

Die Landwirtschaft bietet die besten Ansätze zu einer vorbildlichen Kreislaufwirtschaft / Tagung in Zürich

# Bioenergie

Von Axel Urbanek, München

# in Theorie und Praxis

Das Gottlieb-Duttweiler-Institut veranstaltete am 12./13. Januar 1978 in Zürich-Rüschlikon eine internationale Tagung über Bioenergie. Dabei wurde deutlich, daß in der heimischen Landwirtschaft und in der eng mit ihr verwandten Forstwirtschaft gute Ansatzmöglichkeiten für die Wiedereinführung einer dauerhaften, geschlossenen Kreislaufwirtschaft vor allem im Hinblick auf die Energiebilanz bestehen. Biogas-Anlagen, moderne Methoden der Holzverwertung und allgemeine Fragen der Abfallbewirtschaftung standen im Vordergrund, weil ihr praktischer Einsatz ohne weitere Verzögerungen möglich ist. Großes Interesse fanden aber auch die angelaufenen Energiegewinnungsmöglichkeiten aus landwirtschaftlicher Produktion in Entwicklungsländern (Äthanol aus Zuckerrohr usw.) und die Forschungsberichte auf dem Gebiet der Photosynthese. Der Tagungsbericht ist für 18,- DM bei der DGS, Postfach 20 06 04, 8000 München 2 zu beziehen.

Christian Gysi, Eidgen. Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau, hob als Tagungsleiter hervor, daß das Prinzip des ökologischen Gleichgewichtes, wie es seit Jahrzehnten in der Forstwirtschaft der Schweiz gepflegt werde, in der gesamten Rohstoff- und Energieproduktion Schule machen müsse. Die entwaldeten Gebiete rund um das Mittelmeer mit all den negativen Folgeerscheinungen seien ein abschreckendes Beispiel für den Raubbau in diesem Bereich. So wie in der mitteleuropäischen Forstwirtschaft, so müsse aus dem gesamten exponentiellen Energiewachstum ein organisches Wachstum und damit ein Gleichgewichtszustand erreicht werden.

Die Entwicklungs- und Forschungspolitik habe sich jedoch bisher weitgehend auf Energiequellen festgelegt, die auf lange Sicht unkontrollierbare Umweltprobleme aufwerfen würden. Dadurch seien Forschungsmittel anderen zukunftsreicheren Technologien vorenthalten worden.

## Die Erzeugung und Nutzung von Biomasse

Prof. Dr. Reinhard Bachofen, Zürich, wies in seinem Übersichtsbeitrag darauf hin, daß bei der Nutzung der Biomasse das Primat der Nahrungsproduktion unbedingt zu beachten sei, da hierfür kein Ersatz möglich sei. Alle Energie, die die Weltbevölkerung neben der Nahrung benötige, müsse zweitrangig sein. Der Energieverbrauch habe sich in den Stufen der menschlichen Entwicklung vom Jäger und Sammler über die Agrikulturen bis zur industriellen und technologischen Zivilisation mehr als verundertacht.

Die Pflanze nehme durch die Photosynthese eine zentrale Stellung für die Energieträger ein, denn nicht nur die heutige Biomasse, sondern auch die fossilen Brennstoffe Kohle, Öl und Gas seien durch sie entstanden. Die Nutzung der Energieträger müsse jedoch stets in Relation zum finanziellen und energetischen Aufwand der Gewinnung und Bereitstellung gesehen werden. Sowohl die direkte Nutzung der Sonnenenergie als auch der Weg über die Biomasse bedinge große Absorptionsflächen, so daß in der Regel

einer dezentralen Lösung der Vorzug zu geben wäre. Wenn z. B. der jährliche Zuwachs an Holz der Schweiz etwa 10 % des Heizwertes der Erdöleinfuhr 1974 ausmache, dann würde die Nutzbarmachung in einem thermischen Kraftwerk für Einschlag, Transport usw. sicher mehr Energie erfordern als zu gewinnen wäre.

Wenn nach Gaddy ein Areal von 800 km<sup>2</sup> nichtverholzter Biomasse zur Verfügung gestellt werden müßte, um die Schweizer Erdgaseinfuhren 1974 durch Methan zu ersetzen, dann werde deutlich, daß der Großeinsatz hier nicht zum Ziel führen könne. Sehr unterschiedlich sei schließlich der Energieaufwand pro Flächeneinheit für verschiedene landwirtschaftliche Kulturen sowie die Energieausbeute pro Einheit der zugeführten Energie. Zitrone, Blumenkohl, Salat u.a. bräuchten zusätzlich zum Sonnenlicht mehr Fremdenergie als bei ihrer Nutzung als Energiequelle gewonnen werden könne, amerikanische Hirse, Mais und Zuckerrohr hätten dagegen das günstigste Verhältnis von Nahrungsenergie zur zugeführten Fremdenergie.

## Energiebilanz der Schweizer Landwirtschaft

Der Referent präsentierte nun eine Rechnung (Tabelle 1), nach der die Schweizer

Landwirtschaft in jedem Fall mehr Fremdenergie für die Produktion aufgewendet habe, als an Nahrungsenergie erwirtschaftet worden sei (Anm. d. Red.: was angesichts der höheren Wertigkeit eines Nahrungsmittels im Vergleich zu dessen Energieinhalt allerdings verständlich ist). Schon beim Vieh gingen rd. 90 % der Energie als Wärme verloren. Dieses Mißverhältnis ließe sich jedoch beträchtlich reduzieren, z. B. durch eine Heutrocknungsanlage, wie sie am Zürcher Pfannenstiel unter Verzicht auf den Öfen jetzt im Einsatz sei (200 m<sup>2</sup> Kollektorfläche erwärmen pro Hektar 40 000 m<sup>3</sup> Luft um ca. 8 °K).

Auf jedem Bauernhof fielen ferner verschiedene energetisch hochwertige Abfälle an, da von den meisten Nutzpflanzen nur ein Bruchteil der gebildeten Biomasse als Nahrung oder Futter genutzt werden könne. Die sinnvolle Nutzung dieser Abfälle sollte in den nächsten Jahren vorangetrieben werden, z. B. durch mikrobielle Umwandlung von Stroh in Futterprotein oder durch Biogaserzeugung.

## Biogasanlagen im Bau

In der Schweiz sind bereits einige Biogasanlagen in Betrieb, weitere sind im Bau bzw. geplant. Dipl.-Ing. Pierre Bremer, Vevey, berichtete von einer "Hühnerlichtanlage", die von ihrem Betreiber Steiner sogar im Saal vorgeführt werden konnte: In einem 50-l-Faß mit Hühnermist (Bodenhaltung) entsteht Gas, das in einen Plastikballon entweicht und einen normalerweise mit Benzin betriebenen Generator speist.

Eine weitere einfache Anlage in Palezieux besteht aus einer alten Olzisterne von 16 000 l Inhalt, die wärmeisoliert und mit einer Heizspirale versehen ist. Sie arbeitet seit drei Jahren zum Betrieb eines Gasherdes mit einem Tagesverbrauch von 1 bis 2 m<sup>3</sup>, so daß der Elektroherd ersetzt werden konnte. Der Vorteil der Anlage liegt in der einfachen Beschickung (der Behälterinhalt reicht für einen sechsmonatigen Betrieb) und in der Möglichkeit, das Gas in druckfestem Stahltank zu speichern. Die Anlage wird übrigens durch eine Solaranlage beheizt, um den hohen Energiewert des Gases optimal nutzen zu können.

Für die Produktion größerer Gasmengen und eine im Vergleich zum Gärraumvolumen höhere Gasausbeute sowie zur Verwertung des gesamten anfallenden Mistes ist eine kontinuierliche Anlage erforderlich.

In Monthod ist eine derartige Anlage, die auch Stroh vergärt, mit einem 100 m<sup>3</sup> fassenden Betonsilo gebaut worden. Die Stallentmistung erfolgte mechanisch über Kettenantrieb. Inzwischen ist ein Ausbau erfolgt, so daß jetzt ein Hauptgärsilo und ein Nachgärsilo in Betrieb sind, während zwei alte Öltanks als Gasspeicher dienen. Die Beschickung erfolgt mit einem hydraulisch betätigten Kolben-Zylinder-System, das auch für gewöhnliche Misthaufen verwendet wird. Mit dieser Anlage gelang es, 50 m<sup>3</sup> frischen Mist in 18 Tagen auf Vollgärung zu bringen, wobei als Hilfsmittel Hochleistungs-Methanbakterien amerikanischer Herkunft verwendet wurden.



Holzgasgenerator System Roth

Generell sollte sich das Gärvolumen für Kuhmist mit Stroh an einer Gärzeit von 30 Tagen orientieren. Bei Schweinemist könne nach Auskunft des Referenten mit 20, nach neuesten englischen Erfahrungen sogar mit nur zehn Tagen gerechnet werden.

### Energieautarkie der Landwirtschaft möglich

Energetisch gesehen könnte nach den Berechnungen Bremers eine Schweizer Kuh neben der Milch jährlich das Energieäquivalent von 300 kg Heizöl liefern. Bei allgemeiner Einführung der Mistverwendung über Biogasanlagen könnten etwa 4 bis 5 % des nationalen Energiebedarfs auf diesem umweltfreundlichen Weg dezentral und unabhängig von Importen gedeckt werden. Dieser Anteil entspreche in etwa auch dem Energiebedarf der Schweizer Landwirtschaft, womit – langfristig gesehen – gefolgert werden könne, daß die Landwirtschaft energieunabhängig werden könne.

Tageszeitliche Schwankungen des Bedarfs könnten durch Druckspeicher ausgeglichen werden. Überschüsse sollten über einen Generator zur Eigenstromerzeugung dienen und darüber hinaus in das öffentliche Netz eingespeist werden können. Durch Nutzung der Abwärme für die Erwärmung des Gärraumes könnte eine Totalenergieanlage entstehen (vgl. eigener Bericht über die Kraft-Wärme-Koppelung in der Biogas-Anlage Benediktbeuern). Ein örtliches Elektrizitätswerk habe einer derartigen Konzeption mit einem Automotor auf Methanbetrieb, einem asynchronen Generator von 15 kVA und einer Wärmerückgewinnungsanlage von rd. 38 kW Leistung bereits zugestimmt.

Generell kam hier der Hinweis, daß sowohl bei Biogas-Anlagen als auch bei der nachfolgend erwähnten Verwertung von Holz die Energieausbeute mit gasbetriebenen Wärmepumpenanlagen unter Nutzung der Abwärme auf 160 bis 180 % gesteigert werden könne (vgl. *Sonnenenergie* 4/77 S. 63).

### Geschlossener Biokreislauf

*Dipl.-Ing. Ralf-Peter Owsianowski*, Berlin, nannte in einem Diskussionsbeitrag die Teichwirtschaft in vielen Ländern Asiens als gutes Beispiel für eine integrierte Pflanzen- und Tierproduktion in einem geschlossenen Kreislauf: Abfälle aus Tierhaltung und Gemüsebau dienen als Fischfutter, Teichwasser als Dünger im Landbau. Ein Fischteich-Treibhaus-Verbund könnte auch in Verdichtungsgebieten das ganze Jahr über weitgehend rückstandsfreie Nahrungsmittel produzieren, wie von der *Interdisziplinären Projektgruppe für Angepaßte Technologie (IPAT)* der TU Berlin, ermittelt worden sei.

*Ernst Weichel*, Heiningen/BRD, forderte eine systematische Nutzung aller vermeintlicher Agrarüberschüsse für die Rohstoff- und Energiegewinnung.

### Holz als Brennstoff

*Emil Affolter*, *Forstwirtschaftliche Zentralstelle der Schweiz*, wies darauf hin, daß 1975 weltweit mehr als 1 Mrd. m<sup>3</sup> Brennholz in vorwiegend einfachen Feuerungsanlagen ver-

brannt worden sind. In vielen Entwicklungsländern, aber auch in so manchem Schweizer Bergdorf decke Holz nach wie vor mehr als die Hälfte des Energiebedarfs. In der gesamten Schweiz betrug der Anteil mit 1,3 % jedoch weniger als derjenige der Kohle (1,5%), während die flüssigen Brenn- und Treibstoffe mit 75,5 % den Hauptanteil hatten, Strom aus Wasserkraft und Kernenergie mit 18,4 % und Gas mit 3,3 % folgten.

Eine Anhebung des Brennholzbedarfs von derzeit 0,6 auf etwa 1 Mill. m<sup>3</sup> wäre von der Waldpflege her sogar erwünscht. Bei Versorgungsengpässen könnte die Liefermenge auf jährlich 3 bis 4 Mill. m<sup>3</sup> erhöht werden. Hinzu kämen noch die Möglichkeiten der Nutzung von Abfallholz. Aus diesen Erwägungen habe die Gesamtenergiekommission der Schweiz den Holzanteil für das Jahr 1985 in der Prognose auf 1,7 % erhöht.

Voraussetzung hierfür sei jedoch eine Modernisierung von Holzfeuerungsanlagen, wobei entsprechend dem dezentralen Anfall von Brennholz die Klein- und Mittelanlagen im ländlichen Raum im Vordergrund stünden (Küchenherd, mit Elektrizität für den Sommerbetrieb kombinierter Kochherd, Kachelofen-Zentralheizung, Kombination mit Backofen, Cheminée, Wechsel- und Doppelbrandkessel). Für Großanlagen in Schulhäusern usw. hätten sich vollautomatische Schnitzfeuerungen bewährt. 22 derartiger Anlagen seien in Betrieb, weitere geplant. Die höheren Investitionskosten würden sich durch die niedrigeren Betriebskosten amortisieren.

### Holzkompostierung

Eine für unsere Gepflogenheiten außergewöhnliche Methode der Holznutzung erläuterte *Emile Svikovsky*, Genf: Das seit 15 Jahren von Jean Pain in Frankreich entwickelte Verfahren der Holzkompostierung. Eine Anlage, in der Art eines Meilers von 50 t Holz betrieben, erbrachte sechs Monate lang eine Leistung von 240 l/h Warmwasser von 60 °C. Mit 200 t könnten über zwei Heizperioden hinweg bereits mehrere Gebäude versorgt werden, ohne daß dazu größerer Arbeitsaufwand erforderlich wäre. Wie die Biogasanlage so stelle auch die Holzkompostierung ein Beispiel für eine vorteilhafte Kreislaufwirtschaft dar, denn das Endprodukt sei Humus, der zu einem Drittel dem Wald wieder zugeführt werden sollte, zu zwei Drittel der Landwirtschaft zur Verfügung gestellt werden könnte. Derzeit erprobt wird die Methangewinnung auf dieser Basis.

### Holzgas-Generator

Eine andere Möglichkeit, große Mengen Holz, insbesondere Abfallholz, aber auch Strohabfälle usw. in veredelter Form zu nutzen ist der Holzgas-Generator, wie er von der *Imbert Energietechnik GmbH*, Arnsberg/BRD in Weiterentwicklung der Holzvergaser-Fahrzeugantriebe aus den letzten Kriegsjahren angeboten wird (vgl. *Sonnenenergie* 5/77 S. 44). Die *Thermoplast AG*, Winterthur verweist auf einen erprobten Holzgas-Generator, System *Roth*, der mit Abfallholz eine Leistung von rd. 1 720 kW und eine Temperatur von mehr als 1 200 °C im Dauerbetrieb erreicht, wobei die Beschikung und Reinigung automatisch erfolgt.

### Umweltbelastung von Zellstofffabriken beseitigen

*Max Rutishauser*, Zürich, brachte ein Beispiel dafür, daß die Abfälle bei der Sulfitzellulose-Herstellung zu 98 % verwertet werden können, womit die erhebliche Umweltbelastung nahezu beseitigt würde. Die Weltproduktion an Zellstoffen erreichte 1974 immerhin 122 Mill. t. In einer Fallstudie der *Cellulose Attisholz AG*, Zürich, die sich hauptsächlich mit dem Sulfitzellstoffprozeß befaßte, erläuterte der Referent, daß zur Verwertung der Sulfitabläufe ein gezielter mikrobiologischer Prozeß zu Hilfe gezogen werden müsse. Durch Vergärung mit "Saccharomyces"-Hefe und N-, K- und P-Salz-Beigaben erhalte man eine Maische mit ca. 1,5 % Gehalt an Äthylalkohol, woraus Sulfit-Industriesprit gewonnen werden könne. Des weiteren werde Futterhefe gewonnen und bestehe die Möglichkeit, durch Verfeinerung auch Nährhefe herzustellen.

Zur Verwertung der Abfallschlämme wurden eine Sedimentationsanlage, eine biologische Kläranlage und eine Schlammdeinkungs- und Verbrennungsanlage errichtet. Die daraus erzeugten 12 t/h Dampf würden 8 bis 10 % des Gesamtbedarfs der Fabrik decken. Statt der Verbrennung bestünde aber auch die Möglichkeit, aus dem Schlamm Humusdünger herzustellen.

Die in der Schweiz dank strenger und auch rigoros durchgesetzter Abwassergesetze gemachten Erfahrungen zeigten, daß durch systematische Aneinanderreihung von mikrobiologischen Prozessen aus der Ablauge der Zellstofffabriken nicht nur Energie sondern auch Alkohole und Proteine höchster Qualität erzeugt und die Umweltbelastung um 98 % reduziert werden könnte.

### Müllverbrennung als unbefriedigende Lösung

*Otto Wilhelm*, Zürich, behandelte das ihm gestellte Thema "Städtische Abfälle – ihre Bedeutung in lokalen Energiekonzeptionen" sehr einseitig, indem er die vielen differenzierten Möglichkeiten des Recyclings abqualifizierte und dann nur noch die wenig nutzbare Müllverbrennung in Großanlagen propagierte.

### Abfallbewirtschaftung

*Prof. Theo Ginsburg*, Zürich, erhob deshalb die Forderung, daß in der für die Zukunft notwendigen Kreislaufwirtschaft Abfälle nicht beseitigt oder mit schlechten Wirkungsgraden und zusätzlichen Problemen (lange Transportwege, Umweltbelastung) in Großkraftwerken verfeuert, sondern systematisch bewirtschaftet werden sollten, wobei natürlich auch Energie anfallen könne. Generell sollte man gerade auf diesem Gebiet nicht immer ausschließlich nach technischen Lösungen und schon gar nicht nach isolierten Lösungen suchen, zumal bei der Verwertung von Abfällen und noch stärker bei der Abkehr von der Verschwendungswirtschaft eine Bewußtseinsbildung in der Bevölkerung Voraussetzung jeder sinnvollen Lösung sei.

## REINHARD SOLARTECHNIK

– Solartechnik seit 1975 –

Ingenieurbüro mit Fertigung ..... Solar – Wärme – Energie – Technik  
An der Riede 7 – 2803 Weyhe-Lahausen (bei Bremen) – Tel. 04203 / 1317

Wir planen, liefern, installieren und überwachen Ihre Solaranlage  
Wir führen energiesparende Maßnahmen durch  
Wir liefern komplette Bausätze und führen Montagekurse durch  
Wir suchen Firmen zur Installation und Vertreter für den Vertrieb unserer Anlagen  
Wir bieten Schulungskurse in Theorie und Praxis der Solar- und Energietechnik



## Veranstaltungen

	in Mill. kg	in Mrd. kJ
<b>Treibstoffe:</b>		
Benzin	85	2 507
Diesel	110	3 658
<b>Düngemittel:</b>		
Natrium	37	2 944
Phosphor	38	688
Kalium	61	592
Pflanzenschutz	5	487
Maschineneinsatz		2 486
Elektrizität		1 176
Gesamtaufwand (ohne Arbeitskraft u. Sonnen- energie)		14 536
Inlandproduktion		13 818
Verhältnis Aufwand: Produktion		1,05:1

Tabelle 1: Energiebilanz der schweizerischen Landwirtschaft 1970

### Perspektiven für die Dritte Welt

In diesem Zusammenhang nur kurz gestreift werden können die nicht minder interessanten Beiträge über Entwicklungen und Projekte in den USA und in den Ländern der Dritten Welt. *J. L. Gaddy*, Missouri, berichtete über eine Großanlage für Biogas in den USA, mit der von 435 m<sup>2</sup> Maiskultur 500 Mill. m<sup>3</sup>/a Methan erzeugt werden sollen, wobei sich die Wirtschaftlichkeit am heutigen Erdgaspreis orientiere und zusätzlich Elektrizität und Dünger gewonnen werden könne. *Prof. Dr. M. Calvin*, Berkeley, erläuterte die Arbeiten auf dem Gebiet der Vergärung in den USA und *Prof. A. Mitsui*,

Miami, die Studien zur Protein- und Energiegewinnung aus Algenkulturen. Mit der direkten Herstellung von Äthanol aus Zuckerrohr befaßte sich *Dipl.-Ing. K. Rudolph* von der Deutschen Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Eschborn.

Ein Übersichtsreferat über den derzeitigen Entwicklungsstand der Photosynthese hielt *Prof. Dr. D. O. Hall*, London (vgl. nachfolgenden Tagungsbericht), während sich *T. Schreckenbach*, Würzburg, mit der Nutzung biologischer Membranen zur Energiegewinnung und *M. Losada*, Sevilla/Spainien, mit der Photoproduktion von Ammonium und Wasserstoff-Peroxid auseinandersetzten.

## IMBERT ENERGIETECHNIK GMBH

### ENERGIEGEWINNUNG aus Abfall-Holz, Sägespänen, Rinde, mit IMBERT – VERGASUNGSANLAGEN

zur Erzeugung von Wärme, mechanischer oder elektrischer Energie.  
Unsere Anlagen arbeiten umweltfreundlich,  
in der Wartung einfach und außerdem sparsam, in großen Leistungsbereichen.  
Die Investitionskosten liegen wesentlich unter anderen Energiegewinnungssystemen.

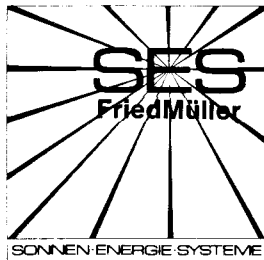
Wir liefern:

Anlagen für Brennstoff-Aufbereitung, Vergasungsanlagen, Wärmeerzeuger, Stromerzeugungsanlagen,  
kombiniert als komplette Wärme-Kraftwerke, ab 50 kW Leistung bis zur gewünschten Größe.

Wir haben Erfahrung an über 500.000 IMBERT-HOLZVERGASERN.  
Bitte rufen Sie uns an, wir kommen gerne, um Ihre Energieprobleme zu diskutieren  
und unterbreiten Ihnen auch gerne ein entsprechendes Angebot.

IMBERT – ENERGIETECHNIK GMBH

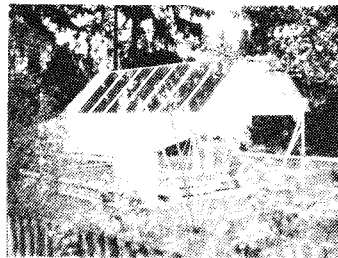
5760 Arnsberg 2, Steinweg 11, Tel. (02931) 35 49, Telex 84 222 ins d



Sonnenkollektoren  
Wärmepumpen  
Heizungen

- individuelle Beratung
- seit Jahren bewährte Anlagen
- fachgerechte Montage
- Service

SES—Friedrich Müller GmbH  
Kurt-Schumacher-Str. 15  
8034 Germering/München  
Telefon 089/8416738



Unser Spezialgebiet:  
Verbesserung bestehender Heizungen  
durch Solaranlagen

Unsere Erfahrung ist Ihr Gewinn

- Beispiel Nr.  
5: Freischwimmbad  
— Sonnenkollektor 14 m<sup>2</sup>  
— Wärmetauscher  
— Zubehöre

DM 6.500,-

## Rechenprogramme Sonnenenergie

Mit Hilfe unserer Programme können Sie an Ihrem Schreibtisch mit den vorprogrammierten Handrechnern Texas Instruments SR 52 und PC 100 bzw. Hewlett-Packard HP 67 oder HP 97 in Minuten ausrechnen:

Sonneneinstrahlungsdaten auf beliebig ausgerichtete Kollektoren, Kollektorwirkungsgrade vieler Konstruktionen, gesammelte Energie für beliebige Kollektoren.

Mit dem neuen Rechner von Texas Instruments TI-59 können obige Programme mittels eines Knopfdrucks sogar für ein ganzes Jahr vollautomatisch ablaufen.

Fordern Sie Unterlagen über unsere Programme und unsere Seminare an! Unser nächstes Seminar: Darmstadt, 14./15. März 1978

Dr.-Ing. Roderich W. Gräff, Kollwitzweg 19,  
D-6100 Darmstadt-Arheilgen, Tel. 06151 / 318 87



Die erste Solaruhr der Welt, die "aus dem Ärmel schaut"

Ein Solarex-Solar-Mikrogenerator wurde in ein patentiertes Design so integriert, daß die Solarzellen auch bei verdeckter Anzeige (z. B. durch die Hemdmanschette) im Licht liegen. 5 Jahre Laufzeit durch selbstregulierende Zellen in Verbindung mit einem Silber-Oxyd Akku.

CONTRONIC, Solar-Elektronik, Vertretung der Solarex,  
Bornstr. 32, 2 Hamburg 13

(Fordern Sie Unterlagen über das vollständige Lieferprogramm an)