

# Der Photovoltaikmarkt in der Schweiz

Autor(en): **Nordmann, T.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **83 (1992)**

Heft 10

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-902825>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Der Photovoltaikmarkt in der Schweiz

Th. Nordmann

**Nach den Vorstellungen des Sonnenenergie-Fachverbandes Schweiz (SOFAS) soll die Leistung der Photovoltaikanlagen im Netzverbund von derzeit gut 2 MW im Rahmen von «Energie 2000» bis zur Jahrtausendwende auf rund 50 MW gesteigert werden. Um dieses ehrgeizige Ziel zu erreichen, sind sowohl weitere Verbesserungen der Technik als auch der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen erforderlich.**

**Selon les représentations de l'Association suisse des spécialistes de l'énergie solaire, la puissance des installations photovoltaïques raccordées au réseau devra, dans le cadre d'«Energie 2000», être augmentée, pour passer de 2 MW actuellement à environ 50 MW d'ici à l'an 2000. Cet objectif ambitieux demande à la fois des améliorations techniques complémentaires et des conditions cadres économiques.**

## Adresse des Autors

Thomas Nordmann, Präsident Sonnenenergie Fachverband Schweiz (SOFAS)  
c/o TNC Consulting AG, 7000 Chur.

Als politische Reaktion zur Annahme des Energieverfassungsartikels und eines 10jährigen Kernenergiemoratoriums durch die Schweizer Stimmbürger am 23. September 1990 hat die Schweizer Regierung (Bundesrat), unterstützt durch die Regierungsparteien, im November 1990 ein 10jähriges Nationales Programm «Energie 2000» lanciert [1]. In gemeinsamen Anstrengungen der gesamten schweizerischen Volkswirtschaft sollen ehrgeizige, energetische Zielsetzungen erreicht werden:

- Mindestens Stabilisierung des Gesamtverbrauchs von fossilen Energien und der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahre 2000 auf dem Niveau von 1990 und anschliessende Reduktion.
- Zunehmende Dämpfung der Verbrauchszunahme von Elektrizität während der Neunzigerjahre und Stabilisierung der Nachfrage ab 2000.

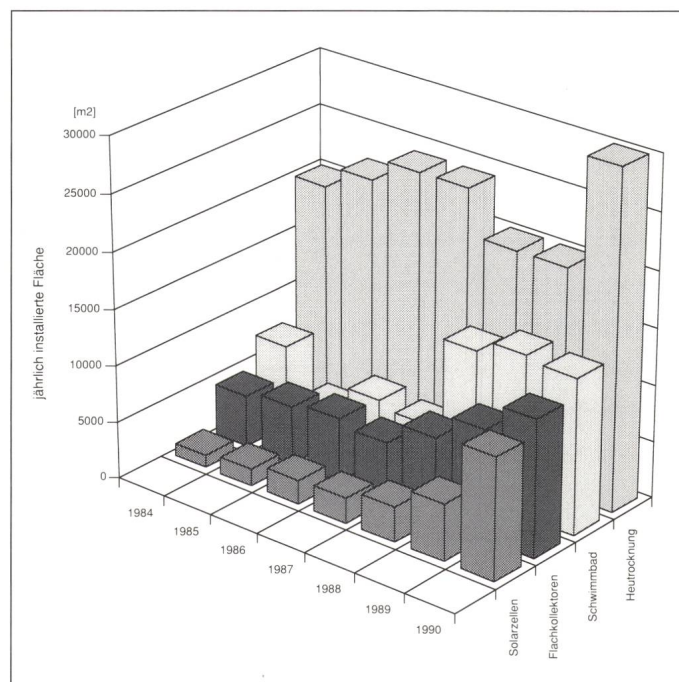
- Beiträge der erneuerbaren Energien im Jahre 2000: 0,5% zur Stromerzeugung und 3% des Verbrauchs fossiler Energien als Wärme.
- Ausbau der Wasserkraft um 5% und der Leistung der bestehenden KKW um 10%.

## Das Programm «Energie 2000»

In vier Aktionsgruppen erarbeiten die beteiligten Organisationen und Behörden die einzelnen Zielsetzungen und Handlungsstrategien für die Bereiche: Brennstoffe, Treibstoffe, Elektrizität und regenerierbare Energien.

Die drei Schwerpunkte bei den erneuerbaren Energien sind:

- Umweltwärme (Wärmepumpen und als flankierende Technologie Wärmekraftkopplung),



**Bild 1**  
Darstellung der Entwicklung des Sonnenenergie-Marktes in der Schweiz. Aufgezeichnet ist die jährlich neu installierte Fläche von Kollektoren oder Panels in m<sup>2</sup> pro Jahr. Erhebungen durch den Sonnenenergie-Fachverband Schweiz (SOFAS) 1984-1990



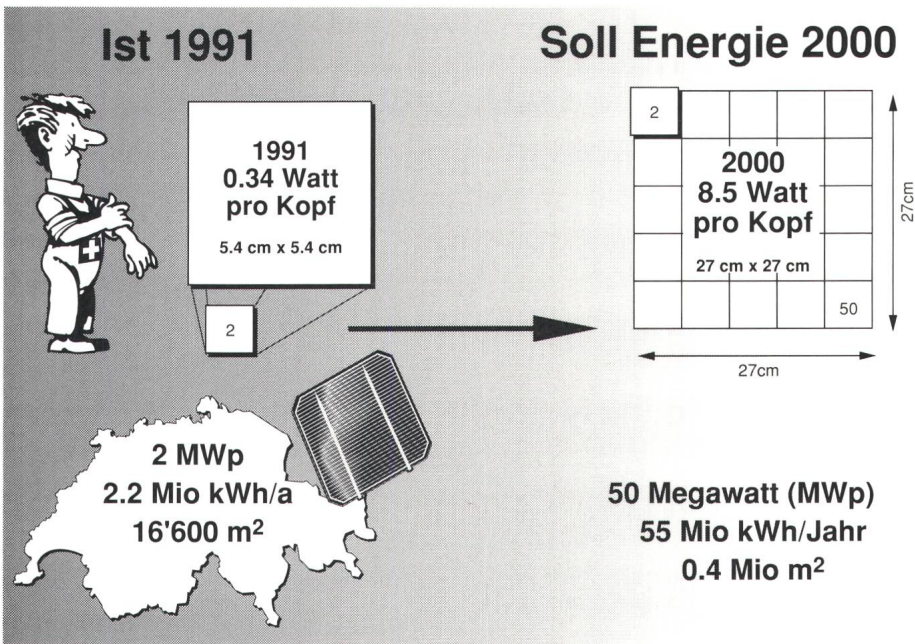


Bild 2 Vereinfachte grafische Darstellung der SOFAS-Zielsetzungen in «Energie 2000» für die Photovoltaik. Die installierte Nennleistung soll bis zur Jahrtausendwende von 2 MWp el. auf 50 MWp el. angehoben werden

- Biomasse (Brennholz, Rest- und Altholznutzung, Biogas und Abfallverwertung)
- Sonnenenergie (Wärmeproduktion mit Solarkollektoren und Stromproduktion mittels Photovoltaik).

**Die Entwicklung des Sonnenenergie-marktes in der Schweiz**

Augenfällig ist ab 1989 die sprunghafte Ausweitung der installierten Fläche bei den Solarzellen: 3100 m<sup>2</sup> (1988), 5100 m<sup>2</sup> (1989), 10 800 m<sup>2</sup> (1990). Die noch nicht abgeschlossene Umfrage für 1991 zeigt, dass die am Schweizer Netz installierte Kapazität Ende 1991 mehr als 2 MWp el. erreicht hat [2] (Bild 1).

**Sonnenenergie-Zielsetzung von «Energie 2000»**

Der Sonnenenergie Fachverband Schweiz (SOFAS) hat in der Aktionsgruppe «Erneuerbare Energien» die folgenden quantitativen Zielgrößen für die Solarenergie vorgeschlagen:

- 0,47 TWh jährliche Wärmeproduktion mit Solarkollektoren, das heisst Ausweitung der Schweizer Kollektorfläche von etwa 0,3 Mio. m<sup>2</sup> (90) auf etwa 1,5 Mio. m<sup>2</sup>.
- 0,05 TWh jährliche Stromerzeugung in den Netzverbund, das heisst Ausweitung der Ende 1991 installierten Spitzenleistung von etwa

2,1 MWp el. auf etwa 50 MWp el. bis zur Jahrtausendwende (Bild 2).

**Ein Schweizer Beitrag zur Ausweitung der Welt-Photovoltaik-Produktionskapazität?**

Wenn es der Schweiz gelingt, die ehrgeizigen Zielsetzungen im Rahmen von «Energie 2000» zu realisieren, wird

sie ihre Führungsposition bei der Technologieumsetzung erhalten und weltweit einen entscheidenden Beitrag zur Ausweitung der Photovoltaikproduktionskapazität und damit auch zur Preisreduktion leisten. 1990 entsprachen 50 MW der schnell wachsenden Jahres-Weltproduktionskapazität von Photovoltaikzellen (Bild 3).

**Aktionsfelder und Massnahmenträger der Photovoltaikumsetzung**

Im schweizerischen Photovoltaikumsetzungsprogramm [3] wurden die Aktionsfelder und Massnahmenträger zur Erreichung der ehrgeizigen Zielsetzungen definiert. Die einzelnen Aktionsfelder müssen durch gezielte Massnahmen schrittweise und gegenseitig vernetzt abgedeckt werden (Bild 4).

**Verbesserung der Rahmenbedingungen für die Photovoltaiknutzung in der Schweiz**

Die ehrgeizigen Zielsetzungen für Energie 2000 können nur erreicht werden, wenn wichtige, auch ökonomische Rahmenbedingungen verbessert werden. Nachstehend sind einzelne Beispiele solcher Bereiche erläutert.

Die Verbesserung der wirtschaftlichen Ausgangssituation durch die schnelle Umsetzung der Forschungsergebnisse in marktfähige Produkte.

Die Fortschritte, die weltweit in den verschiedenen Forschungslabors bei

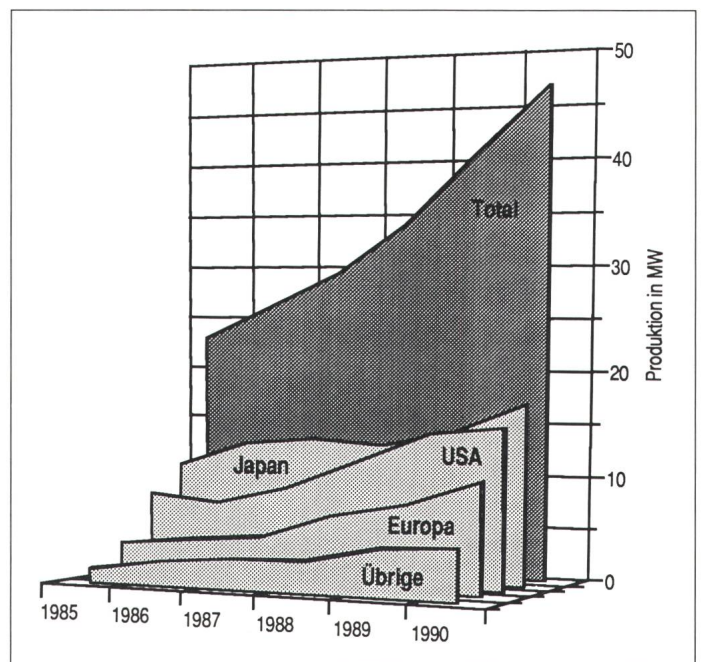


Bild 3 Jahres-Weltproduktionskapazität von Photovoltaikzellen  
Quelle: PV News Februar 1991



**Bild 4**  
Aktionsfelder und Massnahmensträger der Photovoltaik-Umsetzung in der Schweiz

AKTIONSFELDER	TRÄGER			
	PV Industrie SOFAS, PHOMES ①	Öffentliche Hand Bund, Kantone, Gemeinden, NEFF ②	Strom-Erzeuger Elektrizitätswerke ③	Private, Gewerbe, Industrie ④
<b>Technik</b> (T)	Produktinnovationen, d.h. bessere • Wirkungsgrade • Systeme (T1)	Forschung Schwerpunkte: • ... (T2)	Bau von Pilot- und Demonstrationsanlagen (T3)	«Sichere Investition in gute Anlagen» (T4)
<b>Ökonomie</b> (O)	Herstellung, d.h. günstigere • PV Panels (O1) • Systemkosten (O1)	• Förderung • Externe Kosten (O2) • Solarbonus (O2)	Grenzkostenvergütung an Erzeuger (O3)	• Markt • Förderung • Solarbonus (O4)
<b>Institutionelle Aufgaben</b> (I)	Weiterausbildung Impulsprogramm PACER Erstellung einer soliden Know-HowBasis (I1)	• Information • Vorgehensberatung (I2) • Grundausbildung: Berufsschulen ... Hochschulen PV-Elektriker ... dipl. PV Ing. (I2)	• Liberale Stromabnahmekonzepte • Zähler (I3) • Verrechnen (I3) • Statistik (I3)	«Liberale Bewilligungspraxis der Behörden» (I4)
<b>Rahmenbedingungen</b> (R)	Qualitätssicherung SOFAS Solarschutzbrief (R1)	• Verfassung • Gesetz • Beschlüsse (R2) • Vollzug (R2)	• Techn. Vorschriften für Netzverbund • Abnahme • Bewilligungsverfahren (R3)	«Attraktives Investitionsklima» (R4)

© TNC Consulting AG

der Verbesserung des energetischen Wirkungsgrades der verschiedenen Zellentechnologien realisiert wurden, sind sehr gross (Bild 5). Bis vor kurzem lag aber der in der Produktion realisierte Wirkungsgrad von Modulen über zehn Jahre hinter dem Stand der Forschung zurück. Erst die schnelle Umsetzung, z.B. der durch Green in Australien [4] entwickelten Technologie, hat diese Rahmenbedingungen deutlich verbessert.

Grösse des (Welt-)Panel-Marktes abhängig. Es entsteht das klassische «Chicken and Egg»-Problem (Bild 6). Nur die Umsetzung der grossen technologischen Fortschritte bei der Zellentechnologie (Bild 5) mit CIM und Robotik gestützten Panelfabriken wird die notwendigen Verbesserungen beim Preis-Leistungs-Verhältnis erbringen. Typischerweise entfallen immer noch

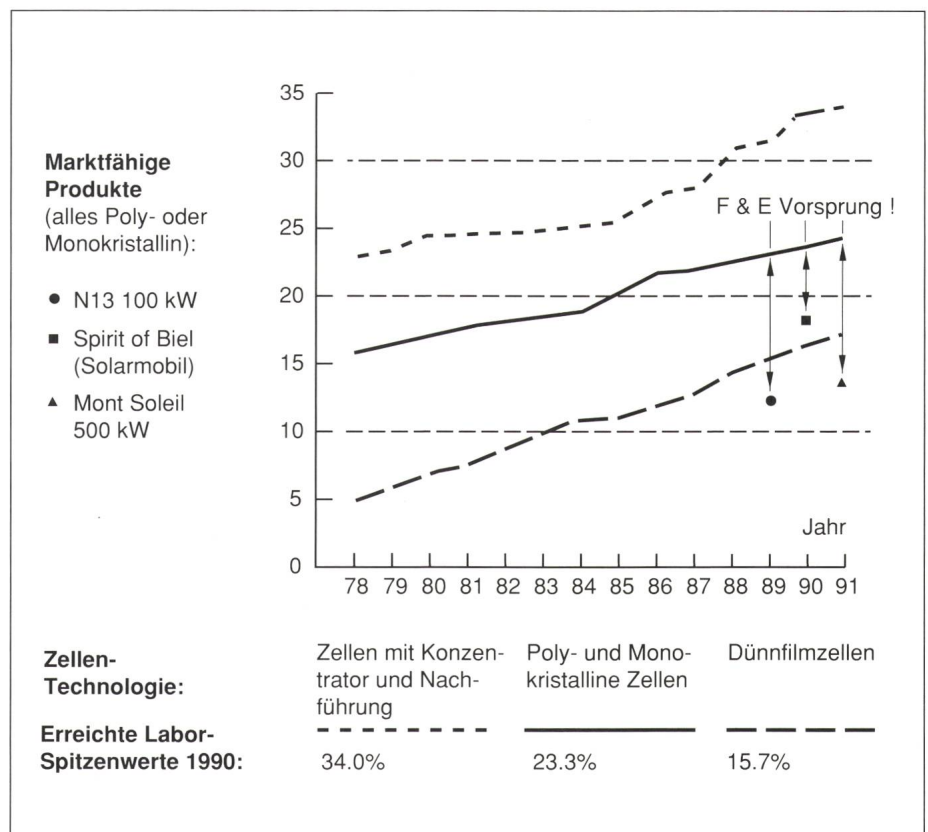
50% der gesamten Anlagekosten auf die Komponenten Aufständigung, Verdrahtung und Inverter. Durch Anhebung des Zellenwirkungsgrades können diese Kostenanteile indirekt gesenkt werden. Kompaktere PV-Netzverbundanlagen mit einer kleineren Modulfläche erfordern kleinere Infrastrukturaufwendungen für die Aufständigung, Verkabelung usw.

**Information und Ausbildung durch das Impulsprogramm PACER**

Im Rahmen des nationalen Aktionsprogrammes Bau und Energie konzentriert sich das Impulsprogramm PACER auf die erneuerbaren Energien. In enger Kooperation von Wirtschaft, Schulen und Bund fördert das Programm PACER [5] die Nutzung der erneuerbaren Energien und will Ingenieuren, Architekten und Installateuren die nötigen Kenntnisse auch zur Anwendung der Photovoltaik vermitteln. Es will auch eine andere ökonomische Betrachtungsweise einführen, welche die externen Kosten (Umweltbelastung usw.) miteinbezieht. Im Photovoltaikbereich offeriert PACER Ausbildungskurse für PV-Elektriker, Weiterbildungskurse für Photovoltaik-Ingenieure und eine Videodokumentation unter dem Titel: «Photovoltaik – Einführung für Bauherren und Architekten».

**Ausweitung des Marktvolumens – «Economy of volume»**

Die schnelle Umsetzung der Forschungsergebnisse in marktgängige Produkte ist in starkem Masse von der



**Bild 5** Die Entwicklung des Zellenwirkungsgrades im Labor seit 1977 im Vergleich zum Panelwirkungsgrad wichtiger in der Schweiz realisierter PV-Projekte



## Verbesserung der gesetzlichen Rahmenbedingungen durch den Bund im Energienutzungsbeschluss (ENB)

Im vom Schweizer Parlament am 14. Dezember 1990 verabschiedeten Energienutzungsbeschluss [6] entstehen auch für die Photovoltaik neue bessere gesetzliche Rahmenbedingungen für die Anwendung.

### Netzeinspeisung/Selbstversorgung, Art. 14, 15 und ff.

Die Unternehmungen der öffentlichen Energieversorgung werden verpflichtet, die durch Selbstversorger und Eigenerzeuger produzierte elektrische Energie mittels Photovoltaik, Wind, Wärmekraftkopplung und Kleinstwasserkraftwerken abzunehmen und zu einem angemessenen Tarif zu vergüten.

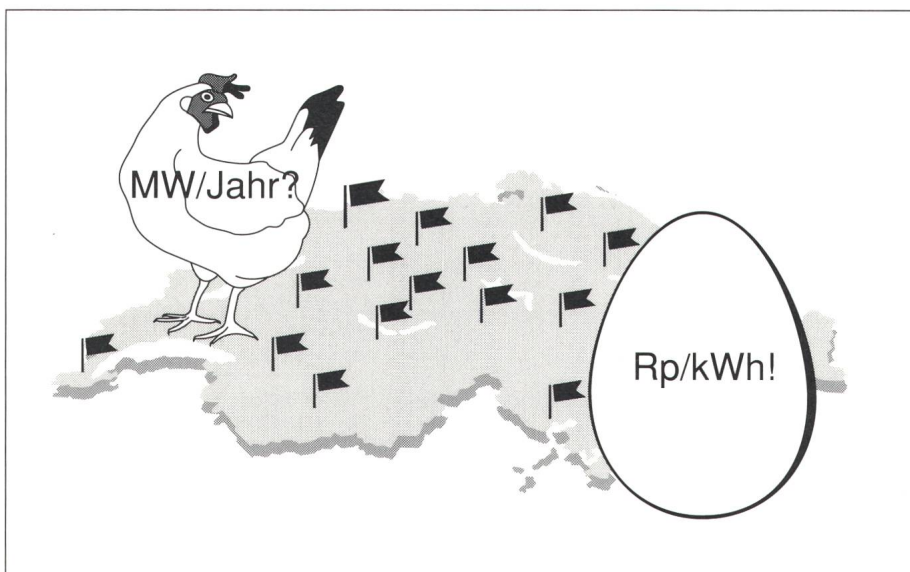
Wird dieser Strom durch erneuerbare Energien erzeugt, muss er mit dem Referenzpreis neuer inländischer Produktionsanlagen (d. h. Grenzkosten) vergütet werden.

Zurzeit erarbeitet der Bund Empfehlungen und Musterverträge für die Netzeinspeisung. In einer speziellen paritätisch besetzten Kommission werden zukünftig die anwendbaren Referenzvergütungspreise jährlich ausgehandelt und möglichst gesamtschweizerisch zur Anwendung gebracht.

## Energienutzungsverordnung

Der Bundesrat hat am 22. Januar 1992 die Energienutzungsverordnung [6] in Kraft gesetzt. Darin hat er den durch das Parlament im Energienutzungsbeschluss verbesserte Handlungsspielraum verschlechtert und zum Teil unter das vor dem Energienutzungsbeschluss praktizierte Niveau zurückgenommen.

Mit den vom Parlament für das Budget 1992 zusätzlich gesprochenen 50 Mio. Franken für «Energie 2000» und den Vollzug des Energienutzungs-



**Bild 6 Das PV «Chicken and Egg»-Problem**

Der Panelpreis ist ein «Technologiepreis», nicht ein «Materialpreis». Ein grosses Marktvolumen erlaubt das schnelle Abschreiben der Entwicklungskosten, die Steigerung der Fertigungsausbeute durch bessere Beherrschung der komplizierten Prozesse in der Zellenfertigung und den Einsatz von CIM und Robotik bei Zellen und Panelfertigung. Die schnelle Abarbeitung der Lernkurve, z.B. in der Mikroelektronik, hat in der jüngsten Vergangenheit den Marktdurchbruch in der PC-Informatik ermöglicht

beschlusses kann dem Programm (noch) nicht die auch finanziell notwendige Schubkraft verliehen werden.

## Ökonomie und Ökologie → CO<sub>2</sub>/Energiesteuer

Obwohl eine Photovoltaikanlage keine eigentlichen Betriebskosten aufweist (die Sonne scheint gratis), entstehen kaufmännisch gerechnet mit Amortisations- und Zinskosten kWh-Preise zwischen 80 Rp. und Fr. 1.20 (Preisbasis 1991).

Der Besitzer einer Photovoltaik-Netzverbundanlage muss heute trotz der zukünftigen Grenzkostenvergütung zur Einspeisung nach wie vor davon ausgehen, dass er mit seiner PV-Anlage nicht Geld, sondern vor allem Energie einsparen wird, und damit einen wichtigen Beitrag an eine umweltgerechte Energieversorgung leistet.

In der Schweiz besteht in der Zwischenzeit unter den Regierungsparteien ein verbaler politischer Konsens, dass mit einer Ressourcen- und/oder Energiesteuer die Benachteiligung des Energiesparens und der erneuerbaren Energien kompensiert werden soll. Mit der Einführung einer CO<sub>2</sub>/Energiesteuer kann aber frühestens Mitte der 90er Jahre gerechnet werden.

Erst eine nachhaltige und dauerhafte Verbesserung der ökonomischen Rahmenbedingungen wird es der technisch schon weit entwickelten Photovoltaik erlauben, nicht nur qualitative, sondern auch quantitative Beiträge an eine umweltgerechte Energieversorgung der Schweiz leisten zu können.

### Literatur

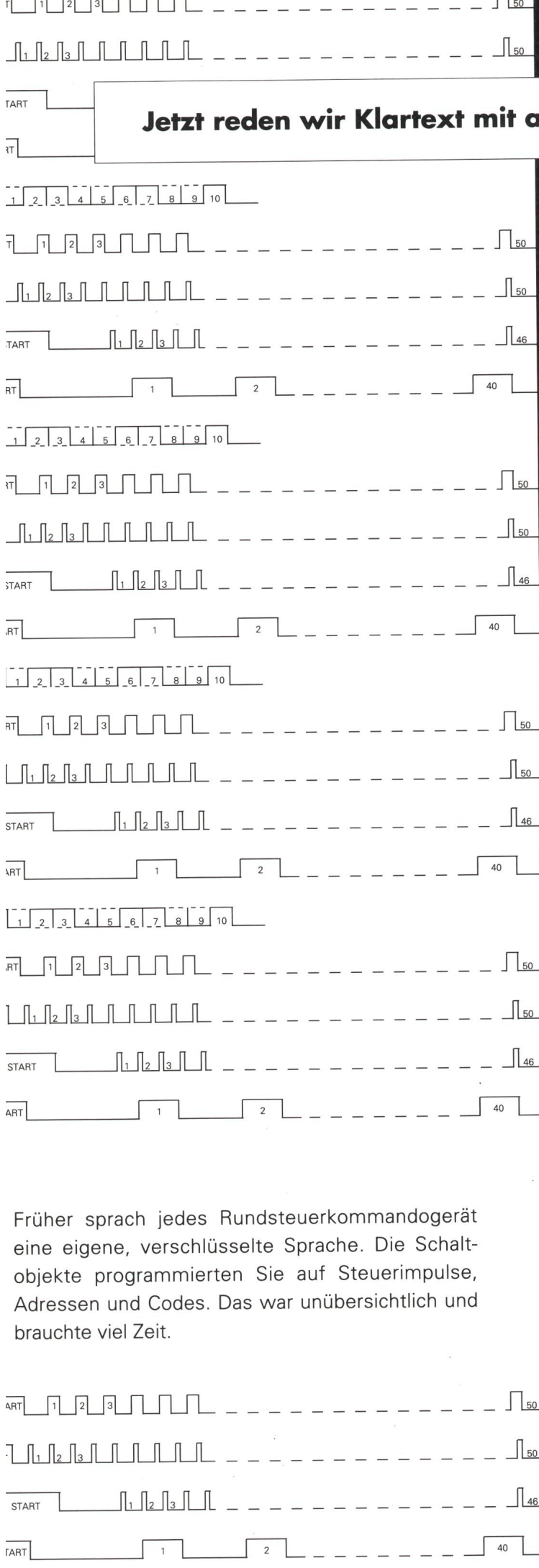
- [1] Aktionsprogramm Energie 2000, 1. Jahresbericht 1991, Bericht des Eidgenössischen Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartements, Sept. 91, EDMZ, 3000 Bern.
- [2] Jährliche Quadratmeterumfrage des Sonnenenergie-Fachverbandes Schweiz (SOFAS), Edisonstrasse 22, 8050 Zürich.
- [3] Kurzfassung «Das Nationale Photovoltaik-Umsetzungsprogramm», Th. Nordmann, TNC Consulting AG 199, VSE/SEV Bulletin Nr. 16/1991.
- [4] Improvements in silicon cell and module performance, Martin A. Green et al., Ninth E.C. Photovoltaic Solar Energy Conference, Freiburg, FRG, 1989.
- [5] Impuls, (kostenlose) Zeitschrift, Bundesamt für Konjunkturfüragen, Impulsprogramme, 3003 Bern.
- [6] Bundesbeschluss für eine sparsame und rationelle Energienutzung (Energienutzungsbeschluss, ENB vom 14.12.90), EDMZ, 3000 Bern.
- [7] Verordnung über eine sparsame und rationelle Energienutzung (Energienutzungsverordnung, ENV vom 22.1.92), EDMZ, 3000 Bern.

Bereich:	ENB ohne ENV 28.3.91-29.2.92	ENB Art.	ENB mit ENV ab 1.3.92	ENV Art.
• Information und Beratung	bis 100%	8	max. 30%	19,25
• Aus- und Weiterbildung	bis 100%	9	max. 30%	20,25
• Forschung und Entwicklung	bis 50%	10 <sub>1</sub> , 10 <sub>3</sub>	bis 50%	–
• Pilot- u. Demonstrationsanlagen	bis 50%	10 <sub>2</sub> , 10 <sub>3</sub>	max. 30%	22,25
• Förderung	bis 100%	12	max. 30%	23,25

**Tabelle 1 Der finanzielle Handlungsspielraum des Bundes für Förderbeiträge im Rahmen des Energienutzungsbeschlusses (ENB) und der Energienutzungsverordnung (ENV)**



# Jetzt reden wir Klartext mit allen Rundsteuerempfängern.



Früher sprach jedes Rundsteuerkommandogerät eine eigene, verschlüsselte Sprache. Die Schaltobjekte programmierten Sie auf Steuerimpulse, Adressen und Codes. Das war unübersichtlich und brauchte viel Zeit.

**z zellweger MPC - Controller 1.02** Donnerstag, 16. Mai 91  
13:04

Passwort Sendung Alarm Rep

OBJEKTE	SENDESTELLEN	ANLAGE	REGELUNG	DIENSTE
OBJEKTGRUPPEN	SIGNALE		PROTOKOLL	ALARME

Seite: 1 (2)

### OBJEKTTABLEAU

Boiler 3 kW	FREI	EN	AUS	Direktheizung	FREI	EN	AUS
Boiler 5 kW	FREI	EN	AUS	Speicherheizung 1	FREI	EN	AUS
Boiler 7 kW	FREI	EN	AUS	Speicherheizung 2	FREI	EN	AUS
Klimaanlage Gr. 1	FREI	EN	AUS	Unrichten	FREI	EN	AUS
Klimaanlage Gr. 2	FREI	EN	AUS	Kompensationskond.	FREI	EN	AUS
Klimaanlage Gr. 3	FREI	EN	AUS	Bewässerung	FREI	EN	AUS
Klimaanlage Gr. 4	FREI	EN	AUS	Schautensterbeleucht	FREI	EN	AUS
Tarif HT/NT	FREI	EN	AUS	Pumpe 1	FREI	EN	AUS
Strassenbel. Zone 1	FREI	EN	AUS	Pumpe 2	FREI	EN	AUS
Strassenbel. Zone 2	FREI	EN	AUS	Pumpe 3	FREI	EN	AUS
Strassenbel. Zone 3	FREI	EN	AUS	Sirene	FREI	EN	AUS
Backofen Zentrum	FREI	EN	AUS	Dachrinnenheizung	FREI	EN	AUS

DRUCKEN VORHERIGE SEITE NÄCHSTE SEITE HILFE

Heute präsentiert Zellweger den z'ener top MPC. Der Bildschirm zeigt Ihnen die Schaltobjekte mit Name und in Ihrer gewünschten Sprache. Unabhängig von Impulsen und Codes. Zur Steuerung genügt ein Klick mit der Maus.

**z zellweger**  
One step ahead

Zellweger Uster AG, Geschäftsbereich Energie  
CH-8320 Fehraltorf, Tel. 01 954 81 11