

Sonnenenergie

Starten oder einpacken

Vernünftige Zweifel daran, daß der Energiehunger der Menschheit die Erdatmosphäre aufheizt, gibt es nicht mehr, aber eine Energiewende kommt nicht in Gang. Erst die Massenproduktion von Photovoltaik-Zellen könnte sie wirtschaftlich machen. Doch dem stehen Interessen der Stromwirtschaft und der Kleinmut der Politik entgegen.

Es ist nicht der erste Alarmruf und sicher nicht der letzte. Als die Weltgemeinschaft der Klimaforscher letzte Woche in Rom ihre Resultate präsentierte, fiel das Echo der Weltöffentlichkeit moderat aus. Man gewöhnt sich.

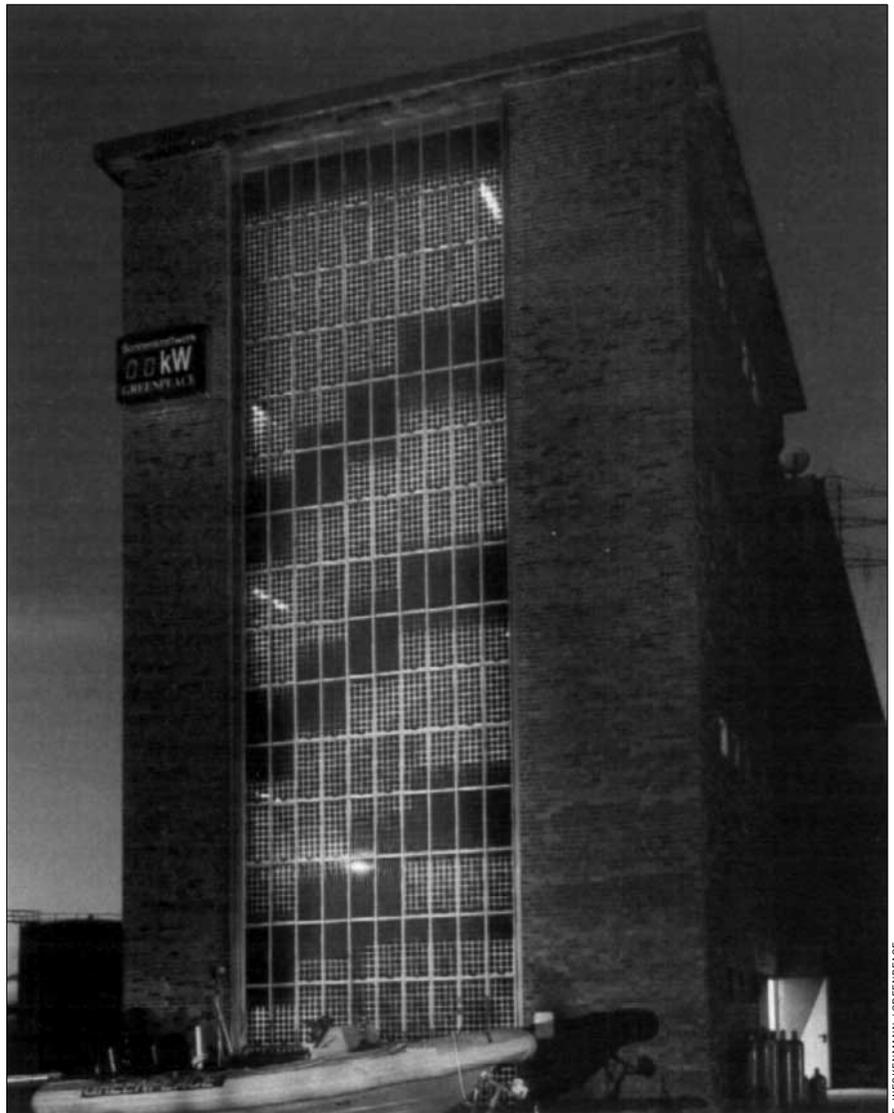
Die Fieberkurve der Erde steigt, gebremst von Klimakonventionen und Umweltgipfeln. Am Ende des nächsten Jahrhunderts wird die globale Durchschnittstemperatur, wenn alles weitergeht wie bisher, um 2,1 bis 4,5 Grad Celsius höher liegen als in vorindustrieller Zeit.

Neu ist nur die gewachsene Verlässlichkeit der Klimavorhersagen. 24 Simulationen, ausgespuckt von den weltweit leistungsfähigsten Großrechnern, fanden Eingang in den zweiten Bericht des „Zwischenstaatlichen Uno-Gremiums zum Klimawandel“. Vernünftige Zweifel, daß die weltweite Hitzewelle auf die Hyperaktivität einer wachsenden Menschheit zurückgeht, sind demnach nicht mehr erlaubt.

Entlastung ist nicht in Sicht. Der Pegel des Treibhausgases Kohlendioxid in der Atmosphäre steigt unaufhörlich. Entwicklungsländer wie China oder Indien stillen ihren gewaltigen Nachholbedarf an Energie durch den Einsatz fossiler Brennstoffe. Die Mehrzahl der Industriestaaten wird nicht einmal das auf dem Umweltgipfel 1992 in Rio de Janeiro feierlich abgegebene Versprechen einlösen, ihre CO₂-Emissionen bis zur Jahrtausendwende auf dem Wert von 1990 einzufrieren.

Auch Deutschland hat seine öffentlichkeitswirksam herausgestellte Vorreiterrolle faktisch aufgegeben. Noch Anfang April, auf der Klimakonferenz in Berlin, hatte Helmut Kohl verkündet, Deutschland werde bei den CO₂-Emissionen mit einer Reduktion von 25 Prozent bis zum Jahr 2005 vorpreschen. Eine neue Studie der Baseler Prognos AG kommt dagegen zum Schluß, der nationale Kohlendioxid-Ausstoß werde sich gerade einmal um 10,5 Prozent verringern – und das fast ausschließlich infolge des industriellen Zusammenbruchs in der früheren DDR.

Zwar zweifelt niemand mehr öffentlich: Über kurz oder lang müssen die un-



Fassade mit Solarzellen*: Die Stromkonzerne sperren sich

erschöpflichen Energieträger Wasser, Wind und Sonne die Klimakiller Kohle und Öl und die Risikotechnologie Atomenergie als Basis der Energieversorgung ablösen.

Gestritten wird nicht mehr über das Ob einer solaren Energiewirtschaft,

sondern über das Wie – und vor allem das Wann. Für Hermann Scheer, den Bonner SPD-Abgeordneten und unermüdlichen Vorkämpfer einer „Sonnenstrategie“, dauert die Zeit des Zauderns schon viel zu lang.

Deutschland und Europa, warnt Scheer, sind drauf und dran, den Start in das vielleicht größte Technologiege-

* Greenpeace-Haus im Hamburger Hafen.

schäft des kommenden Jahrhunderts zu verpassen. Angesichts der „strategischen Export-Offensive“ der USA und Japans stehe Europa vor einer klaren Alternative: „Durchstarten oder einpacken“.

Bis heute stammen gerade 1,4 Prozent des deutschen Primärenergieverbrauchs aus erneuerbaren Quellen. Beim Strom sind es 4,7 Prozent, wozu fast 5000 Wasserkraftwerke im Lande mehr als vier Fünftel beisteuern.

Klänglich ist besonders der Stand der Photovoltaik (PV), also der direkten Umwandlung des Sonnenlichts in Strom. Im ganzen Jahr 1994 speisten die bläulich schimmernden Siliziumzellen vier Millionen Kilowattstunden Sonnenenergie ins Netz. Das Atomkraftwerk Brokdorf schafft diese Energiemenge in drei Stunden.

Die Stromwirtschaft tut fast nichts dafür, daß sich daran etwas ändert – aber manches dafür, daß es so bleibt. „Nur wer im Auto sitzt, kann bremsen“, meint Scheer. Deshalb hätten sich die Großen der Strombranche in den vergangenen Jahren systematisch bei den Photovoltaik-Herstellern eingekauft, nur um dann die Produktion ins Ausland zu verlegen.

Den Wegbereiter beim Exodus der Modulbauer machte Siemens Solar. Schon vor fünf Jahren übernahm die gemeinsame Tochter des Münchner Weltkonzerns und des bayerischen Strommonopolisten Bayernwerk den US-Hersteller Arco Solar im kalifornischen Camarillo und stieg damit zum weltweit größten Photovoltaik-Anbieter auf.

In diesen Wochen wird der letzte nennenswerte Hersteller von PV-Modulen, die Angewandte Solarenergie (ASE) GmbH in Wedel bei Hamburg, eine

Tochter des Stromriesen RWE und der Dasa, die Modulproduktion in Deutschland einstellen. Zurück bleiben zwei Pilotanlagen und eine kleine Produktionsstätte für Sondermodule für die Raumfahrt in Heilbronn.

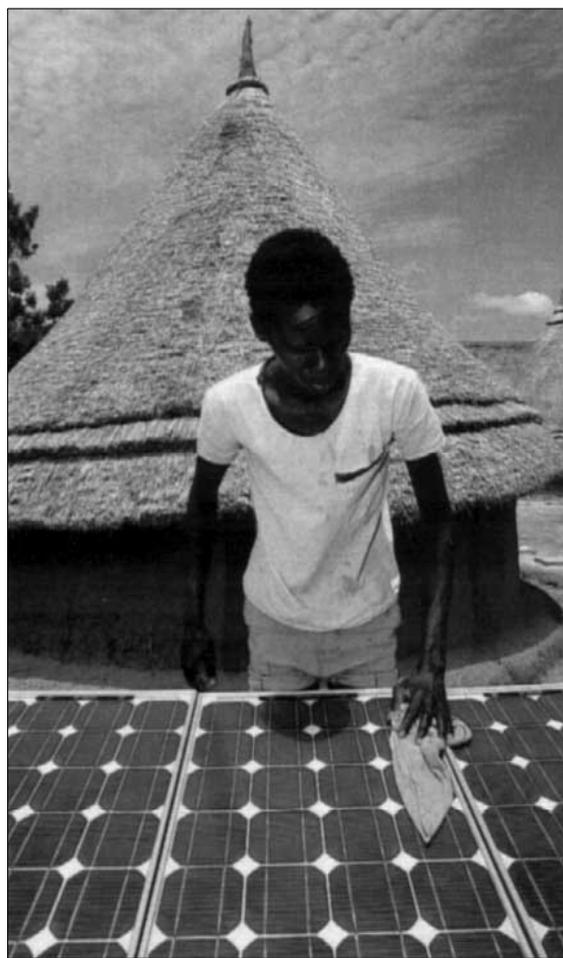
Zuvor hatten ASE und ihre Vorläufer 380 Millionen Mark Forschungsförderung kassiert, Siemens und Siemens Solar immerhin 117 Millionen. „Bei uns“, spottet ein Solartechniker, „wird eben so lange an neuen Technologien geforscht, bis sie reif sind für die Produktion im Ausland.“

Deutschland ist damit paradoxerweise im Begriff, aus einem gerade anfangenden Zug auszusteigen. Hatte die Stromwirtschaft Sonne, Wind und Wasser in der Vergangenheit gern als kleinen „additiven“ Posten in der Energiebilanz abgetan, so werden die Perspektiven der Photovoltaik inzwischen wesentlich optimistischer eingeschätzt.

Inzwischen gilt die Photovoltaik nicht mehr nur für den sogenannten Inselbetrieb fernab vom Netz – zur Versorgung von Notrufsäulen, Parkplatzautomaten oder abgelegenen Berghütten – oder für die sonnenverwöhnten und dünnbesiedelten Regionen der Tropen als wirtschaftlich attraktiv.

Auch die Klima-Enquetekommission des Deutschen Bundestags rechnete im letzten Jahr das Szenario einer Solar-Wasserstoffwirtschaft vor, die im Jahr 2050 zu über zwei Dritteln auf erneuerbaren Energien basiert. Systemanalytiker des Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie ermitteln ein technisches Stromerzeugungspotential für Wind, Wasser und Photovoltaik von rund 250 Milliarden Kilowattstunden pro Jahr – etwa die Hälfte der aktuellen Nettostromproduktion in Deutschland.

Der oft als Gegenargument bemühte hohe Flächenbedarf ist kein wirkliches Hindernis. Inzwischen besteht weitgehend Einigkeit darüber, daß die vorhandenen, sonnengünstig ausgerichteten Dach- und Fassadenflächen ausreichen, den gesamten deutschen Strombedarf mit PV-Energien zu befriedigen.



Solarzellen im Sudan*: Nischen fernab vom Netz

H. SCHWANZBACH / ARGUS

Die größte Hürde für die sanften Energien bleibt vielmehr ihr hoher Preis. Sie müssen sich durchsetzen gegen eine seit dem Zweiten Weltkrieg perfekt ausgebaute Energie-Infrastruktur, gegen Energieträger, deren Umweltkosten nicht in ihrem Preis auftauchen, und gegen erhebliche Überkapazitäten der Stromindustrie, die aufgrund von Fehlprognosen in den siebziger Jahren aufgebaut wurden.

Deshalb sperren sich die Stromkonzerne gegen die Einsicht, daß inzwischen neben der Wasserkraft auch andere regenerative Energien an der Schwelle zur Wirtschaftlichkeit stehen – so die Strom- oder Wärmeproduktion aus Biogas, Holz und Stroh oder aus solarthermischen Anlagen zur Warmwasserversorgung. Eine CO₂-Steuer, die fossile Energieträger verteuern würde, könnte den entscheidenden Kick in Richtung Konkurrenzfähigkeit bedeuten.

Ein Beispiel, wie schnell so etwas gehen kann, existiert bereits: Seit der Bundestag die öffentlichen Stromversorger mit dem 1991 in Kraft getretenen „Stromeinspeisungsgesetz“ dazu verpflichtete, erheblich höhere Kilowatt-

* Zur Stromversorgung eines Camps der „Ärzte ohne Grenzen“.



Solarenergie-Verfechter Scheer
„Die Zeit des Zauderns dauert zu lang“

J. H. DARCHINGER

stunden-Preise an private „Netzeinspeicher“ zu zahlen, boomt die Windenergie in Deutschland.

Seither interessieren sich nicht mehr nur gutbetuchte Öko-Aktivistinnen für die schlanken Windmühlen an der Küste, sondern auch Kleinbauern und Abschreibungskünstler. Die Folge: Jedes Jahr verdoppelt sich die installierte Leistung der Windräder. Zum Jahresende wird sie die 1000-Megawatt-Marke überschritten haben.

Einzig die Photovoltaik ist nach wie vor fünf- bis achtmal teurer als konventionell erzeugter Strom. Der meistgenannte Preis für die Kilowattstunde Strom vom heimischen Eigenheimdach liegt bei zwei Mark. Ein 1994 im spanischen Toledo errichtetes Ein-Megawatt-Solarkraftwerk liefert die Kilowattstunde für umgerechnet 60 Pfennig.

Doch auch damit liegt der Preis des Solarstroms noch weit über dem des Kohle- oder Atomstroms. Kostensenkungen um einen Faktor zwei oder drei verspricht erst der Übergang in die automatisierte Massenherstellung der PV-Module.

Bis eine solche Fabrik gebaut wird, bleiben die Preise hoch. Weil die Preise hoch bleiben, stockt der Absatz. Weil der Absatz nicht gesichert ist, wagt kein Hersteller den Sprung in die Massenproduktion. Das Ergebnis dieses Teufelskreises ist eine zwar langsam wachsende, aber erIEWirtschaftlich und ökologisch bedeutungslose Weltjahresproduktion von PV-Modulen mit einer Gesamtleistung von etwa 70 Megawatt im letzten Jahr.

Nach jahrelangem Streit um eine Energiesteuer wird der Strom billiger

an Ratschlägen, wie die Misere überwunden werden kann, herrscht kein Mangel. „Doch egal, was wir vorschlagen“, empört sich Scheer, „die Antwort ist seit Jahren immer dieselbe: so nicht und jetzt nicht.“ Beispiele:

- ▷ Im Bundestag verlangte die bündnisgrüne Fraktion bei den Haushaltsberatungen im November einen zusätzlichen Ausgabenposten – Volumen: 450 Millionen Mark, verteilt über fünf Jahre, Titel: „Förderung der großtechnischen Herstellung von Photovoltaik-Anlagen in Ostdeutschland“. Die Bundestagsmehrheit winkte ab.
- ▷ In diesen Tagen bringt die sozialdemokratische Opposition ihre Idee eines 100 000-Dächer-Programms in den Bundestag ein. Es soll Solarpioniere den Kauf von PV-Modulen für das Eigenheim und der Industrie die Massenfertigung erleichtern. Ge-

schätzte Kosten: 1,5 Milliarden Mark. Durchsetzungschance: nahe Null.

Sven Teske, Solarexperte bei Greenpeace in Hamburg, mag nach dem Exodus der von der Stromwirtschaft beherrschten Photovoltaik-Hersteller nicht mehr an deren guten Willen glauben. Von der Ludwig-Bölkow-Systemtechnik in München ließen sich die Öko-Aktivistinnen deshalb die Investitionskosten für eine Solarfabrik zur Serienfertigung privater Dachmodule ausrechnen. Die sollen zwei Kilowatt leisten, den halben Strombedarf eines Vierpersonenhaushalts decken, 25 300 Mark kosten und damit rund 40 Prozent preiswerter ausfallen als frühere Anlagen. Innerhalb weniger Wochen meldeten sich daraufhin über 1200 Kaufinteressenten.

Auch als das niedersächsische Wirtschaftsministerium 1994 ein Zehn-Millionen-Mark-Programm für private PV-Anlagen auflegte, war der Fördertopf binnen weniger Monate leer. Von 800 Antragstellern kamen nur 200 bis 300 zum Zuge. „Wir brauchen Zeit zum Luftholen“, stöhnte ein Sprecher, „mit einer solchen Nachfrage haben wir nicht gerechnet.“

Teske sieht darin Beweise, daß es gerade in Deutschland einen Markt gibt, der nur darauf wartet, bedient zu werden. Greenpeace will sich nun mit seinem „Konzept für die Solarfabrik '96“ auf die Suche nach einem Investor begeben. „Wir können“, meint Teske, „die Fabrik schließlich nicht auch noch selbst bauen.“

Doch während etwa in den USA der Gaskonzern Enron gemeinsam mit dem Öriesen Amoco gerade den Bau eines 100-MW-Photovoltaik-Kraftwerks in der Wüste Nevadas plant, schreckt in Deutschland ausgerechnet der dynamische Wettlauf der Forschungslabors die Zauderer (siehe Kasten Seite 160).

„Wer zuerst springt, verliert“, lautet das Standard-Argument. Denn die jetzt verfügbare Technik sei in 10 oder 20 Jahren bereits überholt. „Hätten die Bahnpioniere Anfang des 19. Jahrhunderts auf die Elektrolok gewartet“, kontert Scheer, „gäbe es bis heute keine Eisenbahn.“

Klaus Peter Hanke, Geschäftsführer des Instituts für Angewandte Photovoltaik in Gelsenkirchen, macht vor allem die Politik verantwortlich für die Stagnation. „Als es darum ging, die Kernkraft zu etablieren“, klagt er, „wurden in Karlsruhe und Jülich gleich zwei riesige Kernforschungszentren aus dem Boden gestampft.“ Eine ähnliche Entscheidung für die Sonnenenergie gibt es bis heute nicht.

Statt dessen verweist Zukunftsminister Rüttgers (CDU) auf die Förderung der sieben im bundesweiten „Forschungsverbund Sonnenenergie“ zusam-

Jedes Prozent zählt

Fortschritte beim Bau von Photovoltaik-Zellen

Nicht revolutionäre Neuerungen werden den Durchbruch zur Massenproduktion von Solarzellen bringen. Ziel fast aller Entwicklungslabors im In- und Ausland ist vielmehr Optimierung: höhere Wirkungsgrade und niedrigere Kosten.

Sicher scheint: Der Halbleiter-Grundstoff Silizium bleibt bis auf weiteres die Basis der direkten Erzeugung von Strom aus Sonnenlicht. Marktbeherrschend sind seit Beginn der Photovoltaik-Entwicklung in den fünfziger Jahren – damals vorangetrieben von den Raumfahrt-Ambitionen der Großmächte – „monokristalline“ und „multikristalline“ Siliziumzellen. Zusammen stellen diese klassischen Zellen heute rund vier Fünftel der industriell gefertigten Solarmodule.

Von Verbesserungen bei der Siliziumproduktion, beim Design der Zellen und bei der Fertigung der Module versprechen sich die Wissenschaftler eine schrittweise Erhöhung der Wirkungsgrade. Jeder Prozentpunkt zählt.

Heute im Alltag eingesetzte Siliziumzellen setzen meist zwischen 10 und 15 Prozent der eingestrahlten Sonnenstrahlung in elektrische Energie um. Im Labor entwickelten Forschergruppen in Australien und in den USA in jüngster Zeit High-Tech-Zellen mit Wirkungsgraden von bis zu 24 Prozent. Das Freiburger Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme schaffte einen europäischen Spitzenwert von 22,3 Prozent.

Der erste Schritt zur Kostenreduzierung war der Übergang von monokristallinem Silizium, das teuer und zeitaufwendig aus der Schmelze gezogen werden muß, zu multikristallinem Material, das gegossen werden kann.

Inzwischen gibt es Pilotanlagen, die hauchdünne Siliziumbänder und -folien produzieren. Die Materialersparnis ist enorm, weil bei der konventionellen Methode die Scheiben einzeln vom Kristall getrennt werden müssen. Dabei geht rund die Hälfte des Siliziums als Abfall verloren.

Mit noch weniger Silizium kommen sogenannte Dünnschichtzellen

aus. Dazu werden Silizium oder andere für Solarzellen eingesetzte Halbleiter nur wenige hundertstel oder tausendstel Millimeter dick auf geeigneten Trägerplatten großflächig abgeschieden.

Um die Lichtausbeute zu steigern, werden diese extrem dünnen photoaktiven Folien aufeinandergestapelt. Jede Schicht sammelt Licht einer anderen Wellenlänge.

Als Hoffnungsträger für die Massenproduktion gelten zur Zeit vor allem Dünnschichtzellen auf der Basis von amorphem Silizium, das heute schon in Kleingeräten wie Taschenrechnern oder Armbanduhren eingesetzt wird.

Statt in einer streng geometrischen Gitterstruktur sind die Siliziumatome dabei unregelmäßig auf der Oberfläche der Solarzelle angeordnet.

Zwar ist der Wirkungsgrad von Photozellen auf der Basis von amorphem Silizium bisher noch vergleichsweise gering. Ihr entscheidender Vorteil ist hingegen die Fertigungsmethode („Niedertemperatur-Abscheidung“): Auf die sehr hohen Temperaturen des sonst unumgänglichen Schmelzprozesses kann verzichtet werden. Das spart Energie.

Das vielleicht aufregendste PV-Projekt in Deutschland läuft derzeit in Gelsenkirchen. Im dortigen Wissenschaftspark soll im eigens zu diesem Zweck gegründeten Institut für Angewandte Photovoltaik die von Michael Grätzel an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Lausanne Anfang der neunziger Jahre entwickelte Farbstoffzelle zur Industriereife gebracht werden.

Noch befindet sich die Grätzel-Zelle im Experimentierstadium. Doch weil sie ganz ohne Silizium und dessen teure Verarbeitung auskommt, könnte dieses Konzept wirklich eine Revolution der PV-Technologie in Gang setzen.

mengeschlossenen Institute. Die zur Verfügung stehenden Mittel allerdings strich der Bonner Kassenwart Theo Waigel (CSU) rigoros zusammen, nachdem 1994 das photovoltaische 1000-Dächer-Programm auslief.

Zudem mangelt es längst nicht mehr nur an Forschung und Entwicklung. Die Grünen befürchten gar eine „Forschungshalde“, auf der sich Ideen stapeln, die im Labor lagern, bis sie überholt sind.

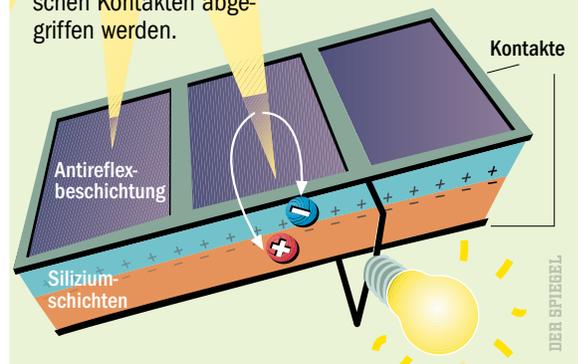
Erforderlich wäre ein gezieltes Markteinführungsprogramm. Ein Konzept dafür glaubt der pensionierte Bundeswehr-Offizier Wolf von Fabek gefunden zu haben. Mit kämpferischer Zähigkeit verfiert der Geschäftsführer des in Aachen ansässigen Solarenergie-Fördervereins seit 1989 eine „kostendeckende Vergütung“ von Solarstrom.

Finanziell in Anspruch genommen werden nach dem „Aachener Modell“ weder die öffentlichen Kassen noch die Stromkonzerne. Zahlen sollen die

Strom vom Himmel

Wie Solarzellen Licht in Elektrizität umwandeln

Photovoltaik-Zellen bestehen aus zwei unterschiedlich behandelten Siliziumschichten. An der Grenzfläche bildet sich ein elektrisches Feld. Lichtenergie mobilisiert in dem Halbleitermaterial positive und negative Ladungsträger, die unter dem Einfluß des elektrischen Feldes in der Photozelle getrennt werden. Die so entstehende Spannung kann an metallischen Kontakten abgegriffen werden.



Stromkunden. Der zuständige öffentliche Stromversorger vergütet den privaten Betreibern von Solarstromanlagen kostendeckend jede ins Netz eingespeiste Kilowattstunde. Anschließend legt das Energieunternehmen die Mehrkosten für den klimaschonend erzeugten Strom auf alle seine Kunden um.

Inzwischen schlossen sich bundesweit 9 Gemeinden dem Aachener Modell an, über 30 weitere Kommunalparlamente wollen folgen. Auch viele Wissenschaftler plädieren für diese Lösung. Sie können den herbeigesehnten „selbsttragenden Markt“ und damit den Einstieg in die Massenproduktion bewirken, so wie das Stromeinspeisungsgesetz vor Jahren der Windindustrie aus den Startlöchern half.



T. RAUPACH / ARGUS

Solarzellmodul-Herstellung*: „Wer zuerst springt, verliert“

In Nordrhein-Westfalen unterstützt die rot-grüne Landesregierung das Modell. Und selbst im Bonner Forschungsministerium signalisieren Beamte inzwischen unverhohlene Sympathie für den Vorschlag aus Aachen.

Doch je erfolgreicher die Idee um sich greift, desto heftiger fühlen sich die öffentlichen Energieversorger herausgefordert. Erbittert bekämpften sie schon das bundesweit geltende Stromeinspeisungsgesetz; das Aachener Modell fürchten sie jetzt als den Anfang vom Ende ihrer Gebietsmonopole.

Deshalb brandmarken die Stromkonzerne, unterstützt vom Bonner Wirtschaftsministerium, das Aachener Modell als wettbewerbsverzerrende Subvention und weitere „Sonderlast“ für die deutsche Wirtschaft.

Ein absurdes Argument, denn schon in zwei Wochen, mit Beginn des Jahres 1996, werden die Strompreise in Westdeutschland einen historischen Tiefpunkt erreichen. Dann läuft der „Kohlepfennig“ zur Subvention der heimischen Steinkohle aus. Die Stromrechnungen in den alten Ländern sinken durchschnittlich um 8,5 Prozent.

Nach zehnjähriger Diskussion über eine aus umwelt- und klimapolitischen Gründen wünschenswerte Anhebung der Energiepreise passiert nun erst einmal das Gegenteil: Strom wird billiger. Auch eine „kostendeckende Vergütung“ des Solarstroms würde daran nichts ändern. Die Regelung in Nordrhein-Westfalen etwa begrenzt den Preisaufschlag für teuren PV-Strom auf maximal ein Prozent.

* Bei ASE in Hamburg.

Der Widerstand gegen den Einstieg in eine der vielversprechendsten Zukunftstechnologien ist dabei keine deutsche Spezialität. Auch in Brüssel strich die Europäische Kommission Forschungsgelder für erneuerbare Energien zusammen, die von ihr selbst bestellte Experten zuvor ohne Wenn und Aber befürwortet hatten.

Als sich die zuständigen Beamten der Generaldirektion Wissenschaft weigerten, das Votum der Fachleute nachträglich zu manipulieren, stuft der italienische Direktor für Energieforschung, Ezio Andreta, eigenhändig die Förderungswürdigkeit der Photovoltaik-Programme herab.

Anträge mit einem Volumen von rund 30 Millionen Ecu (60 Millionen Mark) fielen Andretas Sondereinsatz zum Opfer. Und als eine Gruppe von EU-Parlamentariern unter Führung der Abgeordneten Hiltrud Breyer (Bündnis 90/Grüne) mit dem Skandal an die Öffentlichkeit ging, reagierte Brüssel nur mit einer offiziellen Untersuchung der Frage, wie die nachträglichen Antragsmanipulationen an die Öffentlichkeit gelangen konnten.

Als undichte Stelle verdächtigt wird der deutsche Leiter des zuständigen Referats „Erneuerbare Energien“, Wolfgang Palz. Palz wurde vorläufig versetzt, sein Vorgesetzter Andreta blieb an seinem Platz.

Ende November trafen sich in Venedig Fachleute aus ganz Europa zu einer Konferenz über erneuerbare Energien. Der Stuhl des Konferenzdirektors blieb verwaist. Wolfgang Palz konnte nicht anreisen: Ihm war die Dienstreisegenehmigung versagt geblieben. □