

## VERBREITUNG DER PHOTOVOLTAIK IN ÖSTERREICH

DER 200-KW-PHOTOVOLTAIK-BREITENTEST  
SOZIOLOGISCHE BEGLEITFORSCHUNG

## FORSCHUNGSAKTIVITÄTEN ZUR PHOTOVOLTAIK

*Die Photovoltaik gilt neben Wind- und Wasserkraft als eine der umweltfreundlichsten Methoden Strom zu erzeugen.*

■ Grundlage aller erneuerbaren Energien ist die auf die Erde einstrahlende Sonnenenergie. Die Photovoltaik, die direkte Umwandlung von Strahlungsenergie in elektrischen Strom, ist eine Möglichkeit, die sowohl von energiewirtschaftlichen als auch von ökologischen Standpunkten aus immer mehr an Bedeutung gewinnt. Die dezentrale Nutzung der Sonnenenergie zur Stromerzeugung mit Hilfe von Photovoltaik-Anlagen wird heute als wichtige Technologie betrachtet, mit deren Hilfe die Umweltbelastungen, die bei der „Erzeugung“ und beim „Verbrauch“ von Strom entstehen, reduziert werden können.

Unterschiedliche Photovoltaik-Systeme, die Sonnenenergie direkt in Elektrizität umwandeln, kommen mittlerweile in

vielen Bereichen zum Einsatz. In den letzten Jahren konnte durch intensive Forschung und Entwicklung von Techniken die Nutzung der Sonnenenergie soweit vereinfacht werden, daß Photovoltaikanlagen für immer mehr Anwendungsfälle in Frage kommen. In der Forschung und Entwicklung geht es heute vor allem um Innovationen, die die Qualität der verwendeten Bestandteile und den Nutzungsgrad der Gesamtanlage (Generator, Wechselrichter, Speicher usw.) erhöhen und die spezifischen Anlagenkosten reduzieren.

Einzelne **PV-Pilotprojekte** und der 1992 in Österreich gestartete 200-kW-Photovoltaik-Breitentest sollen im Bereich der technischen Umsetzung einen Beitrag zur Weiterentwicklung dieser umweltfreundlichen Energieform leisten.

Der 200-kW-Photovoltaik-Breitentest ist eine Initiative zur praktischen Erprobung kleiner, dezentraler netzgekoppelter PV-Anlagen. Die Energieforschungsgemeinschaft (EFG) im Verband der Elektrizitätswerke Österreichs, das Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten und die örtlichen Energieversorgungsunternehmen organisierten den Breitentest und stellten Fördermittel für die Anlagen zur Verfügung.

### PV-Pilotprojekte

*Begonnen hat die Entwicklung der Photovoltaik in Österreich mit der Installation von Solarmodulen zur Versorgung von speziellen Einrichtungen, wie z.B. alpinen Meß- und Funkstationen, Berghütten und Freizeitanlagen, die vom Stromnetz nicht versorgt werden können. Schon 1985 wurden mit der 2000-Watt-Anlage am Hochleckenhaus wichtige Erfahrungen gemacht. Schließlich wurden auch netzgekoppelte PV-Anlagen in Österreich gebaut. Österreichs erstes Solarsystem mit Netzeinspeisung, damit ein direkter Vorläufer der Breitentestanlagen wurde 1987 von der OKA errichtet. (Anlage am Betriebsgelände in Gmunden). Weitere Pilot- und Demonstrationsanlagen wurden von Elektrizitätsversorgungsunternehmen installiert.*

**30kW Loser/Altaussee  
seit 3.1.1989 in Betrieb.  
Projektpartner: OKA und Verbund**



Das Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr beauftragte ein begleitendes wissenschaftliches Forschungsprogramm, das von der Firma KWI (Kapusta und Wildburger Ingenieurleistungen) sowie vom Österreichischen Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal Elektrotechnisches Institut durchgeführt wird. Die Ergebnisse des Breitentests werden in diesem Rahmen ausgewertet, dokumentiert und kommentiert. Das Projekt wird bis zum Jahr 1999/2000 fortgeführt.

Zusätzlich wurde im Auftrag des BMWV von der GrAT (Gruppe für Angepaßte Technologie/TU Wien) in Kooperation mit dem Institut für Energiewirtschaft der TU Wien eine sozialwissenschaftliche Begleitforschung durchgeführt, die zwei Zielsetzungen verfolgte:

- eine Evaluation des 200-kW-Photovoltaik-Breitentests
- eine Abschätzung der zukünftigen Verbreitungschancen für dezentrale netzgekoppelte Photovoltaik-Anlagen in Österreich.

Verschiedene positive Aspekte der Photovoltaik konnten im Rahmen dieser Studien bestätigt werden. Im Gegensatz zu anderen Technologien zur Stromerzeugung ist die Photovoltaik auch in kleinen Leistungsbereichen einsatzfähig und somit optimal für einen bedarfsorientierten Einsatz geeignet. Der dezentrale Einsatz von Photovoltaik erfordert keinen weiteren Ausbau der Infrastruktur. Neben der Reduzierung der Umweltbelastungen durch den Einsatz der Photovoltaik als Alternative zu fossilen Energieträgern, zeigte sich speziell bei Haushalten mit hohem Stromverbrauch auch ein Stromspareffekt, der auf ein verändertes Benutzerverhalten zurückzuführen ist.

# MOTIVE UND HINDERNISSE FÜR DIE VERBREITUNG DER PHOTOVOLTAIK

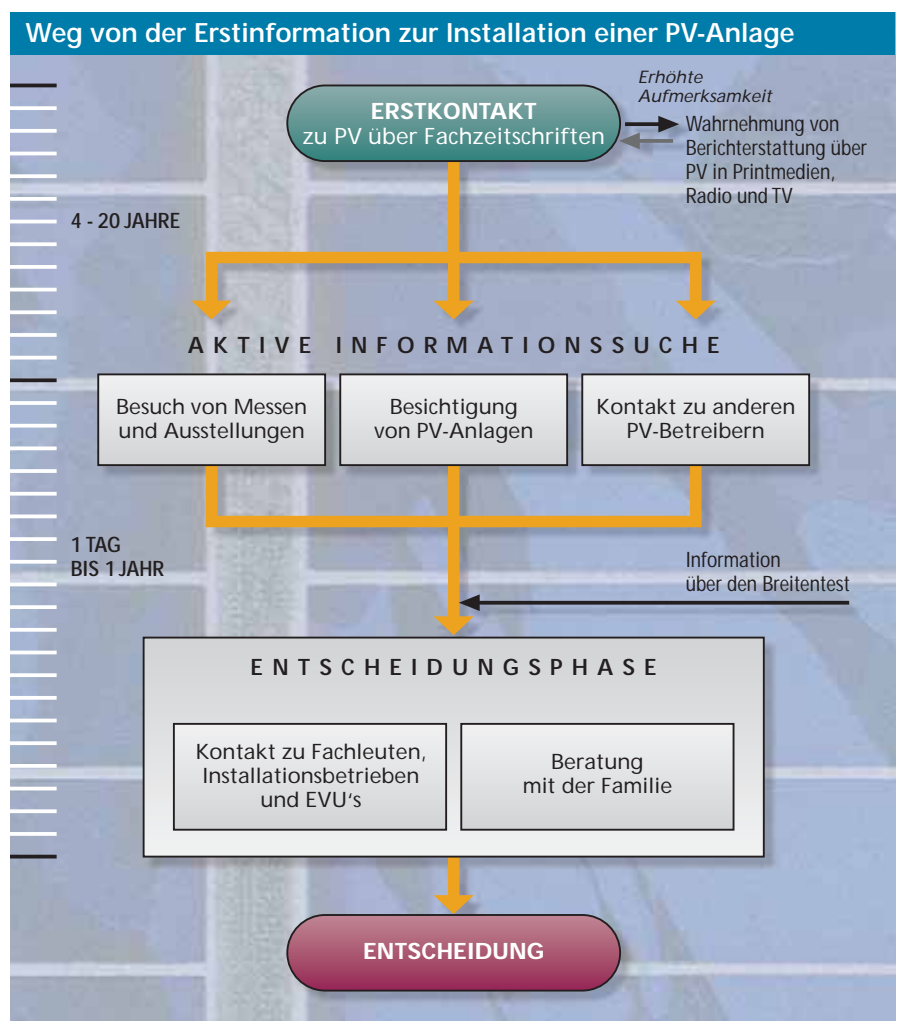
Dem Konzept kleiner netzgekoppelter PV-Anlagen auf privaten Hausdächern liegt die Idee zugrunde, einen Teil des im Haushalt verbrauchten Stroms am eigenen Dach zu erzeugen. Anlagen dieser Art benutzen das EVU-Netz als „Speicher“. Übersteigt die Solarstromproduktion den Bedarf, so wird der Überschuss ins örtliche Netz eingespeist. Umgekehrt wird bei Schlechtwetter oder in der Nacht Netzstrom zur Versorgung des Haushalts herangezogen. Ein Haushalt hat einen jährlichen Strombedarf von rund 2000 bis 4000 kWh. Eine 1-kW-PV-Anlage liefert in Österreich ca. 850 kWh pro Jahr und benötigt eine Fläche von ca. 10 m<sup>2</sup>.

Im Rahmen der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung zum 200-kW-Photovoltaik-Breitentest wurden schriftliche Erhebungen bei drei betroffenen Gruppen durchgeführt.

## ■ DIE BREITENTEST-TEILNEHMER

Die Breitentestteilnehmer sind typische „Innovatoren“, technisch interessierte, risikofreudige Personen, die schon seit langem Informationen über Photovoltaik gesammelt haben und deren Kaufentscheidung ein wohlüberlegter Prozeß war. Es handelt sich zumeist um Personen mit hohem Ausbildungsniveau und entsprechend gehobenem Einkommen, die in einer familiären Bindung im ländlichen Raum leben. Die Motive für die Anschaffung liegen im Umweltschutzgedanken, im Bestreben, eine Alternative zum Atomstrom zu fördern und im Interesse an der neuen Technologie. Rund 30% hätten die Anlage auch ohne Förderungen installiert, alle anderen Teilnehmer wurden in ihrer Entscheidung von der Möglichkeit einer Förderung durch die öffentliche Hand positiv beeinflusst.

Der typische Breitentestteilnehmer-Haushalt hat zum Zeitpunkt der Installation der PV-Anlage bereits andere -



kostengünstigere - Möglichkeiten des Energiesparens (Wärmedämmung, Hackgutfeuerung oder thermische Solaranlagen) ausgeschöpft. Die Photovoltaik-Anlage stellt eines der letzten Glieder einer Kette von umweltrelevanten Maßnahmen oder Anschaffungen im Haushalt dar. Die Photovoltaik bedeutet daher keine Konkurrenz zu anderen erneuerbaren Energieträgern, sondern sie hat eher eine ergänzende Funktion.

Die Zufriedenheit der Betreiber mit ihrer Anlage ist sehr hoch; nahezu alle Betreiber würden unter ähnlichen Bedingungen heute nochmals eine Anlage kaufen. Ein Stromspareffekt zeigte sich vor allem bei Haushalten mit einem überdurchschnittlich hohen Anfangsverbrauch. Die Photovoltaik erwies sich als geeignetes Instrument,

um gut situierte Haushalte mit relativ hohem Stromverbrauch zum Stromsparen zu motivieren.

## ■ DIE PV-FACHBETRIEBE

Nur wenige Fachbetriebe haben sich in Österreich bereits Know-How im Bereich Photovoltaik angeeignet. Zumeist sind dies Kleinbetriebe, in denen 1 oder 2 Mitarbeiter in dieser Technologie geschult sind. Zwei Drittel der Fachbetriebe haben selbst eine PV-Anlage und produzieren sowohl im Rahmen des Betriebs als auch privat den Strom mittels Photovoltaik. Der Breitentest wird von diesen Betrieben als wichtiger Schritt zur Verbreitung dieser Technologie angesehen, die Mehrzahl kritisiert aber die Begrenzung auf 200 kWp. Positiv wurde von den Betrieben ver-

merkt, daß die Aktion zu einer technischen Weiterentwicklung im eigenen Unternehmen geführt habe. Mehr als die Hälfte der Betriebe konnte nach Beginn des Breitentests auch ein gesteigertes Interesse und eine erhöhte Nachfrage zum Thema Photovoltaik feststellen. Die Notwendigkeit einer weiteren intensiven Informationsverbreitung wird aber sowohl von den Fachbetrieben als auch von den Informierten hervorgehoben.

## ■ DIE INFORMIERTEN

Die Gruppe der Informierten, die sich aus Mitgliedern der ARGE Erneuerbare Energie zusammensetzt, gleicht den Breitentestteilnehmern sowohl in ihren soziodemografischen Merkmalen sowie in ihrem hohen Umweltbewußtsein und ausgeprägtem Umweltverhalten. Die Informierten sind gut über die neue Technologie unterrichtet und unter ihnen finden sich mit Sicherheit potentielle zukünftige Betreiber. Als notwendige Bedingungen für den Kauf einer Anlage nennt diese Gruppe eine Preisreduktion und die Förderung durch die öffentliche Hand, wobei die Erwartung einer Förderung mit sinkenden Anlagenpreisen nicht an Bedeutung verliert.

## ■ WIRTSCHAFTLICHKEIT UND FÖRDERUNGEN

Die Kosten der einzelnen Anlagen im Breitentest variierten stark voneinander. Für die kostengünstigste Anlage waren ca. ÖS 83.000.- (pro kWp, inkl. 20% Mwst.) zu bezahlen, die teuerste Anlage verursachte Kosten von ÖS 300.000.- (pro kWp, inkl. 20% Mwst.). Die Kosten konnten durch Eigenleistung der Betreiber deutlich reduziert werden, daher war auch die Möglichkeit, selbst an der Installation mitarbeiten zu können, ein wichtiges Motiv bei der Wahl eines Fachbetriebs.

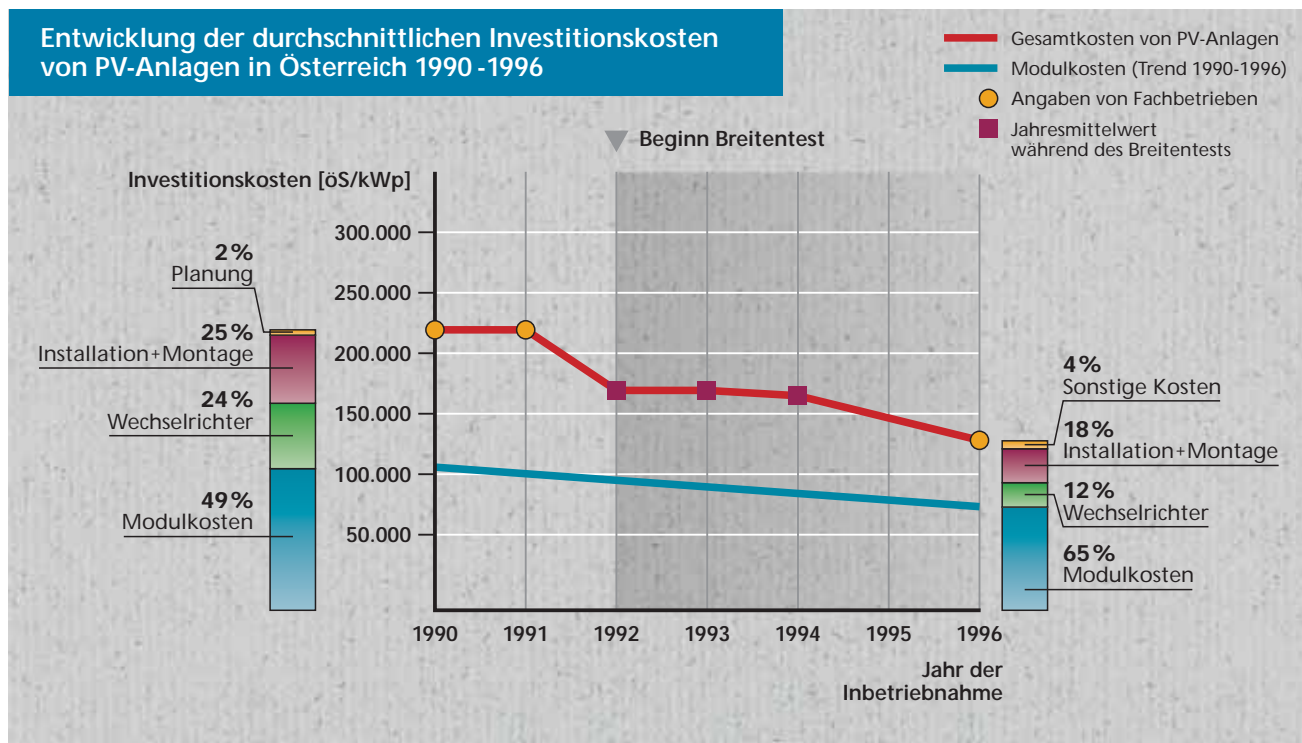
Die Entwicklung der Investitionskosten von PV-Anlagen in Österreich von 1990 bis 1996 und den Einfluß des Breitentests zeigt die Grafik. Die durchschnittlichen Investitionskosten haben sich in diesem Zeitraum mehr als halbiert, daraus läßt sich ableiten, daß der Breitentest bedeutenden Einfluß auf die Preisentwicklung hatte.

Es zeigte sich, daß die Wirtschaftlichkeit der Anlagen für die Betreiber nicht von vorrangiger Bedeutung war. Die Zahlungsbereitschaft der Testteilnehmer und auch der befragten Informierten ist für Photovoltaik relativ hoch - unabhängig von den üblichen Wirt-

schaftlichkeitsberechnungen. Kaufentscheidungen werden vielmehr durch das verfügbare Einkommen, den Umweltschutzaspekt der Anlagen und die erwartete Bereitschaft des Staates, in diese Technologie zu investieren, beeinflußt.

Die Förderung der Anlagen in der Stichprobe betrug im Durchschnitt 57% der Gesamtkosten. Die Breitentestteilnehmer und auch die Informierten würden eine Förderung in Form einer „kostengerechten Einspeisevergütung“ gegenüber Investitionskostenzuschüssen bevorzugen. Demgegenüber steht aber der Aspekt, daß es sinnvoll ist, den dezentral erzeugten Strom so weit wie möglich auch dezentral zu verbrauchen.

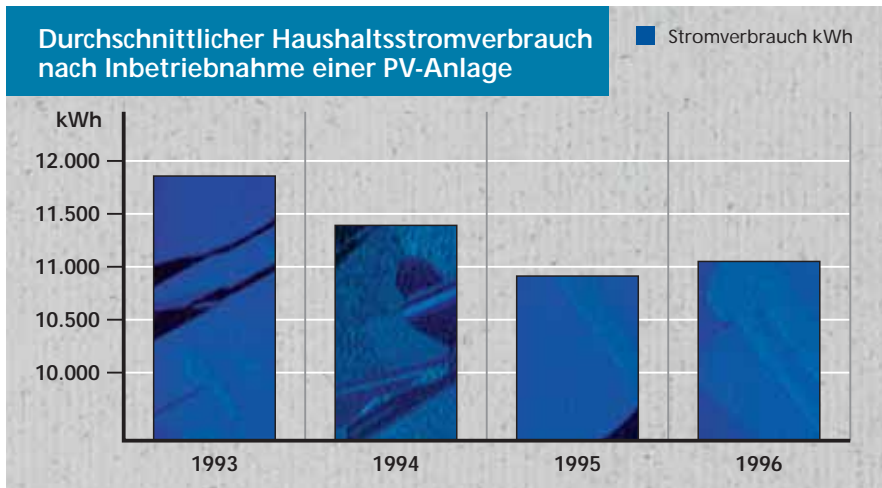
Der Breitentest zeigt deutlich, daß in Teilen der Bevölkerung eine hohe Bereitschaft besteht, in innovative und umweltfreundliche Technologien zu investieren; daß jedoch auch in Zukunft eine Unterstützung durch die öffentliche Hand zielführend ist, um die weitere Verbreitung dieser Technologie zu bewirken.



Quelle: Reinhard Haas

# DER 200-KW-PHOTOVOLTAIK-BREITENTEST

*Das Sammeln von Erfahrungswerten über das Betriebsverhalten von photovoltaischen Anlagen ist eine entscheidende Voraussetzung für die Weiterentwicklung aller Anlagenkomponenten und für die Verbreitung dieser neuen Technologie.*



Quelle: KWI  
 Der durchschnittliche Haushaltsstromverbrauch der PV-Betreiber ist in den ersten Jahren seit der Inbetriebnahme gesunken. Der Rückgang des Stromverbrauchs ist auch auf ein verändertes Benutzerverhalten zurückzuführen.

Der 200-kW-Photovoltaik-Breitentest dient der Demonstration der Anlagentauglichkeit und der Anlagenerträge von kleinen netzgekoppelten Photovoltaik-Anlagen in Österreich. Im Rahmen des begleitenden wissenschaftlichen Forschungsprogramms werden über mehrere Jahre Betriebsdaten gesammelt, ausgewertet und die Anlage bewertet. In diesem Demonstrationsprojekt werden österreichweit ca. 100 Photovoltaik-Anlagen untersucht, der Test umfaßt private Solarstromanlagen mit einer Leistung von 1 bis 3,6 kWp mit einem Gesamtumfang von ca. 200 kWp. Das Programm wurde 1992 gestartet, eine Fachjury wählte aus einer Vielzahl von eingelangten Bewerbungen 96 Anlagen aus. 1993 war bereits das ganze Breitentestvolumen ausgeschöpft, 1994 waren nahezu alle Anlagen in Betrieb.

Als Ziele wurden folgende Punkte definiert:

- Sammlung umfangreicher Betriebsdaten zur Weiterentwicklung von Anlagenkomponenten und Systemen
- Test und Bewertung des Langzeitverhaltens von Anlagen

- Ermittlung des Ersatz- und Wartungsbedarfs von Anlagen
- Optimierung der Systemtechnik von kleinen netzgekoppelten Anlagen
- Beschleunigung der Markteinführung
- Weiterentwicklung dieser Form der Energiegewinnung

Der Breitentest umfaßt drei Schritte: die Installation der Anlagen, eine Auswertung der technischen Daten, die von den Betreibern monatlich an das EVU gemeldet werden, sowie eine Intensivauswertung einiger ausgewählter Systeme. Im Rahmen der Standardmessung werden derzeit 94 Anlagen in 9 Bundesländern ausgewertet. Gemessen wird die Photovoltaik-Stromerzeugung, der Zählerstand der Lieferung ins Netz und der Zählerstand des Bezugs vom Netz. Die Zählerwerte werden gesammelt, ausgewertet, auf ihre Richtigkeit überprüft und wenn möglich kommentiert. Wesentliche Kenngrößen des Anlagenverhaltens werden rechnerisch ermittelt.

Bei der Intensivmessung werden jährlich 6 Anlagen in verschiedenen Bundesländern einer detaillierten Messung

unterzogen. Es werden zusätzlich zum Standardmessprogramm folgende Daten erhoben:

- Modultemperatur
- Lufttemperatur
- Spannung und Strom des Wechselrichters
- Leistung des Solargenerators
- Wechselrichterausgangsleistung
- waagrechte Einstrahlung und Einstrahlung in geneigte Kollektorebene

Diese Werte werden alle 15 Minuten, ein Jahr lang gemessen, auf ihre Plausibilität geprüft und gespeichert. Danach werden weitere Kennlinien und Kenngrößen der PV-Anlage ermittelt.

Der Betrieb der Anlagen verläuft im allgemeinen störungsfrei. Anlagenausfälle - so zeigte sich schon am Beginn des Breitentests - werden vor allem durch Wechselrichterprobleme verursacht. Das führte zur Initiative, einen österreichischen Wechselrichterprüfstand zu errichten. Im Auftrag des BMWV und mit Unterstützung der österr. Nationalbank konnte in den Jahren 1993 - 1994 eine Prüfeinrichtung im österreichischen Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal gebaut werden.

Bei Photovoltaiksystemen handelt es sich auch heute noch um Pilot- bzw. Demonstrationsanlagen. Ziel des Breitentests ist es, die Praxistauglichkeit dieser Anlagen zu erproben und möglichst viele Daten über das Betriebsverhalten, die Wirkungsgrade und die Zuverlässigkeit zu erhalten. Erst durch die gründliche Auswertung der Meßergebnisse wird ein Vergleich verschiedener Anlagenkonzepte möglich.



Anlage: DI Bartl, Jenbach

■ Wichtigste Erfolge in Forschung und Entwicklung der Photovoltaik waren in den letzten Jahren die Reduktion der Kosten, die Erhöhung der technischen Zuverlässigkeit, die Erhöhung der

## P E R S P E K T I V E N

### SCHLÜSSELFAKTOREN FÜR DIE WEITERE VERBREITUNG VON PV-ANLAGEN

durchschnittlichen Erträge und die zunehmende Standardisierung von Kleinanlagen. Um eine stärkere Verbreitung der Photovoltaik im Bereich der privaten Haushalte zu erreichen, müssen bestimmte Faktoren gegeben sein:

■ Eine weitere Kostenreduktion bezüglich der Anschaffungskosten einer PV-Anlage müßte erreicht werden.

- Die technische Zuverlässigkeit muß kontinuierlich verbessert werden.
- Der Anbietermarkt sollte größer und transparenter werden.
- Die positiven Erfahrungen der derzeitigen Anlagenbetreiber sollten im Sinne einer effektiven Informationsverbreitung einer größeren Öffentlichkeit vorgestellt werden.

## Z A H L E N / D A T E N / F A K T E N

### PROJEKTTRÄGER

Das begleitende wissenschaftliche Forschungsprogramm zum Photovoltaik-Breitentest wird im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Verkehr durchgeführt von: KWI (Kapusta und Wildburger Ingenieurleistungen) und dem österreichischen Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal, Elektrotechnisches Institut.  
**Projektleiter:** DI Kapusta, Ing. Scheuch

Die soziologische Begleitforschung zum 200-kW-Photovoltaik-Breitentest „Motive und Hindernisse für die Verbreitung kleiner dezentraler Photovoltaikanlagen“ wurde im Auftrag des BMWV von der GrAT Gruppe für Angepaßte Technologie an der TU Wien in Kooperation mit dem Institut für Energiewirtschaft der TU Wien durchgeführt.

**Projektleiter:** Reinhard Haas, Michael Ornetzeder

Der 200-kW-Photovoltaik-Breitentest wurde gefördert vom Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten sowie von der Energieforschungs-

gemeinschaft der Elektrizitätsversorgungsunternehmen im Verband der Elektrizitätswerke Österreichs (EFG) und vom zuständigen örtlichen Energieversorgungsunternehmen (EVU).

### PUBLIKATIONEN

*Motive und Hindernisse für die Verbreitung kleiner dezentraler Photovoltaikanlagen,*

erschieden im Rahmen der Schriftenreihe „Berichte aus der Energie- und Umweltforschung“ des BMWV, 15/97  
Erhältlich bei: PROJEKTFABRIK, Nedergasse 23, A-1190 Wien.

### INFORMATIONEN

FORSCHUNGSFORUM 1/97  
„Photovoltaik in Gebäuden“ - Internationale Forschungskooperation im Rahmen des IEA-Programms „Solar Heating and Cooling“, BMWV

Der österreichische Photovoltaik-Breitentest, Wilk, Reichel, Pink, Schneeberger, Zach, ÖZE 1993, Heft 3

### IMPRESSUM

FORSCHUNGSFORUM informiert über ausgewählte Projekte im Rahmen des Leitschwerpunktes „Zukunftsfähige Energie- und Umwelttechnologien“ des BMWV.  
Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber: Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr; Abteilung Öffentlichkeitsarbeit, Leiter: Dr. W. Fingernagel; A-1014 Wien, Minoritenplatz 5. Inhaltliche Koordination: Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien, Leiter: Dipl.Ing. M. Paula.  
Fotos und Grafiken: KWI, Reinhard Haas, Dr. Wilk. Redaktion: Projektfabrik, A-1190 Wien, Nedergasse 23.  
Gestaltung: Grafik Design Wolfgang Bledl. Herstellung: AV-Druck, A-1140 Wien, Sturzgasse 1A.

► FORSCHUNGSFORUM erscheint mindestens vierteljährlich und kann kostenlos abonniert werden bei: Projektfabrik, A-1190 Wien, Nedergasse 23. FORSCHUNGSFORUM im Internet: <http://www.bmwf.gv.at/forschungsforum>