300 kW. Noch 10 Jahre nach seiner Errichtung ist diese Solaranlage eine der größten der Welt. Das Gebäude selbst beherbergt die Produktion eben dieser Solarpaneele. Die Firma – ein weltweit führender Hersteller von photovoltaischen Solarmodulen (20% der Weltproduktion) – veranschaulicht mit dem Gebäude die Leistungsfähigkeit ihrer eigenen Produkte.

Die Produktion der photovoltaischen Module ist computergesteuert. Rohes Silizium – das am häufigsten vorhandene Mineral auf der Erde – wird in der Fabrik zu fertigen semikristallinen Solarmodulen verarbeitet. Dabei wird hochreines Silizium in Blöcke gegossen, die in hauchdünne Siliziumschichten für die Solarzellen zersägt werden. Dieser ehemals mit einem großen Maß an Handarbeit verbundene Arbeitsgang wurde automatisiert. Ein Stromausfall für den Gebäudecomputer und die Siliziumanlage würde zu Verlusten von bald 100.000 DM führen. Daher werden diese Anlagen von den Solarzellen versorgt, die weitaus zuverlässiger sind als das örtliche Stromnetz.

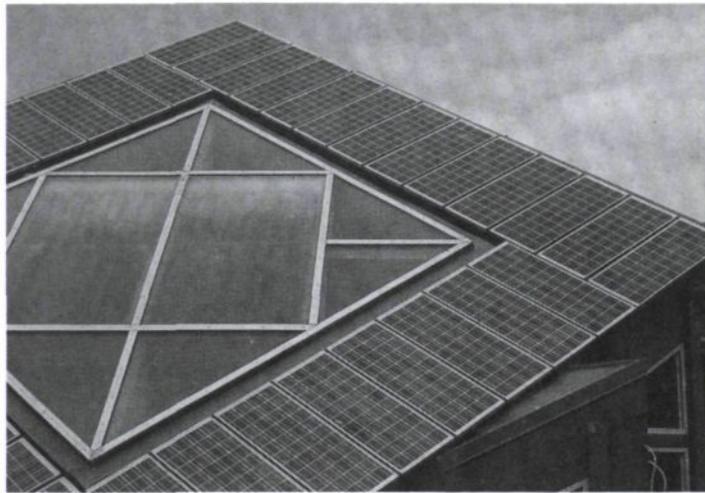


Ökohaus Würzburg

Für die elektrische Versorgung des Ökohauses ist eine Solarstromanlage (Photovoltaiksystem) installiert. Auf der Südseite des Hauses bildet ein auf die Spitze gestelltes Quadrat mit 45° Neigungswinkel das Solarschild, auf dem die Solarmodule für die Stromgewinnung und der Kollektor für die Warmwassererzeugung montiert sind. Durch das Zusammenschalten mehrerer Solarmodule entsteht ein Solargenerator. Er wird von 42 Solarmodulen gebildet, die aneinander gereiht die Randfläche eines Quadrates bedecken. Die dazu benötigte südliche Dachfläche ist nur 25 qm groß.

Jedes dieser Module ist mit 44 Solarzellen bestückt, die einen Gleichstrom von 3,1 Ampere bei einer Spannung von 20 Volt erzeugen können. Die Solar-Module aus polykristallinen Solarzellen (14% Wirkungsgrad) erreichen jeweils einen Spitzenwert von 62 Watt, der gesamte Solargenerator einen Wert von rund 2,6 kW bei einer Einstrahlung von 1000 Watt pro qm (entspricht einem sonnigen, klaren Sommertag). Die Solarmodule sind in 10 Gruppen von je 4 Modulen in Reihe geschaltet, um die benötigte Systemspannung von 80 Volt Gleichstrom zu erreichen. Die zwei verbleibenden Solarmodule dienen zur Ladeerhaltung der Akkustation.

Um den gewonnenen Solarstrom speichern zu können, ist in einem extra dafür erstellten Batterieraum eine Batteriestation errichtet. Sie besteht aus 24 Bleibatterie-Einheiten aus durchscheinenden Kunststoffgefäßen mit 2 Volt Zellenspannung und 600 Ah (Ampèrestunden) Batteriezellenkapazität.



Die Solarstromanlage ist so dimensioniert, daß während der Sommermonate mehr Strom aus der Sonne gewonnen wird, als im Ökohaus benötigt wird. Dieser Überschußstrom wird über zwei netzgekoppelte Sinus-Wechselrichter mit einer maximalen Leistung von je 1400 Watt in das Netz der Stadtwerke eingespeist. Für diesen Zweck wurde von den Stadtwerken ein separater Stromzähler installiert, der die eingespeisten Kilowattstunden registriert.

Da mit diesen Solar-Invertern nur der Überschußstrom der Solaranlage in das Netz der Stadtwerke Würzburg gespeist wird, ist für die Hausstromversorgung

des Ökohauses ein Wechselrichter mit einer Nennleistung von 2,4 kW und einer Spitzenleistung von 9 kW installiert, der 220 V Wechselstrom für die Beleuchtung und Geräte ganzjährig zur Verfügung stellt. Er wird aus der 24 Volt/1200 Ah Batterie-Station gespeist.

Für das Ökohaus Würzburg wurde eine Meßdatenerfassungsanlage entwickelt, die eine Auswertung und Analyse der verschiedenen Energieflüsse (Raumwärme, Warmwasser, Gleich- und Wechselstromnetz, solare Netzeinspeisung) in einem Energieverbundsystem ermöglicht.

Die Meßdatenerfassungsanlage erfaßt die beiden Energiebe-

reiche „Stromgewinnung“ und „Wärmegewinnung“ mit den örtlichen meteorologischen Daten meßtechnisch in Echtzeit über Analog-Digital Umsetzer in einem Computersystem. Dort werden sie weiterverarbeitet und gespeichert. Dadurch lassen sich Wirkungsgrade, Einsatzdauer und Verbrauchswerte der einzelnen Systemkomponenten (Solargenerator, Wechselrichter, Solarladeregler, Umwälzpumpen, Sparlampen usw.) unter verschiedenen Belastungsprofilen (Jahreszeit- und Verbrauchsabhängigkeit) im praktischen täglichen Einsatz bestimmen. Für die Erfassung dieser komplexen Vorgänge sind eine Vielzahl von Fühlern und Sensoren montiert:

- Eine meteorologische Station mit Außentemperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit und Richtung und natürlich die Solareinstrahlung auf den Solargenerator.

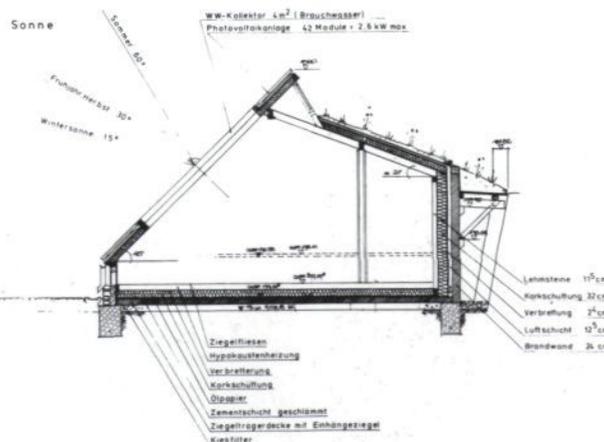
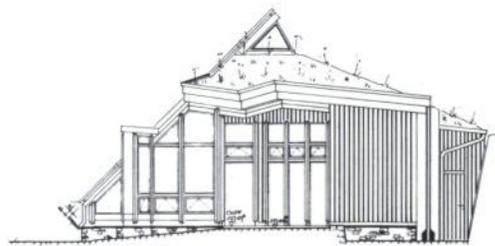
- Im Heizungssystem werden verschiedene Temperaturen in Luft und Wasser gemessen. Wärmemengenzähler werden abgefragt und der Gas- und Wasserverbrauch wird registriert.

- In den elektrischen Systemen werden Spannungen, Ströme, Leistungen, Verbräuche und Kapazitäten bestimmt.

Alle Meßwerte (ca. 100 Meßstellen) werden zyklisch erfaßt und gesammelt (Computersystem) und können auf einem Farbbildschirm direkt in verschiedenen Schaubildern angezeigt werden. Die wichtigsten Daten des thermischen und des Photovoltaik-Systems werden auf einer Schautafel im großen Raum des Ökohauses permanent angezeigt.

Das Besondere des Computersystems liegt aber in der Tatsache, daß gleichzeitig neben der Meßdatenerfassung die Steuer- und Regelaufgaben für das Solarsystem übernommen werden. Desweiteren wird eine Zustandsüberwachung mit Betriebs- und Störmeldungen durchgeführt und auf dem Computerbildschirm angezeigt. Änderungen in Steuer- und Regelabläufen der Solarsysteme lassen sich so durch Softwareänderungen im Computersystem ohne größere Umbauten in der Anlage realisieren.

Projektgruppe
Ökohaus/Naturgarten



„Strom aus Fensterscheiben“

Photovoltaische Dachziegelsysteme

Entwicklung: PV-Electric GmbH, Postfach 460705, 8000 München 46

Vielleicht eine der interessantesten innovativen Nutzungen der Solarenergie ist die Anwendung amorpher Dünnschichtzellen auf Gebäudefassaden. Die Siemens-Tochergesellschaft PV-Electric arbeitet an der Entwicklung eines photovoltaischen Fassadenelements, das in heutige Stahl- oder Aluminium-Glasfasaden integriert werden kann.

Zur Herstellung dieser Elemente werden große, ca. 2mm dicke Scheiben aus normalem Fensterglas mit hauchdünnen Halbleiterschichten belegt. Der Aufbau der Solarzellen ähnelt einem Sandwich: Auf dem Glasträger befindet sich zwischen zwei 1,5 µm dünnen transparenten Elektroden aus Zinkoxid die solaraktive Schicht aus amorphem Silizium. In dieser nur 0,3 µm (1/100 des Haardurchmessers) dünnen Schicht, die durch einen Plasmaprozess aus hochreinem Silan erzeugt wird, erfolgt die großflächige Umwandlung des Sonnenlichts in Strom, die transparenten Elektroden transportieren die Ladungsträger zum Anschlußkabel. Für die Realisierung von PV-Fassaden gibt es mehrere Konzepte:

- Beim Einsatz im Brüstungsbereich werden die Dünnschichtmodule auf einem Träger aus schwarz wirkendem Sicherheitsglas vor den undurchsichtigen Fassadenbereichen angebracht.

- Für den Einsatz in Eingangshallen, Glaskuppeln und -dächern, Treppenhäusern und Glaswänden stehen semitransparente Glaselemente mit 5-10% Lichtdurchlässigkeit zur Verfügung. Die semitransparen-

ten Module eignen sich auch in hervorragender Weise zur Abschattung einer zu intensiven Sonneneinstrahlung. Bei entsprechender Anordnung wird die Einstrahlung auf eine nach Süden ausgerichtete Glaswand im Sommer bei hochstehender Sonne sehr stark reduziert, während im Winter die tiefstehende Sonne in die Räume hineinstrahlt.

- Durch die Entwicklung eines durchsichtigen Zellentyps könnte auch die Anwendung von Dünnschichtsolarmodulen im Fensterbereich interessant werden. Hier werden bereits heute hochwärmedämmende Scheiben mit dünnen Metall- bzw. Metalloxidschichten eingesetzt, um im Sommer die Sonneneinstrahlung ins Rauminere bzw. im Winter die Wärmeabstrahlung nach außen zu mindern.

Fensterelemente mit amorpher Siliziumbeschichtung können neben der Strahlungsregulierung gleichzeitig Strom erzeugen. Die Transmission im sichtbaren Bereich des Lichtspektrums ist aber bei den zur Zeit zur Verfügung stehenden rotorange-farbigen Modulen sehr gering. Die Versorgung der Räume mit Tageslicht wird dadurch stark eingeschränkt. Weiterhin ist auch die psychologische Akzeptanz des roten Lichts fraglich.

PV-Electrics sieht die Anwendung der Fassadenmodule in erster Linie bei Bürogebäuden, weil hier das Strombedarfsprofil der PV-Anlage weitgehend entspricht. Die Fassade, die einen Nennwirkungsgrad von 6% haben wird, könnte z.B. Klimaanlage, Rechner und Beleuchtung autonom versorgen.

Entwicklung/Vertrieb: bmc Melchior Solartechnik KG, Robbelschan 14, 5630 Remscheid

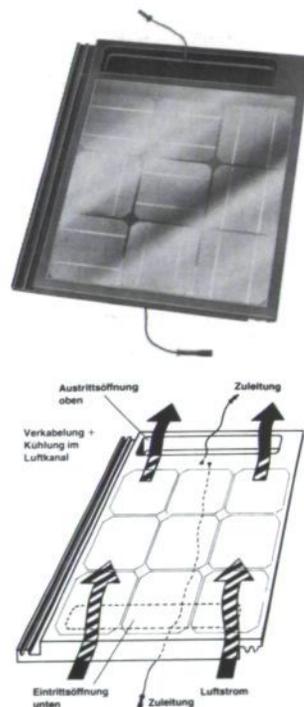
Bei der architektonischen Anwendung von Photovoltaikanlagen steht die Dachinstallation an erster Stelle. Bei handelsüblichen PV-Modulen treten dabei häufig Montageprobleme auf. Neben der, immer wieder für den Einzelfall zu entwickelnden, sturmsicheren Befestigung ist besonders die Langzeitdichtigkeit der durchstossenen Dachhaut nur schwer zu gewährleisten.

Die von BMC MELCHIOR SOLARTECHNIK entwickelten Solardachziegelsysteme übernehmen die Funktion konventioneller Ziegeldeckungen und stellen gleichzeitig ein sicheres Montageverfahren für Solarmodule dar. Der Dachstein „Remscheid“ ist den äußeren Abmessungen des Tegolith-Mittelfeld-Dachsteins der Firma Braas nachkonstruiert und dadurch mit dem bestehenden Dachdeckungssystem voll kompatibel. Der Solarziegel besteht aus zwei Komponenten: Der schwarzgraue Grundkörper aus Polymerbeton kann wie ein Dachstein traditionell verlegt werden. Anschließend wird von eingewiesenen Elektrikern ein rahmenloses Spezialmodul, das mit mono- und polykristalliner Siliziumtechnik angeboten wird, eingedrückt und verkabelt. Zwischen dem Grundkörper und dem Modul befindet sich ein offener Luftkanal, in dem das Verbindungskabel verlegt wird. Gleichzeitig dient dieser Kanal zur Kühlung der Solarzellen und erhöht damit den Wirkungsgrad. Die Solarziegel werden

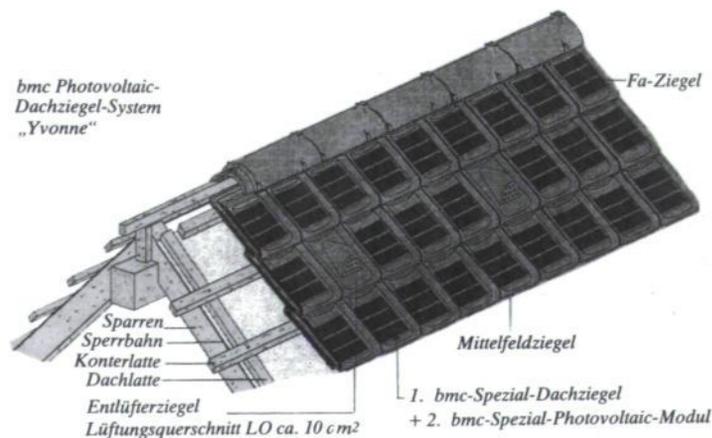
einbaufertig konfektioniert mit witterungsfesten Stecksystemen und eingebauter Bypass-Dioden-Sicherung geliefert.

Das System kann bei jeder Ziegeldeckung verwendet werden und ermöglicht auch unauffällige Integrationen in bestehende Dächer. Dadurch können die hohen Investitionskosten der Errichtung einer PV-Anlage auf einen langen Zeitraum gestreckt werden.

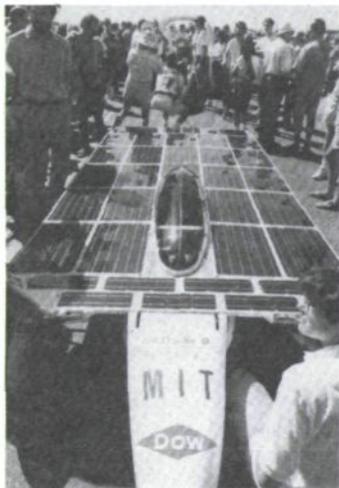
„Yvonne“, eine Weiterentwicklung des Remscheid-Steins, wird mit einem Keramiküberzug versehen sein, der die gleichen Reflektionswerte wie das Solarmodul aufweist. Dieses System ist in Entwicklung und wird voraussichtlich Anfang 1991 lieferbar sein.



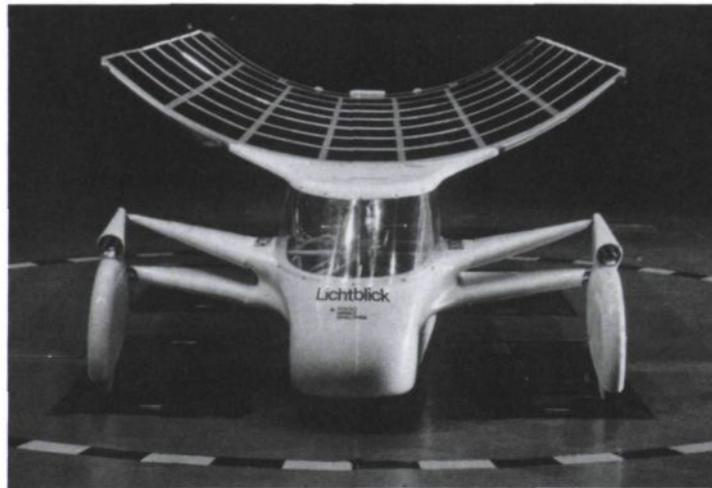
bmc Photovoltaic-Dachziegel-System „Yvonne“



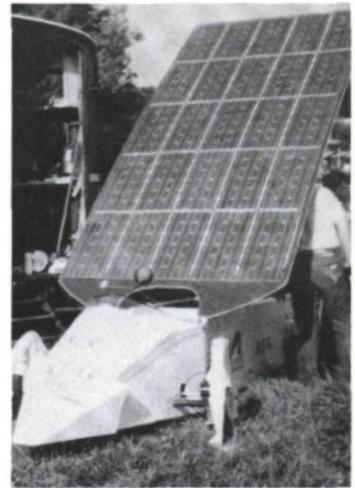
Solarmobile für den Kurzstreckenverkehr



Tour de Sol '89: vom Lago Maggiore an den Rhein: Solarmobil des Solectria-Teams.



World Solar Challenge, Australien 1987: Lichtblick von Disch-Design



Tour de Sol 1988, von Zürich bis zum Genfer See

Während es heute bereits leistungsstarke und wartungsfreie Elektro-Asynchronmotoren für Fahrzeuge gibt, wird man in der Batterietechnologie noch einige Zeit auf den entscheidenden Durchbruch warten müssen. Die geringe Energiedichte der z.Z. verfügbaren Blei-Schwefelsäure-Batterien führt dazu, daß konventionelle Elektrofahrzeuge trotz enormer Akkuspeichermassen nach spätestens 120 km aufgeladen, das heißt in der Praxis: an die Steckdose müssen.

Die Entwicklung von Solarmobilen ist deshalb nicht nur im Hinblick auf etwaige „Abfall-

produkte“ der Forschung interessant. Solarmobile sind spezielle Elektrofahrzeuge, die die elektrische Energie aus photovoltaischen Prozessen beziehen. Der in stationären Solargeneratoren erzeugte Strom kann über das Netz oder über stationäre Batterien in die Fahrzeuge eingespeist werden, ohne daß die traditionelle Stromversorgung zusätzlich belastet wird. Am Fahrzeug zusätzlich montierte Solarmodule laden die Bordakkus permanent nach, so daß einerseits geringere Batteriegewichte mitzuführen sind und andererseits bessere Fahrleistun-

gen erzielt werden können. Die seit 1985 jährlich stattfindende Tour de Sol hat neben dem enormen Entwicklungsschub gezeigt, daß sich die photovoltaisch angetriebenen Fahrzeuge gut in den bestehenden Verkehr integrieren lassen. Bei dem Rennen, das auf Landstraßen, eingebunden in den normalen Straßenverkehr durchgeführt wird, erreichen die neueren Modelle Durchschnittsgeschwindigkeiten von 50 km/h. Hochgezüchtete Rennversionen erreichten auch auf Langstrecken bereits über 100 km/h.

Insbesondere im Kurzstrek-

kenverkehr unter 50 km, der ca. 90% aller Fahrten ausmacht, können sich Solarmobile zu einer echten Alternative auch zu sparsamen Benzinfahrzeugsystemen entwickeln lassen. Durch die Beschränkung des Aktionskreises kann auf große Solarzellenflächen und Akkumulatoren zu Gunsten großzügiger Platzangebote verzichtet werden. Damit ist es möglich, Fahrzeugkonzepte mit typischer Zweitwagencharakteristik zu entwickeln, die im Agglomerationsverkehr zwei Personen und Gepäck mit akzeptablen Fahrleistungen befördern können.

Fahrzeuge mit Solar- und Muskelantrieb

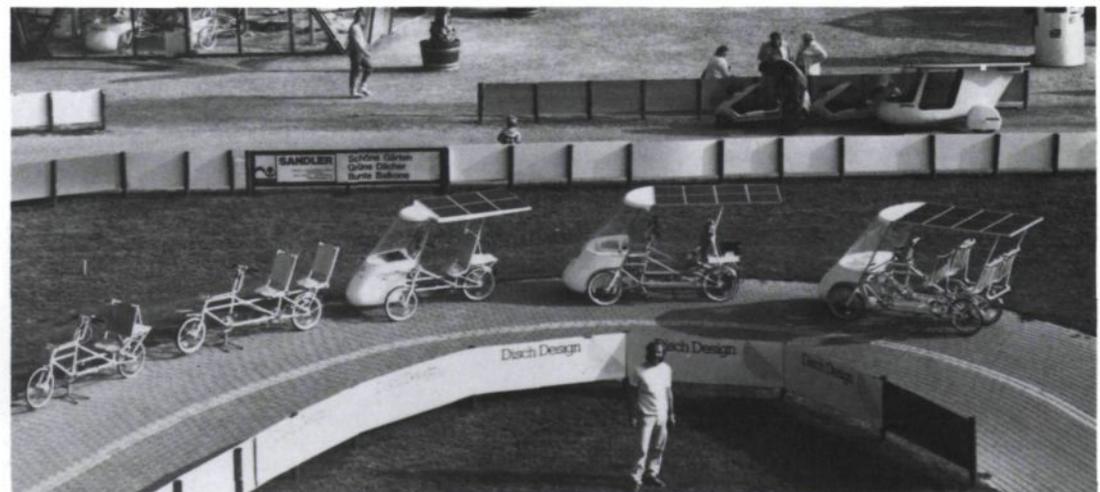
Hersteller: Disch Design, Wiesentalstr. 19, 7800 Freiburg

Fahrzeuge für das Tempo 30. Eine ganze Serie davon hat der Freiburger Architekt Rolf Disch entwickelt. Die aufeinander aufbauende Fahrzeugfamilie basiert auf einem ein- oder zweiseitigen Sesselrad mit Tretantrieb. Die liegende Position der Fahrer ermöglicht durch günstige Aerodynamik und gute Kraftübertragung hohe Geschwindigkeiten bei bequemer Körperhaltung. Der Einsitzer kann mit wenigen Handgriffen zu einem dreirädrigen Fahrzeug mit stabiler Straßenlage und guten Zulademöglichkeiten umgebaut werden. Zwei Einsitzer bilden die Grundlage für einen vierrädrigen Zweisitzer und aus zwei Tandemzweirädern erhält man schließlich ein viersitziges Vierradfahrzeug für die ganze Familie. Die Fahrzeuge können mit

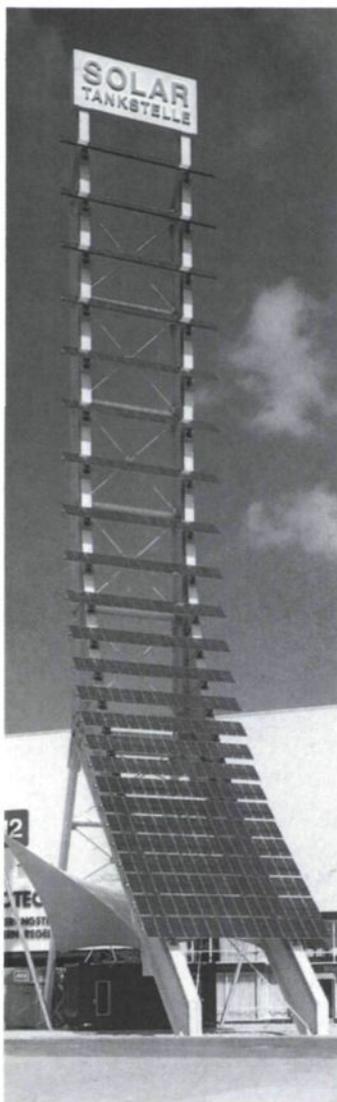
Wetterschutzkabinen verkleidet werden, die die Einsatzmöglichkeiten verbessern. Neben reinen Pedalantrieben können alle Fahrzeuge alternativ mit konventionellen Elektromotoren

oder als Solarmobile mit integrierten Modulflächen geliefert werden. Die Leistung der Generatoren liegt zwischen 108 und 186 Watt, die der Motoren zwischen 500 Watt Dauerleistung

und 2000 Watt Spitzenleistung in der Rennversion. Preise: 1900,- (Pedaleinsitzer) bis 15500,- (Vierrad-Vierer mit Solarantrieb).



Solartankstelle in Hannover



Projektträger: AEG Aktiengesellschaft; Entwurf: Prof. Dr.-Ing. Dr.h.c. Helmut Weber, Hannover; Informationen: Arbeitsgemeinschaft Solartankstelle, Industriestr. 29, 2000 Wedel

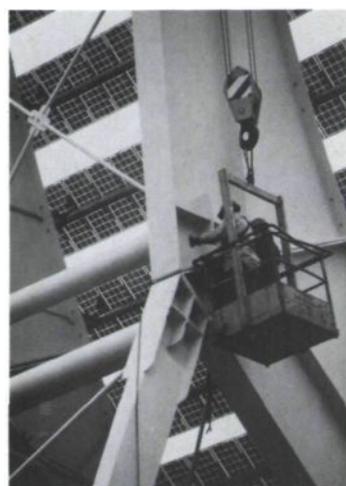
Bei den Hannover-Messen werden seit vielen Jahren Elektrofahrzeuge eingesetzt, um Besucher auf dem ausgedehnten Ausstellungsgelände zu transportieren. Nachdem AEG bei der Tour de Sol 1986 erstmals einen 2-kW-Solargenerator als mobile Aufladestation einsetzte, lag die Idee nahe, diese Technologie in einem größeren Maßstab zu erproben. Die Arbeitsgemeinschaft Solartankstelle (ein Zusammenschluß der Unternehmen AEG Neue Technologien und der Varta AG) projektierte daraufhin eine stationäre Ladestation, die mit einem 15-kW-Generator den Strom für die in Hannover eingesetzten Fahrzeuge produzieren sollte.

Die Integration photovoltaischer Anlagen in ein Gebäudekonzept liefert in der Regel eher mittelmäßige Ergebnisse, zumindest im Hinblick auf die Architektur. Dies nicht zuletzt deshalb, weil Architekten daran gewöhnt sind, den Entwurf in architekturkonstituierende und baupraktische Komponenten zu zerlegen, wobei die Energieversorgung des Gebäudes in den Ressort der Haustechnik gehört. Die Solartankstelle in Hannover, die in dieser Hinsicht

unter zugegebenermaßen günstigeren Bedingungen entstand, verbindet dagegen die PV-Anlage mit einer eindeutigen architektonischen Gestalt.

Für das begrenzte Baugrundstück wurde ein Solarturm entwickelt, bei dem die Module im unteren Bereich in einer 45° geneigten Fläche und nach einem kontinuierlichen Übergang der Steigung schuppenartig übereinander gestaffelt sind. Diese flächensparende Anordnung ermöglicht es auch, die im Betrieb gewonnenen Erkenntnisse z.B. auf vertikale Fassadenstrukturen zu übertragen.

Die 240 polykristallinen und 120 monokristallinen Solarmodule aus der AEG Serienproduktion sind auf 24 horizontalen Trägerrohren an zwei vorgefertigten, jeweils 42,5m hohen Stahlpylonen montiert. Jeweils drei Module sind zu einem String verschaltet, um die erforderliche Ladespannung von 36 Volt zu erreichen. In der von einem Membrandach überspannten Anfahrtstation unterhalb des Turms schaltet ein Ladecomputer je nach Sonneneinstrahlung die erforderlichen Generatorengruppen auf die sechs in Betrieb befindlichen Ausgänge. Durch den zusätzlichen Einsatz von Wechselbatterien wird die Leistung der Anlage auch bei hoher Betriebsfrequenz der eingesetzten Fahrzeuge sinnvoll genutzt. Bei jedem Ladevorgang werden batterie-spezifisch Kenndaten,



Ladeströme und -mengen erfaßt und die jeweiligen Batterien den Fahrzeugen entsprechend ihrem Einsatzprofil zugeordnet. Ein rechnergestütztes Meßsystem registriert die für die Weiterentwicklung notwendigen Meßwerte und Betriebsdaten.

Zur optimalen Auslastung der Anlage wird der Solarstrom in den messefreien Zeiten von den Stadtwerken Hannover, die auch als Betreiber auftreten, in das öffentliche Netz eingespeist. Die Arbeitsgemeinschaft Solartankstelle beabsichtigt, nach Abschluß der fünfjährigen Erprobungsphase, die Anlage an Standorten wie Freizeitparks, Kurzentren und Inseln, die nicht von Benzin-Fahrzeugen befahren werden dürfen, einzusetzen.

Entwicklung: Disch Design, Wiesentalstr. 19, 7800 Freiburg

Das von dem Freiburger Architekten Rolf Disch entwickelte Verkehrssystem für einen „Öffentlichen Individualverkehr“ (ÖIV) versteht sich nicht als Konkurrenz zum Öffentlichen Personennahverkehr, sondern als dessen Ergänzung. Über die Entwicklung eines neuen Fahrzeugtyps hinaus wird hier ein Teilsystem eines erweiterbaren Verkehrsverbundkonzeptes vorgestellt.

Das System basiert auf einem zwei- bis viersitzigen Elektroleichtfahrzeug, das seine Antriebsenergie ausschließlich aus photovoltaisch erzeugtem Solarstrom beziehen soll. Das kompakte Solarmobil verbraucht keine Antriebs- und Schmierstoffe, ist abgasfrei und geräuscharm und gilt wegen seiner verschleißarmen Konstruktion

als nahezu wartungsfrei. Die Fahrleistungen, der bereits in Kleinserie hergestellten Fahrzeuge sind auf das innerstädtisch „angesagte“ Tempo 30 ausgelegt.

In dem Freiburger ÖIV-Konzept ergänzen diese umweltfreundlichen Solarfahrzeuge das öffentliche Verkehrsnetz als Zubringer im Pendlerverkehr (park-and-ride-System), in Städten, in denen nur unzureichende ÖPNV-Verbindungen bestehen, oder zu Zeiten, in denen diese nicht rentabel betrieben werden können. Das Szenario sieht vor, an markanten Orten wie Flugplätzen, Bahnhöfen,

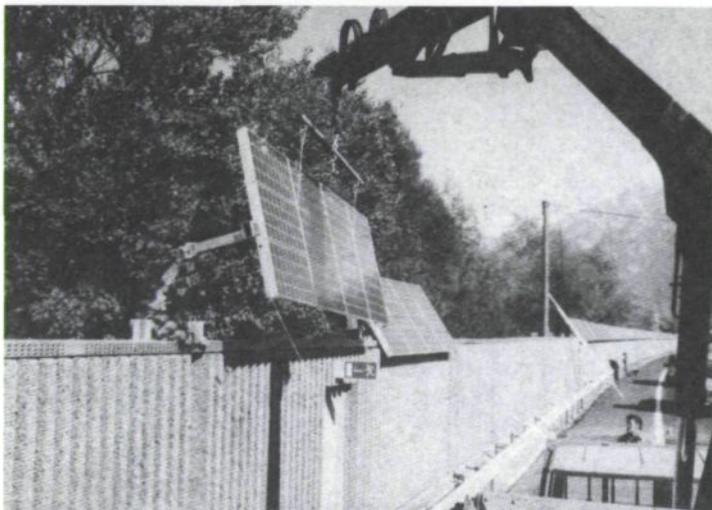
Neues Verkehrskonzept: der Öffentliche Individualverkehr

ÖPNV-Stationen, Einkaufszentren und Museen solarbetriebene Aufladestationen einzurichten, an denen Elektroleichtfahrzeuge als Selbstfahrtaxi gemietet werden können.

Die Mobile werden mit einer Chip- oder Magnetkarte des ÖPNV-Unternehmens – eine Art Kreuzung aus der übertragbaren Umweltkarte und einer Eurocard – gechartert. Nach dem Einführen dieser Karte in einen Bordcomputer wird automatisch die Verbindung zur Solartankstelle gelöst, der Ladestromkreis unterbrochen und der Fahrstrom freigegeben. Gleichzeitig registriert der Com-

puter fahrerbezogene Daten wie Zeit, Geschwindigkeit, zurückgelegte Distanz und Energieverbrauch, die in die Mietgebührenberechnung eingehen. Wenn das Fahrzeug nach einer Fahrtunterbrechung weiterbenutzt werden soll, entnimmt man eine Parkkarte, die den Fahrstrom unterbricht, die individuelle Chipkarte blockiert und das Fahrzeug verriegelt, so daß es von Fremden nicht benutzt werden kann. Nach Gebrauch wird das Mobil an einer beliebigen Solarstation abgestellt. Nach Anschluß an den Ladestromkreis entnimmt man dem Bordcomputer die Chipkarte und das Fahrzeug steht für den nächsten Benutzer zur Verfügung.

Nach Angaben des Entwicklers soll ein ÖIV-Netz bei 1000 angeschlossenen Fahrzeugen mit der erforderlichen Infrastruktur etwa 20 Millionen Mark kosten.



Schweizer Versuchsstrecke zwischen Felsberg und Domat/Ems: Die Photovoltaik-Paneelgruppen werden hier nur auf die bestehenden Schallschutzwände montiert.

Photovoltaik-Schallschutzwände

Projekt der Flachglas Solartechnik GmbH, Mühlengasse 7, 5000 Köln 1

Die FLACHGLAS SOLAR-TECHNIK GmbH arbeitet z.Zt. an einer Projekt-Studie zum Thema „Integration photovoltaischer Elemente in Schallschutzwände an Bundesdeutschen Fernstraßen“. Anstoß zum Start dieser Studie gab die Überlegung für den Aufbau von photovoltaischen Solargeneratoren bereits vorhandene Gebäudeflächen (Dächer und Fassaden) sowie Verkehrsflächen zu nutzen.

Da der Landschaftsverbrauch durch zentrale Solarkraftwerke (siehe Koborn-Gondorf/RWE, Neunburg v. Wald, usw.) sehr hoch ist und dieses sicherlich nur in der Erprobungszeit dieser Technik akzeptabel im Sinne des Umweltschutzes ist, gilt es nun, alternative Flächen für die Aufstellung der Solarmodule zu erschließen. Flächen, die bereits einem anderen Zweck dienen, nun einem zweiten Nutzen zuzuführen, bietet sich hier geradezu an.

Derzeit dämmen in der Bundesrepublik Deutschland an rund 40.000 km Autobahnen und Bundesstraßen etwa 500 km Erdwälle und 850 km Schutzwälle den Verkehrslärm ein. Jedes Jahr kamen bisher rund 30 km neue Wälle und 60 km Schutzwälle hinzu. Aufgrund der neuen gesetzlichen Verordnungen zum Schutz vor Verkehrslärm ist mit einer exponentiellen Steigerung zu rechnen.

Da gerade Schallschutzmaßnahmen häufig in Gebieten höherer Siedlungsdichte ergriffen werden, scheint die Netzkopplung dieser „Schallschutz-PV-

Generatoren“ die einzig sinnvolle Verwendung des erzeugten elektrischen Stroms. Durch einen „Gesamt-systemtechnischen Ansatz“, angefangen mit der konstruktiven Integration der Generatoren bis hin zur Leistungsaufbereitung und Netzeinspeisung, bemüht sich Flachglas Solartechnik eine Baukastenlösung zu entwickeln. Durch eine enge Zusammenarbeit mit kommunalen Energieversorgungsunternehmen finden auch die Probleme der Rückwirkungen auf das öffentliche Versorgungsnetz bei dieser Studie ausreichend Berücksichtigung.

Diese Studie wird die Ausgangsbasis für die Errichtung einer Pilotanlage an der Autobahn A 430 im Ruhrgebiet sein, mit deren Baubeginn bereits im Jahre 1991 zu rechnen ist.

Kleines Rechenbeispiel

Nimmt man nun mal als Basis diese 60 km jährlich neu hinzukommenden Schutzwände und bestückt nur die Hälfte hiervon mit Solarzellen, wobei man hier auch nur ca. 1,5m der insgesamt verfügbaren Höhe der Wände belegt, so erhält man eine nutzbare Fläche von 45.000 m². Diese Fläche, bestückt mit photovoltaischen Elementen der heute verfügbaren Generation, könnte eine insgesamt installierte Leistung von mehr als 54.000 kWatt peak ergeben. Unter Berücksichtigung unseres mitteleuropäischen Klimas kann hieraus eine jährliche elektrische Arbeit von 5.400.000 kWh gewonnen werden. Jeder bundesdeutsche Haushalt/Tarifkunde hat 1988 im Durchschnitt 2.884 kWh/a verbraucht. Mit dem heutigen

Stand der Solartechnik lassen sich also alleine durch den jährlichen Neubau notwendiger Lärmschutzwände in Kombination mit Photovoltaik jedes Jahr zusätzlich 1.872 Haushalte mit elektrischer Energie versorgen. Die zu erwartende Steigerungsrate des Baus von Lärmschut-

zwänden aufgrund der neuen Gesetze ist hierbei nicht einmal berücksichtigt.

Die photovoltaisch erzeugte, elektrische Energie von 5.400.000 kWh/a erspart den Ausstoß von über 2,7 Millionen m³ CO₂ pro Jahr. Zahlen, die für sich sprechen.

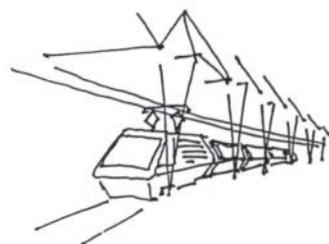
Energie-Dach-System

Entwurf: Disch Design, Wiesenstr. 19, 7800 Freiburg

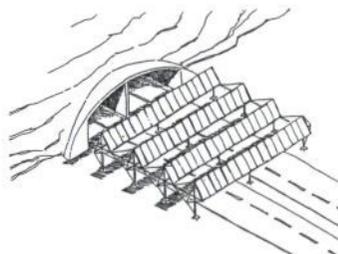
Einer ganz ähnlichen Idee, Photovoltaik-Module in größerem Maßstab einzusetzen ohne dabei zusätzlich Landschaft zu verbrauchen, folgt der Freiburger Architekt Disch mit seinem Energie-Dach-System.

Das Solardach besteht aus einandergereihten Tragwerken mit integrierten Solargeneratoren. Es „erntet“ nicht nur Sonnenenergie, sondern schützt die darunterliegende Fläche – je nach Ausführung – vor Regen, Schnee, Hitze, Kälte oder Sonne.

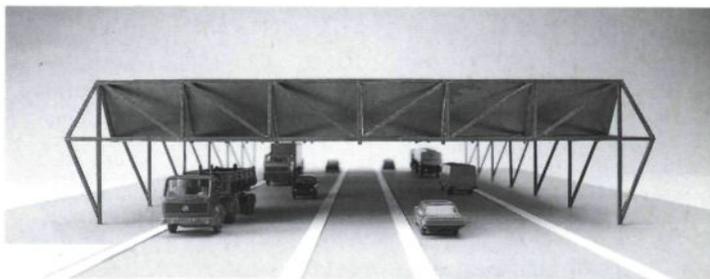
Mag diese Idee zur Zeit auch noch etwas utopisch anmuten, so besticht sie doch durch einen weiteren Aspekt: die Energie wird genau dort gewonnen, wo sie auch im großen Umfang verbraucht wird. Warum nicht beides miteinander koppeln?



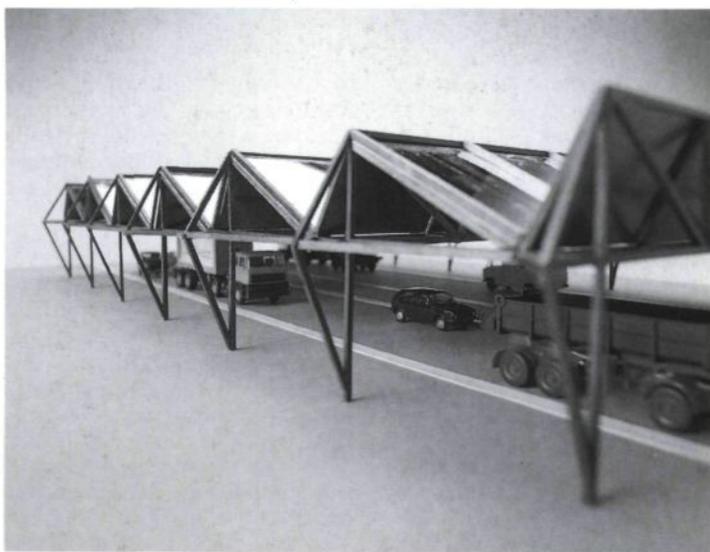
Solarkraftwerk über Bahnstrecken und Bahnhöfen.

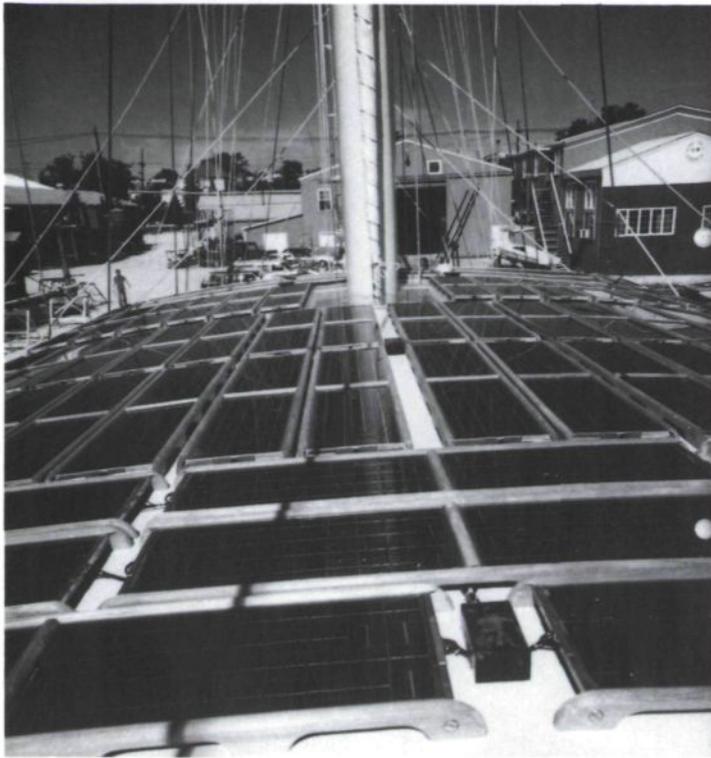


Solarkraftwerk als Adaptionfläche vor Straßentunnel liefert Strom für die Tunnelbeleuchtung und -belüftung.



Solarkraftwerk über Autobahnen.





Solarset auf Yacht (Telefunken System Technik)

Solarsets für Wohnwagen und Yachten

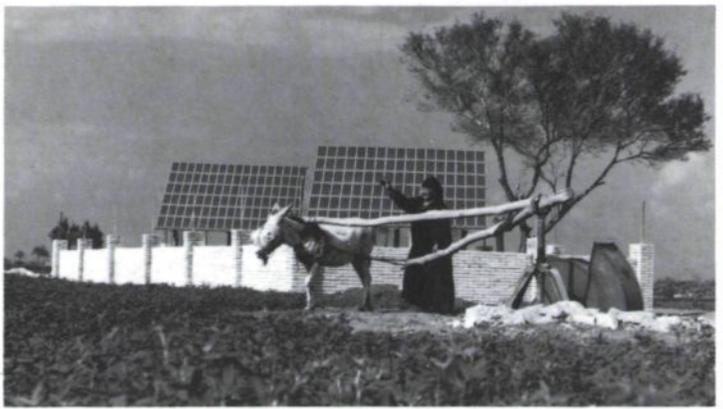
Hersteller: Siemens Solar GmbH, Buchenallee 3, 5060 Bergisch-Gladbach, Telefunken Systemtechnik GmbH, Industriestr. 23-33, 2000 Wedel

Das Wohnwagenset von SIEMENS enthält ein Soalmodul mit max. Leistung von 38 bzw. 53 Watt, eine Solarbatterie (Leistung 100 Ah bei hundertständiger Entladung), Laderegler, Kabel, Stecker, Steckdose und Bohrschrauber zur Selbstmontage. Mit dieser Solaranlage können alle im Wohnwagen üblichen 12 V-Verbraucher wie

Lampen, Radio, Fernseher, Bohrmaschine, Wasserpumpe etc. versorgt werden. Die Basis-solaranlage läßt sich beliebig erweitern, falls durch Neuanschaffung von zusätzlichen elektrischen Verbrauchern ein höherer Energiebedarf entsteht.

AEG-Telefunken hat ein ähnliches Set zur Selbstmontage für Yachten entwickelt. Das Stromversorgungssystem SLB ist nicht nur besonders tritt- und schlagfest, sondern auch seawasserfest, tropfenfest, hagel- und sturmresistent.

Wohnmobil Siemens



Stationäre Solar-Brunnenpumpe Typ SPS (AEG)

Solarbetriebene Wasserpumpen

In den Ländern der dritten Welt stellt die Energieversorgung ein Problem dar. Wegen der fehlenden Infrastruktur kann dort die Stromversorgung auf konventionellem Weg oft nur mit Dieselaggregaten sichergestellt werden. Dabei entstehen aber durch das Fachpersonal zur Wartung und Versorgung der Systeme und den ständigen Brennstoffbedarf fast immer hohe Betriebsfolgekosten, die den Erfolg der Projekte gefährden. Durch die Preisentwicklung von Solarzellen ist es möglich, wartungsfreie Systeme z.B. zur Wasserversorgung aufzubauen. Solarbetriebene Pumpenanlagen können dabei in allen Komponenten für das jeweilige Vorhaben optimiert werden. So läßt sich beispielsweise der nächtliche Pumpenausfall durch die Bevorratung in Speichern leichter überbrücken, als durch die aufwendige Bereitstellung von Batteriereserven. Selbst wenn die Industrienationen ihren Energieverbrauch drastisch einschränken, ist fraglich, ob dies den steigenden Energiebedarf der 3. Welt kompensiert. Photovoltaik und Solarthermik ist hier also so zwingend wie naheliegend.

Hersteller: AEG Neue Technologien, Industriestr. 29, 2000 Wedel

Solarpumpenanlagen werden von AEG auf der Grundlage der speziellen Anforderungen des jeweiligen Einsatzes zusammengestellt. Neben einer breiten Palette von Oberflächenpumpen werden Brunnenpumpen mit Förderhöhen bis zu 200m angeboten.

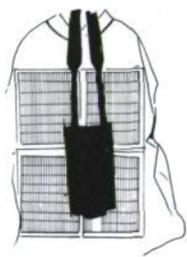
Hersteller: Siemens Vertrieb: Suntronic, Postfach 1207, 2400 Lübeck

Eine robuste Tauchpumpe, die durch ihren geringen Anlaufstrom besonders für den direkten Solarantrieb mit leichten Modulen geeignet ist. Der Pumpenmotor ist wegen der bürstenlosen Bauart leise und sparsam. Die praktisch verschleißfreien Keramiklager werden durch das Pumpmedium geschmiert. Bei zeitversetztem Einsatz kann das System durch eine Batterie mit Laderegler erweitert werden. Förderhöhe bis 4.35m, Preis ca. 900,-

Solartauchpumpe SITP 1 (Siemens)



Videojacke Sun 2000



Vertrieb: Suntronic, Postfach 1207, 2400 Lübeck

Videoaufnahmen sind durch die Speicherkapazitäten von Akkus begrenzt, und in der Regel bricht die Stromversorgung im spannendsten Augenblick zusammen. Durch integrierte Solarzellen ermöglicht die Sun 2000 Videojacke zeitlich unbegrenzte Aufnahmen unabhängig von jedem Netz. Auch bei bewölktem Himmel und diffusen Lichtverhältnissen wird ausreichend Energie für den Betrieb einer Videokamera geliefert. Die nur 1400g leichte Jacke, die speziell für den Einsatz bei Expeditionen und Reportagen entwickelt wurde, ist extrem strapazierfähig und bietet durch die Flexibilität der Laminat-Module uneingeschränkte Bewegungsfreiheit. Die Jacke ist mit 18 W Leistung und Systemspannungen von 6, 9 oder 12 Volt erhältlich. Preis: 1350 - 2025,-

Solarrechenschieber

Vertrieb: Suntronic-Electronic, Postfach 1207, 2400 Lübeck

Mit Hilfe des Solarrechenschiebers kann die Sonnenstrahlung auf einfachste Weise ermittelt werden. Er ist daher ein sehr nützliches Hilfsmittel bei der Planung von Solaranlagen – ob photovoltaisch oder solarthermisch. Ebenso kann mit seiner Hilfe die Wirksamkeit passiver Nutzung der Sonnenenergie (durch Fenster und Wintergärten z.B.) festgestellt werden – wie umgekehrt die Notwendigkeit von Sonnenblenden. Der

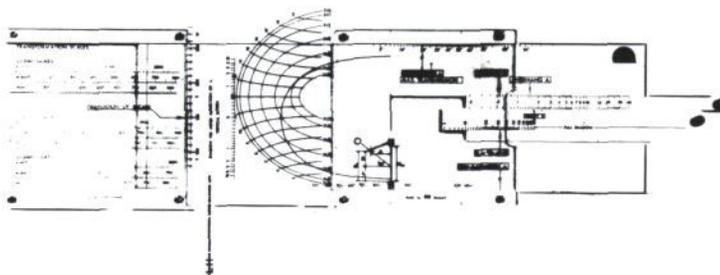
Rechenschieber dient

- der Berechnung der Sonneneinstrahlung in Watt, Kcal oder KJ/h je nach Jahres- und Tageszeit auf senkrechte und geneigte Flächen

- der Berechnung der Verschattung, des Schattenwinkels und der Schattenausdehnung und

- der Umrechnung von Watt, Kcal und KJ.

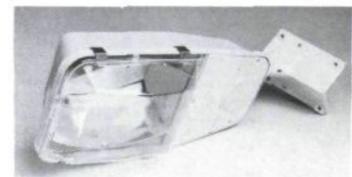
Durch das Austauschen der verschiebbaren Querzunge kann der Rechenschieber den verschiedenen Breitengraden angepaßt werden, Preis: 256,-



Solarlampen



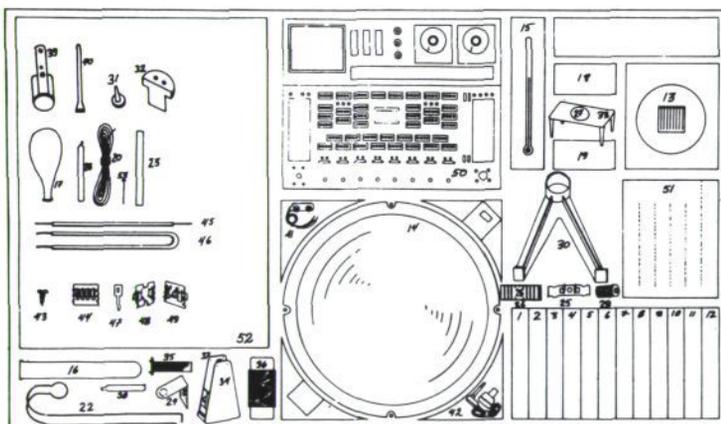
Solar-Road-C/N (Siemens)



Hersteller: Siemens Solar GmbH, Buchenallee 3, 5060 Bergisch-Gladbach, Suntronic Solar-Electronic, Postfach 1207, 2400 Lübeck

Solarlampen werden von einem an der jeweiligen Leuchte direkt angebrachten Solarmodul mit Strom versorgt, sind daher unabhängig von örtlichen Stromnetzen und damit vielfach wirtschaftlicher als herkömmliche Lampen. Die Solar-Road-C ist eine von Siemens neuentwickelte, formschöne Straßen- und Wegeleuchte für 12/24 V Photovoltaik-Systeme. Die eingebaute, handelsübliche Kompaktleuchtstofflampe liefert mit nur 22 W Lampenleistung das Licht einer 150 W-Glühlampe. Die Lampe kann auf geraden Masten, Peitschenmasten und Wandauslegern befestigt werden. Die Solar-Road-N ist mit einer energiesparenden Natriumdampf-Niederdrucklampe ausgestattet. Mit nur 18W Lampenleistung liefert sie das Licht einer 150 W-Glühlampe. Die Firma SUNTRONIC vertreibt die solarbetriebenen Gartenlampen Walklite 6T, 12T und 12F. Ein Helligkeitssensor schaltet die Lampen bei Dunkelheit automatisch an. Für die Lampen muß dank der eingebauten Batterie keinerlei Kabel verlegt werden, sie sind mühelos in wenigen Minuten anzubringen: Ein Spieß wird in die Erde gesteckt oder die Lampe wird mit einem Haken am Zaun befestigt.

Solar-Demonstrationsbaukasten



Vertrieb: Suntronic, Postfach 1207, 2400 Lübeck

Dieser Solarbaukasten beinhaltet über 50 Einzelteile, die mehr als 120 Experimente ermöglichen. Auf einem Schaltpult, das durch einfache Steckbuchsen mit diversen elektronischen Teilen verbunden werden kann, lassen sich Versuchsanordnungen – vom Mini-Sonnenofen bis zum solarbetriebenen Perpetuum Mobile durchführen. Preis: 49,50 DM

BAUTEILLISTE

1. Widerstand 5% 100Ω (2)
2. Widerstand 5% 1KΩ (2)
3. Widerstand 5% 10KΩ
4. Widerstand 5% 100KΩ (2)
5. Transistor 2N2222
6. Transistor AC127
7. Led
8. Diode 1N34
9. Kondensator 100µF
10. Kondensator 10µF
11. Kondensator 0.01µF
12. Kondensator 100 pF
13. Silizium Sonnenzelle
14. Parabolischer Reflektor
15. Thermometer
16. Reagenzglas
17. Ballons (2)
18. Glas

19. Spiegel
20. Faden
21. Ausschneideblatt
22. Reagenzglashalter
23. Magnetisierter Stab
24. Taste
25. Schalter, Metallteil
26. Schalter, Plastikteil
27. Linse
28. Kerze
29. Ferritkern
30. Reflektorfüße (2)
31. Reflektorstifte (4)
32. Trägerverstärker
33. Linsenträger
34. Pendelgewicht, Vorderteil
35. Spule
36. Emaillierter Draht

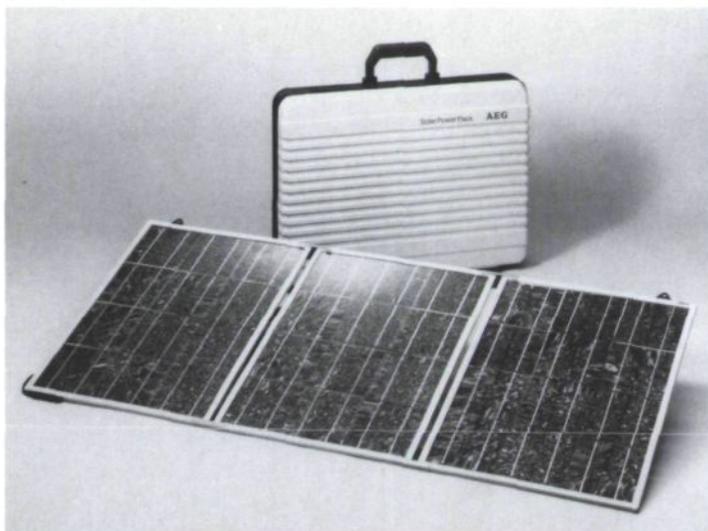
37. Pendelgewicht, Rückteil
38. Kernschraubenzieher
39. Pendelträger
40. Sicherungstift
41. Batterieanschluß
42. Ohrhörer 1000Ω
43. Montage Schraube (6)
44. Verbindungsklammern (39)
45. Drähte, 7 cm
46. Drähte, 19 cm
47. Kleine Drahtanschlüsse (4)
48. Klinkenbuchse, linke Klammer
49. Klinkenbuchse, rechte Klammer
50. Pult
51. Wärmeaufnahmebeutel
52. Instruktionbuch
53. Stecknadeln

Solar Pack- Solarstrom aus dem Koffer

Hersteller: AEG Neue Technologien, Industriestr. 29, 2000 Wedel

Strom ist eine universell verwendbare Energieform, aber, wenn man sich nicht mit schweren Akkublöcken belasten will, immer an ein stationäres Netz gebunden. Die photovoltaische Energieerzeugung macht elektrisch betriebene Geräte mobil und ermöglicht ihren dezentralen Einsatz.

Nachdem faltbare Solarmodule bei Polar- und Himalayaexpeditionen erfolgreich eingesetzt wurden, hat AEG einen tragbaren Generator entwickelt, der zusammen mit einer auslaufsicheren Batterie in einem – hoffentlich schlagfesten – Hartscha-



lenkoffer Platz findet. Als Grundkomponente einer autarken Energieversorgung ist der Einsatzbereich des eleganten Gerätes scheinbar unbegrenzt. Mit 12 Volt Akkuspannung lassen sich verschiedene nützliche Geräte wie PC's, C-Netz-Telefone, Werkzeuge, physikalische Analysegeräte, Medikamentenkühlboxen, aber natürlich auch CD-Player und Fernsehgeräte betreiben. Das dreiteilige Faltsolarmodul aus 36 polykristallinen Zellen erbringt eine Leistung von maximal 40 Watt. Die 17 Ah-Batterie garantiert die Stromversorgung auch ohne Sonne einige Stunden lang. Der Speicher kann am Netz nachgeladen werden.

Solarmodule und PV-Anlagensysteme

Weiterführende Literatur:



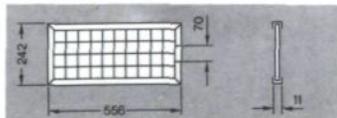
Fahrplanbeleuchtung

Hersteller: Solar Energie-Technik GmbH, Postfach 1180, 6822 Altlußheim

Unabhängig vom Netz wird diese Fahrplanbeleuchtung von einer Batterie gespeist. Die Batterie wird tagsüber von einem Solarmodul geladen. Solange vom Helligkeitssensor eine ausreichende Umgebungshelligkeit registriert wird, bleibt die Beleuchtung ausgeschaltet. Nähert sich jemand nach Anbruch der Dunkelheit der Haltestelle, dann gibt der Infrarotsensor – er reagiert auf die Wärmeabgabe des Menschen – automatisch den Batteriestrom frei. Die Stadt Frankfurt testet derzeit diese Technik für Bus- und Straßenbahnhaltestellen, wo kein Stromanschluß vorhanden oder aus Kostengründen auch nicht vorgesehen ist.

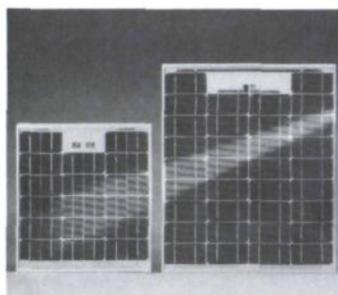
Herstellung/Vertrieb: Siemens Solar GmbH, Buchenallee 3, 5060 Bergisch-Gladbach 1; AEG Neue Technologien, Industriestr. 29, 2000 Wedel; Solarex, SVE-Solarenergie-Vertriebs- und Entwicklungsgesellschaft mbH, Hanauer Landstr./Vilbeler Landstr. 7, 6000 Frankfurt 61; ARCO Solar, ATEC Elektronik-Vertriebs-GmbH, Mühlaustr. 29, 8913 Schondorf

Photovoltaische Anlagensysteme und -komponenten werden von mehreren Herstellern und Vertreibern angeboten. Das Spektrum umfasst neben Solarzellen, Modulen, Laderegeln, Batterien, Wechselrichtern für verschiedene Systemspannungen und verbrauchsoptimierten Geräten auch komplette Einba kits für unterschiedliche Anwendungsgebiete. Umfassende Vergleichsmöglichkeiten bietet eine neutrale Marktübersicht, die vom Ökoinstitut Freiburg herausgegeben wird.



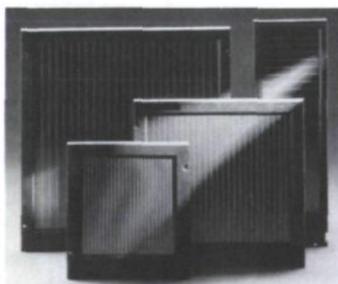
Solarmodul PQ 5/40/02 TS

Ein kleines Standardmodul von AEG mit 9,4 Watt Ausgangsleistung, das insbesondere zum Laden von 12 Volt-Akkus in Radio-, Tonband- und Funkgeräten geeignet ist. Die polykristallinen Siliziumzellen sind vor Umwelteinflüssen geschützt in Verbundglas eingebettet. Eine TS-Version ist auch extremen mechanischen Belastungen gewachsen.



Solarmodule SM 12/24

Monokristalline Rechteckzellen mit hoher Leistung und guter Flächenausnutzung liefern in diesen SIEMENS-Modulen 12 bzw. 24 Watt Leistung. Geeignet für alle Verbraucher mit geringer Stromaufnahme, auch bei hohen mechanischen und klimatischen Belastungen.



Dünnschicht-Solarmodule SMT 1.0/1.5/2.5/5.0

Diese Dünnschicht-Solarmodule von SIEMENS sind auf der Basis der amorphen Siliziumbedampfung aufgebaut und erreichen dadurch hohe Leistungen gerade auch bei diffuser Sonneneinstrahlung. Die Siliziumschicht ist zwischen einem Glasträger und einem Aluminiumgehäuse wetterdicht geschützt.

Eine ausführliche Photovoltaik-Marktübersicht (Stand Februar 1990) mit fast 200 Händleradressen und vielen weiteren Informationen kann zum Preis von DM 14,- (incl. Versand und Verpackung) beim Öko-Institut, Binzengrün 34a, 7800 Freiburg bezogen werden.

Räuber/Jäger (Hrsg.): Photovoltaik – Strom aus der Sonne. C.F. Müller Verlag, Karlsruhe 1990

H. Ladner: Solare Stromversorgung – für Geräte, Fahrzeuge und Häuser. Öko-Buch Verlag Freiburg 1989, DM 24,80

J. Schmid: Photovoltaik – Direktumwandlung von Sonnenlicht in Strom (BINE-Informationspaket). Verlag TÜV Rheinland Köln 1988, DM 18,-

P. Jacobs: Strom aus Sonnenlicht. Verlag Wagner & Co. Solartechnik Marburg 1989, DM 12,-

M. Künzel: Stromerzeugung durch Siliziumzellen. Verlag C.F. Müller Karlsruhe 1981

H. Weik, H. Engelhorn: Wärme und Strom aus Sonnenenergie. Verlag C.F. Müller Karlsruhe 1988, DM 39,-

Zeitschrift „Sonnenenergie & Wärmepumpe“. Sonnenenergie Verlags GmbH Ebersberg. Einzel exemplar DM 9,-

Zeitschrift „Sonnenenergie“ Mitteilungsblatt der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie DGS München

Photovoltaik Handbuch GWV Solar- und Energiesparsysteme Hrsg.: Wolfgang Wismeth. Plärrer Verlags GmbH, Nürnberg (zu beziehen bei: Siemens Solar GmbH)

„Sonnenenergie/Energie solaire“ SSES Zeitschrift der Schweizerischen Vereinigung für Sonnenenergie. Verlag Sonnenenergie, Postfach, CH 8050 Zürich, Einzelheft DM 9,-

„Hand in Hand mit Sonnenenergie“ Umfangreicher Versandkatalog, 180 S., DM 25,-, Hrsg. Suntronic, Postfach 1207, 2400 Lübeck