

Photovoltaische Kühlsysteme finden Verbreitung

Mediziner in Entwicklungsländern schätzen Nutzungsgrad und Zuverlässigkeit

Von Klaus Haars

Die große Bedeutung, die photovoltaischen Kleinsystemen vor allem in abgelegenen Gebieten sonnenreicher Entwicklungsländer zukommen kann, ist auch in dieser Zeitschrift des öfteren betont worden. Häufig war von ihnen allerdings nur im Zusammenhang mit Versuchen, Prototypen und Projekten die Rede. Der Verfasser dieses Artikels macht dagegen mit einer sich zunehmend verbreitenden Praxis bekannt, die photovoltaische Kühlsysteme betrifft. Diese sind zwar noch verbesserungs- und der Markt dafür noch entwicklungs-fähig, aber der Segen, den sie vor allem bei der medizinischen Versorgung der ländlichen Bevölkerung stiften, ist längst unbestritten. Nachfolgend werden der Entwicklungsstand photovoltaischer Kühlsysteme skizziert sowie deren Einsatzmöglichkeiten und Verbreitungsperspektiven abgeschätzt.

Die Entwicklungsbemühungen im Photovoltaikbereich haben sich in den letzten Jahren auf größere Kraftwerke konzentriert, während bei kleinen Einheiten ein deutlicher Entwicklungsrückstand zu verzeichnen ist. Die großen Anlagen sind jedoch noch weit von einem wirtschaftlichen Betrieb entfernt. Demgegenüber stößt in Entwicklungsländern der Einsatz photovoltaischer Kleinsysteme zunehmend auf Interesse.

Im Jahre 1974 wurde von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) das „Expanded Programme on Immunization“ ins Leben gerufen. Seitdem haben die meisten Entwicklungsländer Impfkampagnen als wesentliches Element in ihre Gesundheitsvorsorgepolitik aufgenommen. Mit der damit verbundenen Ausweitung des Netzes von Gesundheitsstationen, auch in abgelegenen Gegenden, ist der Bedarf an Kühlsystemen stark gestiegen.

Impfstoffe, aber auch viele Medikamente, Blut- und Gewebeproben sind nur bedingt temperaturresistent und müssen gekühlt werden. Kühlsysteme sind daher für human- und veterinärmedizinische Stationen unbedingt erforderlich. Insbesondere in den ländlichen Regionen steht den Stationen nur selten ein Elektrizitätsnetz zur Verfügung. Üblicherweise werden deshalb kerosin-, teilweise auch gasbetriebene Kühltanks eingesetzt. Hinsichtlich Lebensdauer, Zuverlässigkeit, Wartungs- und Kraftstoffbedarf sind diese Anlagen jedoch unbefriedigend. Ein Systemausfall bedeutet hier nicht nur eine zeitlich begrenzte Unterbrechung der Kühlversorgung, sondern unter Umständen den Verlust der gelagerten Impfstoffe und einen Mißerfolg aufwendiger Impfkampagnen.

Photovoltaische Kühlsysteme zeichnen sich demgegenüber aufgrund des relativ synchronen Verlaufs von Solarstrahlung und Kühlbedarf durch einen guten Nutzungsgrad aus. Infolge ihrer hohen Versorgungssicherheit, Zuver-

lässigkeit und Benutzerfreundlichkeit bieten sie günstige Voraussetzungen für einen Einsatz in Entwicklungsländern.

In der Vergangenheit wurde die Verbreitung photovoltaischer Kühlsysteme durch unausgereifte Technik und hohe Investitionskosten beeinträchtigt. Nachdem in beiden Bereichen jedoch Fortschritte erzielt wurden, stellen photovoltaische Kühlsysteme heute eine interessante technische Option dar, die in vielen Fällen auch die ökonomisch günstigste Lösung darstellt.

Technik photovoltaischer Kühlsysteme

Trotz vieler positiver Entwicklungen sind die Systeme noch keineswegs ausgereift. Aus den hohen Anforderungen im medizinischen Bereich und den spezifischen Betriebsbedingungen bei einer photovoltaischen Energieversorgung ergeben sich eine Reihe von technischen Problemen, die bisher nicht befriedigend gelöst wurden. Wie bei anderen photovoltaischen Systemen auch, betrifft dies vornehmlich die konventionellen Systemkomponenten.

Kühlbox

In Verbindung mit photovoltaischer Energieversorgung kommen derzeit ausschließlich Kompressorkühlboxen mit extrem geringem Energieverbrauch und einem Bruttovolumen zwischen 30 und 200 l zum Einsatz. Die meisten Boxen verfügen neben dem Kühlfach über ein Gefrierfach zur Eisproduktion, um auch auf dem Weg bis zum Endverbraucher eine Kühlung der Impfstoffe zu gewährleisten.

Die Boxen sind zur Verringerung des Wärmeaustauschs mit einer Deckelöffnung versehen. Die Wände bestehen aus verschäumtem Polyurethan mit einer Dicke von etwa 80 mm. Die meisten Geräte verfügen nur über einen Kompressor und einen im Gefrierfach befindlichen Verdampfer. Als Kompressor werden üblicherweise 12- oder 24-V-Ausführungen mit einer Leistungsaufnahme von 60 bis 100 W verwendet. Sie sind mit einem bürstenlosen Gleichstrommotor ausgestattet, der elektronisch kommutiert wird.

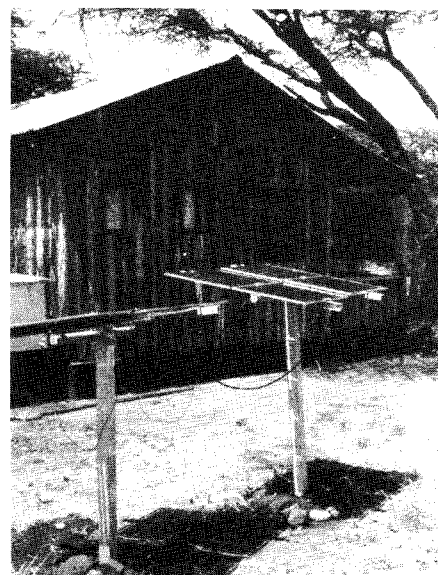
Abgeleitet aus der Haushaltskühltechnik wird die Temperatur über einen Thermostaten geregelt. Aufgrund der Trägheit und der groben Justierbarkeit der Thermostaten erfüllen nur wenige auf dem Markt befindliche Geräte die von der Weltgesundheitsorganisation vorgegebenen hohen Anforderungen an die Temperaturkonstanz im Kühlfach von minimal 0 °C und maximal +8 °C.

Die Regelung zweier Bereiche mit unterschiedlichen Temperaturniveaus läßt sich über einen Verdampfer nur schwer realisieren. Die Wärmeaustauschprozesse, die infolge des Temperaturgradienten zwischen Kühl- und Gefrierfach stattfinden, sind unter dynamischen Verhältnissen mathematisch nur schwer zu beschreiben. In neuester Zeit gibt es daher Entwicklungen mit einer elektronischen Regelung. Hiervon erwartet man sich eine bessere Temperaturkonstanz und eine verringerte Temperaturspreizung. Letztere wird durch eine Temperaturschichtung im Kühlfach bei unzureichender Zirkulation verursacht. Um einen ausreichenden Luftstrom zu gewährleisten, darf das Kühlfach nicht dicht gepackt werden. Das Kühlvolumen kann daher nur zu einem kleinen Teil genutzt werden.

Die Energiebedarfswerte der Kühlboxen sind von den Parametern

- mittlere Umgebungstemperatur,
- Tagesgang der Temperatur,
- Masse des produzierten Eises,
- Öffnungshäufigkeit und
- Wärmekapazität der zugeführten

Ladung abhängig und variieren damit sehr stark. Bei Außentemperaturen von 32 °C kann im Feldeinsatz für eine gute Kühlbox mit einem Volumen von 40 l von rund 300 Wh je Tag und für eine 200-l-Box von



Veterinärstation mit photovoltaischem Kühlsystem in Isiolo, Kenia

Klaus Haars ist Diplom-Physiker, Diplom-Tropentechnologe, DGS-Mitglied und wissenschaftlicher Mitarbeiter der Interdisziplinäre Projekt Consult (IPC) GmbH, Am Eisernen Schlag 31, 6000 Frankfurt/Main 50

etwa 700 Wh ausgegangen werden. Aus verschiedenen Labor- und Feldtests wurde für die im deutschen Sprachraum hauptsächlich eingesetzte RCW-42-Box von Electrolux die Näherungsbeziehung

$$E = e^{0,049 T + 4,2}$$

mit E = Energiebedarf (Wh/d) und T = Umgebungstemperatur ($^{\circ}\text{C}$) bestimmt.

Batterie

Aufgrund der Wartungs- und Beschaffungsprobleme an den abgelegenen Einsatzorten kommen vorwiegend langlebige Hochleistungsbatterien vom Typ OPzS zum Einsatz. Teilweise werden auch auslaufsichere und damit lufttransportfähige Batterien mit festgelegtem Elektrolyten eingesetzt. Mit spezifischen Kosten von rund 900 DM für 100 Ah/12-V-Batterien sind diese verhältnismäßig teuer. Durch lange Lebensdauer im Zyklenbetrieb (je nach Einsatzbedingungen mehr als fünf Jahre), geringen Wartungsbedarf, hohen Ladefaktor und geringe Selbstentladungsrate sind sie jedoch an die Anforderungen einer photovoltaischen Stromversorgung sehr gut angepaßt.

Die Batterien werden auf eine Autonomieperiode von drei bis fünf Tagen ausgelegt, damit die Kühlbox auch bei Ausfall des Generators mit Energie versorgt wird. Die Batteriekapazität berechnet sich nach

$$K_{10} = Q \cdot AP \cdot AF_1 \cdot AF_T$$

mit

K_{10} – Batteriekapazität für zehnstündige Entladung (Ah)

Q – Ladungsbedarf (Ah/d)

AP – Autonomieperiode

DoD – zulässige Batterieentladetiefe (i. a. 0,8)

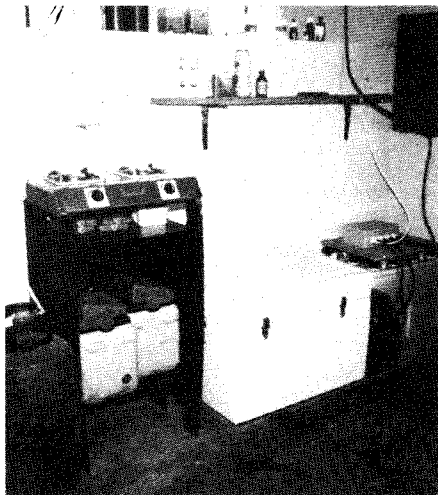
AF_1 – Ausgleichsfaktor für Entladestrom

AF_T – Ausgleichsfaktor für Umgebungstemperatur.

Die Einbeziehung von Ausgleichsfaktoren ist zur Berücksichtigung der Einflüsse des Entladestroms und der Umgebungstemperatur auf die Batteriekapazität erforderlich. Die Batterien werden vorzugsweise bereits vorverschaltet in einen Batterieschrank integriert, um sie unbefugtem Zugriff zu entziehen und gegen Umwelteinflüsse zu schützen.

Solargenerator

Die wichtigsten Eingangsgrößen für die Berechnung der Solargeneratorleistung sind der Energiebedarf der Kühlbox und der weiteren Verbraucher sowie der Systemwirkungsgrad. Die Vermessung eines von der GTZ (Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit) in Kenia installierten Kühlsystems ergab einen Systemwirkungsgrad von 6,2 % (bei einem Modul-Nennwirkungsgrad von 9,6 %). Der für photovoltaische Anlagen hohe Systemwirkungsgrad erklärt sich aus der starken Korrelation zwischen Energiebedarf (Umgebungstemperatur) und Energieangebot (Bestrahlungsstärke).



Kühsystem in einem Hospital in Loarengak, Kenia



Kühlbox der Firma Electrolux

Während des Tages werden die Verbraucher direkt über den Generator versorgt. Batteriebedingte Verluste treten somit nur durch den relativ geringen Energiebedarf während der Nachtstunden auf. Im allgemeinen werden Generatoren mit vier bis sechs Modulen, entsprechend 160 bis 240 W, eingesetzt. Im Gegensatz zu den durchweg zuverlässigen Solarmodulen gibt es nur wenige befriedigende Gestellkonstruktionen. Diese sind häufig nur mit Spezialwerkzeugen und erheblichem Aufwand zu installieren. Eine Änderung des Neigungswinkels ist bei einigen Ausführungen nicht möglich. Auch eine Dachmontage, die aus Sicherheitsgründen häufig vorgenommen wird, ist vielfach mit Schwierigkeiten verbunden.

Kontroll- und Regeleinheit

Die Kontroll- und Regeleinheit hat die Aufgabe, Betriebszustände der Batterie zu verhindern, die deren Lebensdauer herabsetzen. Dies ist sowohl bei Tiefentladung als auch bei Überladung der Fall. Zudem soll sie dem Betreiber Informationen über den Betriebszustand des Systems geben. Um den Temperatureinfluß auf die Betriebsparameter der Batterie zu berücksichtigen, sind die meisten Einheiten mit einem Batterie-

temperatursensor ausgestattet. Dessen Einsatz empfiehlt sich jedoch nur bei größeren Temperaturschwankungen am Einsatzort.

In der Praxis erwies sich die Einstellung der Schwellenwerte der Ladeschlussspannung und der Entladeschlussspannung häufig als unbefriedigend. Teilweise beruhte die auf fehlenden oder unzureichenden Angaben der Anwender (Batterietyp, Entladestrom, Umgebungstemperatur), teilweise waren auch absolut inakzeptable Werte festzustellen (z.B. Entladeschlussspannung bei 9,5 V).

Die Qualität der in der Regel als Shuntregler konzipierten Geräte ist von großen Unterschieden geprägt, was vornehmlich an den Kriterien Wirkungsgrad, Betriebssicherheit und Ausfallhäufigkeit deutlich wird. Neben den im Regler anfallenden Verlusten (Eigenstromverbrauch, Spannungsfall an den Rückstromsperrdiode) wird der Wirkungsgrad auch durch den Arbeitspunkt des Systems beeinflusst. Durch Batterie und Laderegler werden die auftretenden Systemspannungen auf den Bereich von etwa 10,5 bis 14,0 V begrenzt. In diesem Spannungsbereich sollte der Generator im oder nahe dem MPP (Punkt maximaler Leistung) arbeiten.

Da die Kennlinie bzw. der Spannungswert des MPP mit der Zellentemperatur variiert, ist zur Erreichung eines guten Wirkungsgrades eine Anpassung des Generators an die Temperaturverhältnisse am Standort erforderlich. Viele Hersteller bieten zu diesem Zweck Module mit unterschiedlicher Zellenzahl und damit unterschiedlicher Charakteristik an. Bei guter Anpassung kann auf eine MPP-Nachführung des Reglers, die mit erheblichen Zusatzkosten und Eigenverlusten verbunden ist, verzichtet werden.

Obwohl die meisten Systeme umfassend instrumentiert sind, haben sich in der Praxis eine Batteriespannungsanzeige und eine Zustandsanzeige für den Lastabwurf als völlig ausreichend erwiesen. Der zusätzliche Aufwand für weitere Meßgeräte ist nur bei einer wissenschaftlichen Betreuung und Auswertung des Programms sinnvoll. Für das im allgemeinen technisch nicht versierte Stationspersonal sind Zusatzinformationen, beispielsweise durch einen Ah-Zähler, kaum verwertbar.

Ein wesentlicher Bestandteil einer Kontroll- und Regeleinheit sollte eine Prioritätslastabschaltung sein, da die meisten photovoltaischen Kühlsysteme parallel auch zum Betrieb anderer Verbraucher eingesetzt werden. Die Prioritätslastabschaltung hat die Aufgabe, diese Verbraucher frühzeitig abzuwerfen, um zu vermeiden, daß bei exzessiver Nutzung weniger wichtiger Verbraucher wesentliche Funktionen, wie die Kühlung von Impfstoffen, beeinträchtigt werden.

Verbraucher

Aufgrund der vielfältigen Verwendbarkeit elektrischer Energie bietet es sich an, die Systeme zu Minimalstromversorgungsanlagen auszubauen. Zu-

sätzliche Verbraucher wie Transistorleuchten, Funkgeräte, Mikroskope, Zentrifugen etc. können direkt angeschlossen werden und den Nutzen des Systems beträchtlich erhöhen.

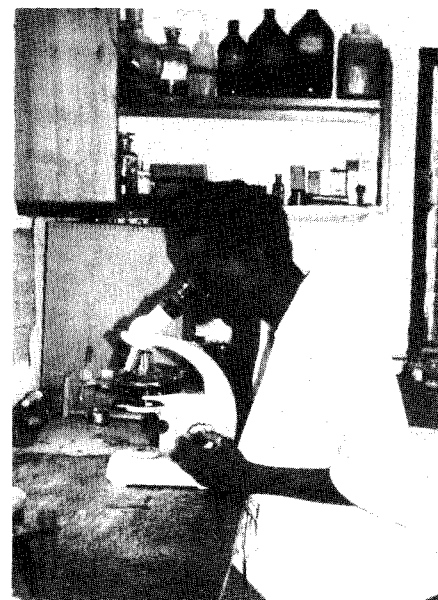
Entwicklungsstand

In den letzten Jahren sind weltweit rund 1000 photovoltaische Kühlsysteme installiert worden. Nachdem anfänglich und teilweise auch noch heute massive technische Probleme auftraten, hat sich insgesamt gesehen die Zuverlässigkeit der angebotenen Systeme in der Zwischenzeit erheblich verbessert. Die wesentlichen Schwachpunkte, die eine größere Verbreitung bisher verhindert haben, liegen in der Systemauslegung:

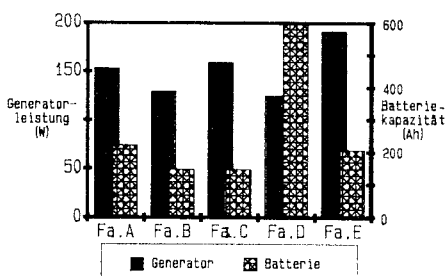
□ Auch bei exakter Vorgabe der Rahmenbedingungen (Globalstrahlung, Temperatur, Autonomieperiode) bestehen gravierende Unterschiede zwischen den Systemauslegungen der einzelnen Firmen. Die im Diagramm 1 wiedergegebenen Werte entstammen einer kürzlich durchgeführten Ausschreibung.

□ In vielen Fällen ist festzustellen, daß auch bei der Systemkonfiguration noch Fehler vorkommen, wie

- Anschluß des Ladereglers nur mit Spezialwerkzeug möglich,
 - Leitungsquerschnitt zu gering (Spannungsfall),
 - Reglerinstallation am Modul statt an der Batterie (Verfälschung der eingestellten Schwellenwerte durch Spannungsfall im Generatorkabel),
 - hoher Installationsaufwand (Anwesenheit eines Experten erforderlich).
- Systemadaption. Hierunter ist die Adaption der Einzelkomponenten untereinander und die Anpassung an die spezifischen Einsatzbedingungen zu verstehen. (Typische Probleme: mangelnde Resistenz gegen Umwelteinflüsse, fehlende Abstimmung einzelner Komponenten, etc.)
- Qualitätssicherung. Bei verschiedenen Lieferungen mußte festgestellt werden, daß einzelne Teile fehlten oder fehlerhaft waren. Dies ist bereits bei einem Einsatz in Deutschland zu bemängeln; in Entwicklungsländern wird dadurch möglicherweise das ganze Projekt in Frage gestellt.
- Die Qualität und der Umfang der Dokumentation ist in den meisten Fällen mangelhaft. Nur selten werden Unterlagen in der Landessprache geliefert.



Labormikroskop, photovoltaisch mit Energie versorgt



Diagr. 1. Generator- und Batterieauslegung verschiedener Systeme

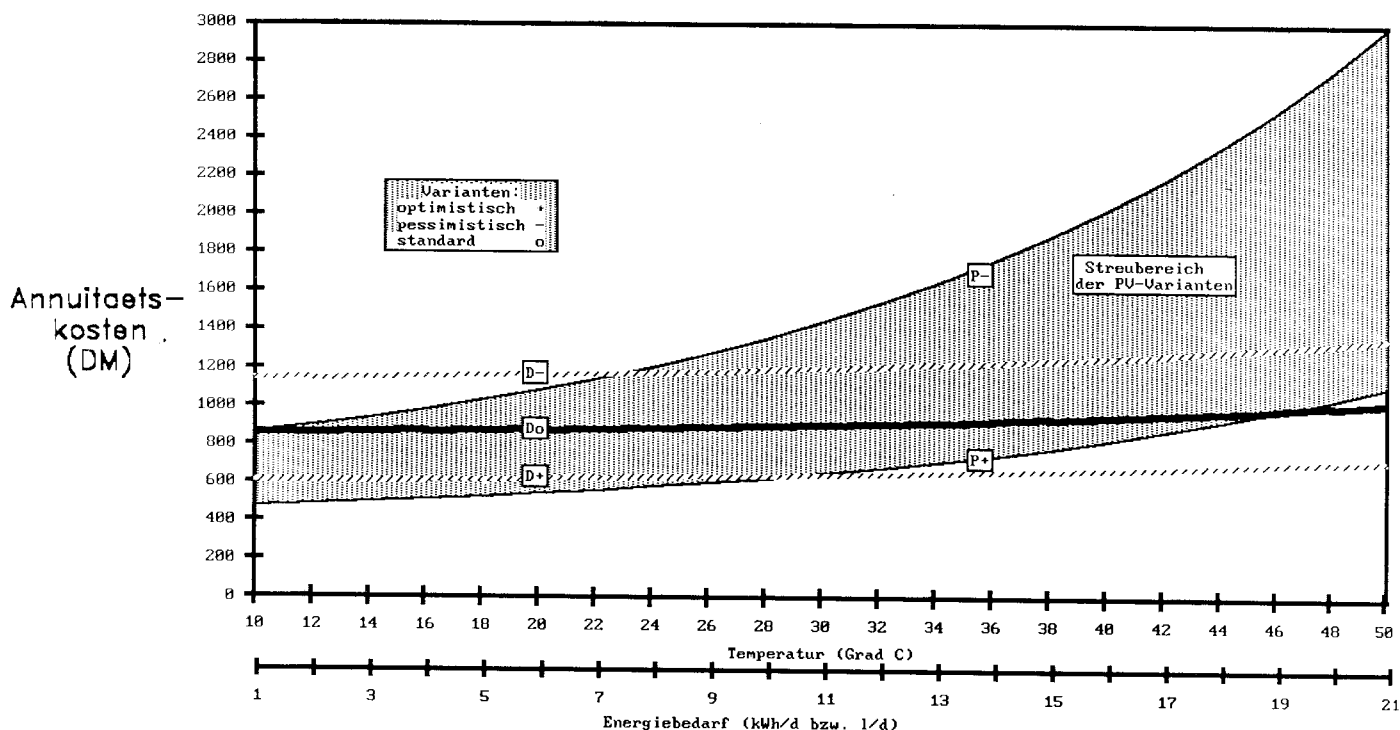
Wirtschaftlichkeit

Ein entscheidendes Kriterium für den Einsatz photovoltaischer Kühlsysteme ist ihre Konkurrenzfähigkeit zum Kerosinkühlschrank. Im Diagramm 2 sind die Ausgabenannuitäten für beide Anlagen in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur dargestellt. Hierbei wurde ein Kalkulationszinssatz von 7 % angesetzt. Den einzelnen Kostenfaktoren wurden Erfahrungswerte aus der Durchführung verschiedener einschlägiger Projekte zugrundegelegt.

Um die standortbedingte Variabilität der Rahmenbedingungen zu erfassen,

sind die Kosten für das photovoltaische Kühlsystem mit einer optimistischen und einer pessimistischen Variante kalkuliert worden. Wie das Diagramm zeigt, ist die Streubreite ausgesprochen groß. Unter günstigen Rahmenbedingungen ist das photovoltaische Kühlsystem bereits heute in fast allen Klimazonen die kostengünstigste Lösung. Bei pessimistischen Annahmen dagegen ist es zu Kerosinkühlboxen nicht konkurrenzfähig. Hierbei wurden jedoch die Unterschiede in der Versorgungssicherheit nicht berücksichtigt, denen in der Praxis eine große Bedeutung zukommt.

In der Zukunft ist mit einer weiteren Kostendegression der Systeme zu rechnen, auch wenn ähnliche Preis-

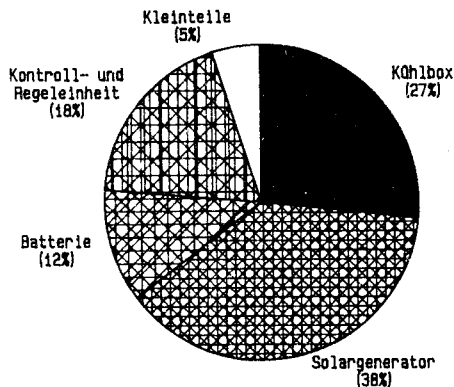


Diagr. 2. Kostenvergleich zwischen photovoltaischen und mit Kerosin betriebenen Kühlsystemen

sprünge wie in der Vergangenheit nicht zu erwarten sind. Die folgende Tabelle wurde aus vorliegenden Angeboten der Jahre 1984 bis 1986 zusammengestellt. Aufgrund unterschiedlicher technischer Ausstattung und Generatorleistung sind die Preise (free on board, netto, 40-l-Kühlbox) allerdings nur begrenzt verallgemeinerbar.

Jahr	Systempreis
1984	9000 bis 12000 DM
1985	8000 bis 11000 DM
1986	6500 bis 9000 DM

Die Tendenz ist jedoch eindeutig. Innerhalb von zwei Jahren wurde eine Preisreduktion von etwa 25 % bei gleichzeitiger technischer Weiterentwicklung erzielt. Der Anteil der einzelnen Komponenten am Systempreis für ein im Jahre 1987 beschafftes System ist im Diagramm 3 dargestellt. Der Solargenerator beansprucht inzwischen nur noch 38 % der Kosten. Preisreduktionen bei photovoltaischen Modulen wirken sich demzufolge immer weniger auf den Systempreis aus.



Diagr. 3. Anteile der Komponenten am Systempreis für ein 1987 beschafftes photovoltaisches Kühlsystem

Perspektiven

Der Markt für photovoltaische Kühlsysteme ist noch stark entwicklungsfähig, wenn er auch auf absehbare Zeit auf den medizinischen Bereich beschränkt bleiben wird. Auf seiten der im Gesundheitsbereich arbeitenden Trägerorganisationen stellen diese Anlagen zunehmend eine Alternative zu den konventionellen Systemen dar. Der Umdenkprozeß verläuft bei den Gesundheitsorganisationen in Entwicklungsländern zwar langsamer, Widerstände sind jedoch nicht zu erwarten. Im Gegenteil, die Demonstrationswirkung gut geführter Projekte mit überzeugender Technik ist ausgesprochen hoch.

Eine weitere Nachfrage von mehreren tausend Systemen innerhalb der nächsten zehn Jahre dürfte unter zwei Voraussetzungen realisierbar sein: erstens einer konsequenten, anwenderorientierten Weiterentwicklung der Systeme und zweitens einer weiteren Preisreduktion bei steigenden Stückzahlen, insbesondere bei den Komponenten Solargenerator, Kühlbox und Kontroll- und Regeleinheit.

IPC — eine Selbstdarstellung

Die Interdisziplinäre Projekt Consult (IPC) GmbH arbeitet als unabhängiges Consulting-Unternehmen mit Tätigkeitsschwerpunkten in den Bereichen:

- Nutzung neuer und erneuerbarer Energiequellen,
- Energieversorgung,
- Energieplanung und -management,
- Wirtschaftsförderung und Entwicklungsfinanzierung.

Die bisher wichtigsten Auftraggeber des Unternehmens sind die Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), das Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit (BMZ) und die Weltbank. Die von der IPC durchgeführten Projekte sind vornehmlich Entwicklungshilfsvorhaben der technischen Zusammenarbeit.

Der konzeptionelle Ansatz, der von der IPC in der praktischen und wissenschaftlichen Arbeit vertreten wird, zielt darauf ab, neben fundierten

technisch-wirtschaftlichen Analysen auch solche Lösungsvorschläge anzubieten, die – für das Gelingen von Projekten häufig ausschlaggebend – sozio-ökonomische, ethnologische, ökologische oder politisch-administrative Gesichtspunkte mit ins Kalkül ziehen.

Die IPC verfügt über besondere Erfahrungen bei der Analyse von Energieproblemen sowie der Entwicklung und Realisierung entsprechender Lösungsstrategien. Fünfzehn wissenschaftliche Mitarbeiter aus den Bereichen Technik, Naturwissenschaft und Ökonomie sowie ein fester Stamm von assoziierten freien Mitarbeitern im In- und Ausland stehen als Einzelfachkräfte oder Arbeitsteams zur Verfügung.

Seit mehreren Jahren arbeitet die IPC intensiv im Bereich der Nutzung der Sonnenenergie. Hinsichtlich des Einsatzes von Photovoltaik bildet die solare Kühlung durch Kleinanlagen einen wichtigen Schwerpunkt der Arbeit.

Industrie sucht Kooperation mit der Landwirtschaft BDI zur Verwertung „nachwachsender Rohstoffe“

Nach einer Feststellung des Bundesverbandes der Deutschen Industrie (BDI) lasse sich unabhängig von ökonomischen Erwägungen jedes Produkt der organischen Chemie, das heute aus fossilen Kohlenwasserstoffen gewonnen werde, z.B. Kraftstoffe, Farbstoffe, Fasern, auch aus landwirtschaftlichen Rohstoffen herstellen. Es gehe darum, den Ertrag bestimmter Pflanzen wie Getreide, Zuckerrüben, Mais, Flachs etc. für industrielle Produktionsziele zu nutzen.

Bereits heute sei deutlich absehbar, daß sich die Einsatzchancen nachwachsender Rohstoffe in der Industrie insbesondere im chemisch-technischen Bereich ergeben würden, also bei Industriepflanzen mit hohem Kohlehydrat- und Ölgehalt. Für Chemieerzeugnisse würden augenblicklich rund 10 Prozent nachwachsende Rohstoffe eingesetzt. Wie der BDI weiter mitteilt, würde neben diesem chemisch-technischen Einsatzbereich in der Bundesrepublik im Rahmen mehrerer Pilotanlagen der Versuch unternommen, aus nachwachsenden Rohstoffen, insbesondere aus Zuckerrüben, Bioethanol als Kraftstoffkomponente zu gewinnen.

Die industriellen Marktpotentiale nachwachsender Rohstoffe hätten Hoffnungen geweckt, agrarische Überschüsse aus den stagnierenden Konsummärkten in expandierende Industriemärkte lenken und damit neue Absatzmöglichkeiten für Agrarrohstoffe erschließen zu können. Nach Auffassung des BDI ist es falsch, zu erwarten, nachwachsende Rohstoffe könnten in absehbarer Zeit einen signifikanten Beitrag zur Lösung der gravierenden Strukturprobleme in der europäischen Agrarwirtschaft leisten. Dennoch sei es sinn-

voll, die forschungstechnischen Möglichkeiten und Notwendigkeiten sowie die ökonomischen Grenzen der Verwendung heimischer Pflanzen für die Industrie zu diskutieren.

Voraussetzungen für den verstärkten Einsatz nachwachsender Rohstoffe seien:

- Intensivierung und Koordinierung der Grundlagenforschung auf dem Sektor der Naturstoffchemie, wo die Bundesrepublik in den letzten Jahrzehnten Forschungsterrain verloren habe. Die Industrie habe deshalb gemeinsam mit Vertretern der Hochschulen umfangreiche Forschungsschwerpunkte entwickelt. Darüber hinaus stehe sie in engem Kontakt mit dem Bundesforschungsministerium (BMFT).

- Definition konkreter Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte im Bereich der Konversionstechnologie sowie im Bereich der Pflanzenzüchtung. Hierfür stünden im Rahmen des BMFT-Programms „Biotechnologie“ bis 1990 rund 91 Mill. DM zur Verfügung.

- Förderung innovativer Technologien zur Sicherung industriellen Betreiber-Know-hows. Bei der notwendigen staatlichen Förderung sollten hierbei nach Ansicht des BDI stärker als bisher die ökonomischen Aspekte der Verwertungsmöglichkeiten beachtet werden. Dies gelte besonders für die Produktion von Bioethanol, dessen Wirtschaftlichkeit auf absehbare Zeit auch mit einem Beimischungszwang nicht gegeben sei.

- Marktorientierte Reform des EG-Agrarmarktes, damit das gegenwärtige hohe Preisniveau agrarischer Rohstoffe gesenkt werden könne. Die Industrie sei nicht bereit, ihre langfristigen Investitionsplanungen auf staatliche Subventionszusagen zu gründen.