

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 91 (2000)

Heft: 10

Artikel: Photovoltaikstatistik der Schweiz 1999

Autor: Meier, Christian / Holzner, Christian / Blum, Wilfried

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-855546>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 31.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Photovoltaikstatistik der Schweiz 1999

Bisher unangefochtene Führungsrolle der Schweiz am Wanken

Die Daten für das Jahr 1999 zeigen eine Reihe von positiven Entwicklungen, aber die ausländische Konkurrenz wächst schneller: Bei der installierten Solarstrom-Leistung konnte der positive Wachstumstrend der letzten Jahre knapp aufrecht erhalten werden. Die Schweiz bleibt damit führend bei der Photovoltaikleistung im Netzverbund pro Einwohner. Der Vorsprung gegenüber Ländern wie Deutschland und Holland, die den Solarstrom stark fördern, wird ohne Gegensteuer bald verloren sein.

■ Christian Meier, Christian Holzner und Wilfried Blum

Über 10 MW installierte Leistung

Erstmals lieferten im Jahr 1999 Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von gegen 11 MW_p Strom ins Schweizer Netz (Tabelle I). Das ehrgeizige Ziel des Programms «Energie 2000» (50 MW_p installierte Leistung) bleibt zwar in unerreichter Ferne, dennoch kann in diesem Jahr ein bescheidener Rekord bei der zusätzlich installierten Leistung gemeldet werden. Insgesamt gingen 1999 in der Schweiz etwa 120 neue Anlagen mit einer Nennleistung von total 1,8 MW_p ans Netz (Bild 1). Damit setzte sich der positive Wachstumstrend der letzten Jahre fort, obwohl die Zuwachssteigerung gegenüber 1998 deutlich zurückhaltender ausfiel. Ende 1999 waren in der Schweiz rund 1220 Photovoltaik-Netzverbundanlagen in Betrieb. Da diese Zahlen auf

Befragungen basieren, sind sie mit einer gewissen Unsicherheit behaftet und könnten effektiv noch etwas höher liegen.

Ungünstige Witterungsverhältnisse

Der mittlere Ertrag aller im 1999 erfassten Anlagen erreichte nur knapp 770 Kilowattstunden pro installiertes Kilowatt Spitzenleistung gegenüber 860 kWh/kW_p im Vorjahr (Bild 2). Die kumulierte Stromproduktion betrug etwa 8 Mio. Kilowattstunden. Dieses im Vergleich zu den Vorjahren geringe Resultat ist im Bezug zu den aussergewöhnlichen Wetterverhältnissen im 1999 zu sehen. Die mittlere Sonneneinstrahlung lag 1999 rund 5% unterhalb des langjährigen Mittels (Bild 6). Dieses Einstrahlungsdefizit



1999 gingen in der Schweiz rund 120 neue PV-Anlagen ans Netz (im Bild Anlage Migros Limmatplatz/Zürich; Photo energiebüro/Peter Eichenberger).

führte natürlich direkt zu Ertragsverlusten bei den Solaranlagen. Auch die Jahrhundertssneefälle im Februar 1999 scheinen ein wichtiger Faktor für die geringe Solarstromproduktion zu sein. Etwa 20% der Solaranlage-Betreiber meldeten Ertragsausfälle von teilweise über einem Monat Dauer durch Schneebedeckung der Anlagen. Schliesslich hatte auch der schwere Orkan «Lothar» nach Weihnachten vereinzelte Produktions-

Adressen der Autoren

Christian Meier, dipl. Ing. HTL
Christian Holzner, Umwelt-Natw. ETH
energiebüro
Limmatstrasse 230
8005 Zürich
christian.meier@energieburo.ch
christian.holzner@energieburo.ch
www.energieburo.ch

Wilfried Blum, dipl. Ing.
Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen VSE
Gerbergasse 5
Postfach 6140
8023 Zürich
vse@strom.ch
www.strom.ch

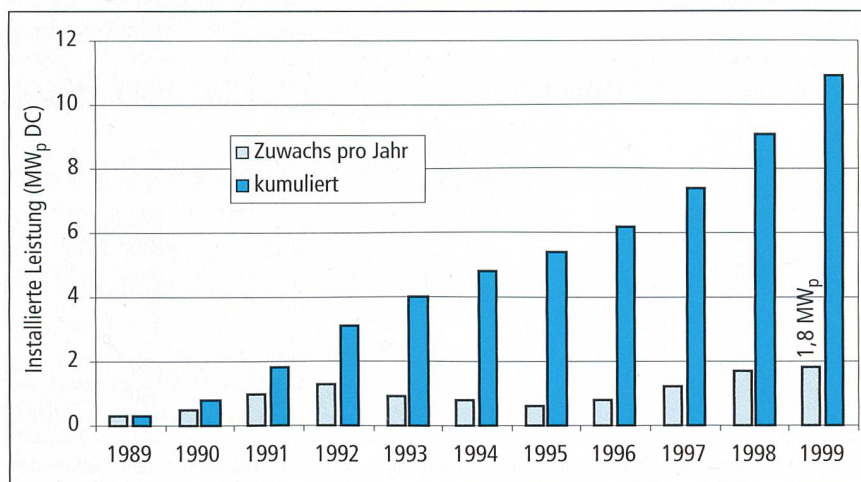


Bild 1 Jährlicher Zuwachs sowie kumulierte Leistung der PV-Anlagen im Netzverbund. Ende 1999 waren etwa 1200 Anlagen mit rund 10,9 MW_p Gesamtleistung am Netz. Der positive Wachstumstrend der letzten drei Jahre setzte sich fort; der Zuwachs von 1998 wurde aber nur geringfügig übertroffen und das Ziel von «Energie 2000» (50 MW_p installierte Leistung) bleibt in weiter Ferne.

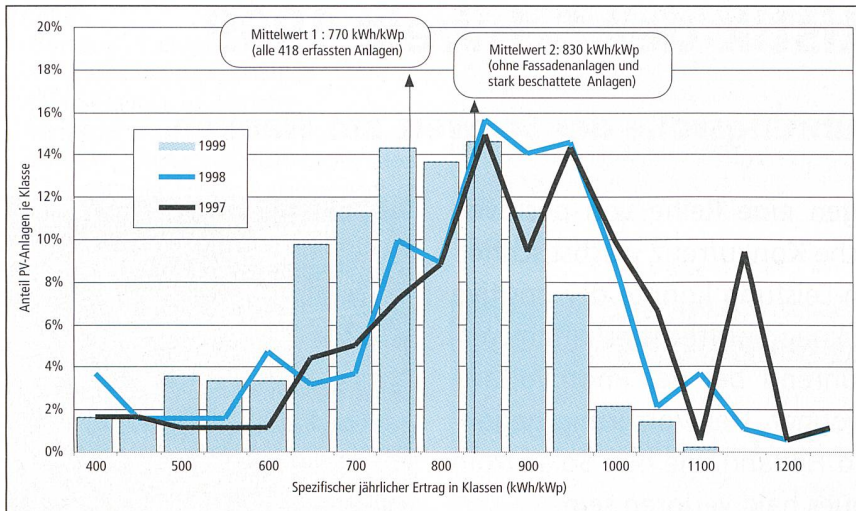


Bild 2 Die spezifischen Erträge der Photovoltaikanlagen 1999 in Kilowattstunden pro installiertes Kilowatt (kWh/kW_p), aufgeteilt in 50-kWh/kW_p-Klassen. Der Mittelwert liegt bei etwa 770 kWh/kW_p. Der Ertrag im 1999 war wegen ungünstiger Witterung deutlich geringer als in früheren Jahren. Zum Vergleich sind die Kurven der Vorjahre 1997 und 1998 dargestellt.

unterbrüche zur Folge. Es wurden zwar keine direkten Orkanshäden an Photovoltaikanlagen gemeldet, aber die vom Unwetter verursachten Stromunterbrüche verunmöglichten bei einigen Anlagen die Netzeinspeisung.

Der tiefe Wert für den durchschnittlichen Ertrag aller erfassten Anlagen ist insofern nicht ganz repräsentativ, dass dabei auch nicht optimierte Anlagen (z. B. mit starker Beschattung oder Fassadenanlagen) berücksichtigt wurden. Dadurch wird der Durchschnitt deutlich nach unten verschoben. In Bild 3 sind die effektiven mittleren Erträge unter Vernachlässigung der Anlagen mit extrem niedriger Produktion dargestellt. Für eine hochwertige Anlage an einem guten Standort kann also auch unter sehr ungünstigen Wetterbedingungen mit einem

jährlichen Ertrag von über 800 kWh/kW_p gerechnet werden [1].

Internationale Entwicklung

Im internationalen Vergleich stehen die Warnzeichen für die anwendungsorientierte Führungsrolle der Schweiz auf Rot: Anfang der neunziger Jahre führte die Schweiz sogar gemessen an der absolut installierten Solarstrom-Leistung unangefochten die Weltspitze an. Während der letzten Jahre konnte die Schweiz ihre Spitze immerhin bei der Pro-Kopf-installierten Solarstromleistung halten (Bild 4). Durch zukunftsweisende Förderprogramme wie in Deutschland – dort werden seit 1. April dieses Jahres 99 Pfennige pro Kilowattstunde vergütet – wird

Jahr	Anzahl Anlagen per Ende Jahr kumuliert	Zuwachs Nenn- leistung pro Jahr (MW _p DC)	Nennleistung per Ende Jahr kumuliert (MW _p DC)	Stromproduk- tion pro Jahr kumuliert (MWh)	Effektiver mittlerer Ertrag (kWh/kW _p)
1989	60	0,3	0,3	–	–
1990	170	0,5	0,8	400	–
1991	380	1,0	1,8	1100	–
1992	490	1,3	3,1	1800	800
1993	600	0,9	4,0	3000	810
1994	680	0,8	4,8	3500	800
1995	740	0,6	5,4	4000	815
1996	820	0,8	6,2	4700	825
1997	950	1,2	7,4	6000	880
1998	1100	1,7	9,1	7100	860
1999	1220	1,8	10,9	7700	770

Tabelle 1 Der Beitrag der Photovoltaik zur Stromerzeugung in der Schweiz seit 1989. Im Jahr 1999 wurden rund 120 neue Anlagen mit einer Nennleistung von insgesamt 1,8 MW_p in Betrieb genommen. Die installierte Gesamtleistung stieg auf 10,9 MW_p. Der effektive mittlere Ertrag fiel 1999 wegen den ungünstigen Witterungsbedingungen deutlich geringer aus als in den Vorjahren. Bei der Berechnung der Stromproduktion 1999 ist der reduzierte Beitrag der erst im Verlauf des Jahres erstellten Anlagen berücksichtigt.

PV-Anlage-Betreiberinnen und -Betreiber gesucht

Um eine möglichst aussagekräftige und repräsentative Statistik erstellen zu können, sind wir auf Sie als AnlagenbetreiberIn angewiesen. Falls Sie die Daten Ihrer Anlage zur Verfügung stellen möchten, schreiben Sie an folgende Adresse: VSE, Frau Martina Huber, Postfach 6140, 8023 Zürich, martina.huber@strom.ch. Selbstverständlich werden Ihre Daten vertraulich behandelt. Am Ende jeden Jahres werden Sie Erfassungsformulare erhalten, auf der Sie die Ertragsdaten Ihrer Anlage eintragen können. Schon jetzt besten Dank für Ihre Mitarbeit.

die Führungsrolle der Schweiz wie unlängst schon in anderen Technologien nunmehr eine Frage der Zeit sein [2 und 3].

Wechselrichter

Entscheidend für den Ertrag von Solaranlagen ist in erster Linie der Wirkungsgrad der Module und ihre Orientierung (Ausrichtung, Beschattung, Anstellwinkel). Im täglichen Betrieb spielt aber auch die Verfügbarkeit des Wechselrichters eine wichtige Rolle. Ein Ausfall des Wechselrichters stoppt die gesamte Stromproduktion. Deshalb ist es wichtig, solche Ausfälle schnell zu erkennen und zu beheben.

Die Wechselrichter Verfügbarkeit lag 1999 wie im Vorjahr bei über 97% (Bild 5). Von den 242 erfassten Anlagen wiesen 63 Anlagen Ausfälle auf, das entspricht 26%. Hochgerechnet hatte jede erfasste Anlage einen durchschnittlichen Wechselrichterausfall von knapp zehn Tagen. Betrachtet man nur die von Ausfällen betroffenen Anlagen, dauerte ein Wechselrichterausfall im Durchschnitt 37 Tage. Der Anteil der von Ausfällen

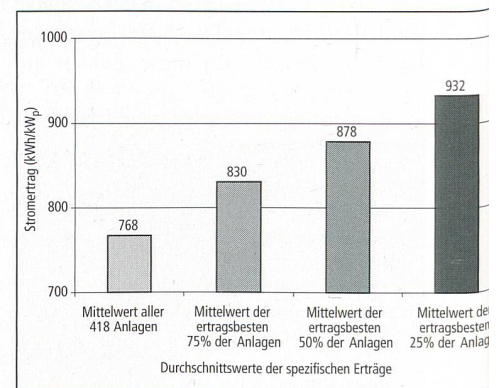


Bild 3 Mittelwerte der spezifischen Erträge. Bei Vernachlässigung der Anlagen mit geringer Produktion (überdurchschnittliche Beschattung, Fassadenanlage usw.) steigt der Mittelwert der spezifischen Erträge stark an. Auch bei sehr ungünstigen Witterungsbedingungen wie im 1999 liefern Solarstromanlagen ohne schwerwiegende Störfaktoren über 800 kWh/kW_p.

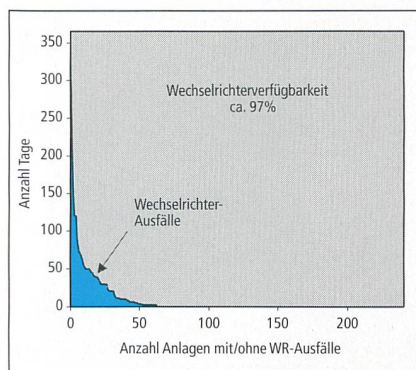


Bild 5 Die Verfügbarkeit der Wechselrichter betrug dieses Jahr über 97%; dies entspricht dem Wert der Vorjahre. Die Verfügbarkeit der Wechselrichter scheint sich auf einem erfreulich hohen Niveau zu stabilisieren.

betroffenen Anlagen und die mittlere Ausfalldauer blieb in den letzten Jahren relativ konstant, und dies auf einem erfreulich tiefen Niveau. Daraus kann geschlossen werden, dass die heute eingesetzten Wechselrichter im Allgemeinen von guter Qualität sind und sehr verlässlich arbeiten. Da diese Werte aus Befragungen stammen und nicht auf Messungen beruhen, muss aber davon ausgegangen werden, dass gewisse Ausfälle nicht erfasst wurden.

Schlussbemerkung

Auch in den nächsten Jahren soll die PV-Energiestatistik weitergeführt werden. Ziel ist es, die Photovoltaikentwicklung in der Schweiz genau zu verfolgen und auf internationaler Ebene zu vergleichen. Die energiepolitischen Abstimmungen im Herbst 2000 und ihr Einfluss auf die Anwendung der Photovoltaik in der Schweiz werden ein spannendes Thema der Statistiken der nächsten Jahre bilden.

Dieser Beitrag ist durch die Unterstützung des Bundesamtes für Energie (BFE)

Dank

Die Autoren danken allen Personen und Stellen für die Unterstützung zur Bereitstellung der Daten, insbesondere den über 200 Betreiberinnen und Betreiber von PV-Anlagen und allen PV-Importeuren und -Installateuren. Ein besonderer Dank gebührt dabei den im Solarbereich besonders aktiven Elektrizitätswerken, welche uns in diesem Jahr erstmals die Ertragsdaten aller Photovoltaikanlagen in ihrem Einzugsgebiet zur Verfügung stellten. Durch die erfreuliche Kooperation dieser Betriebe konnte die Datengrundlage zur Ermittlung des Photovoltaik-Stromertrages in der Schweiz beinahe verdoppelt werden.

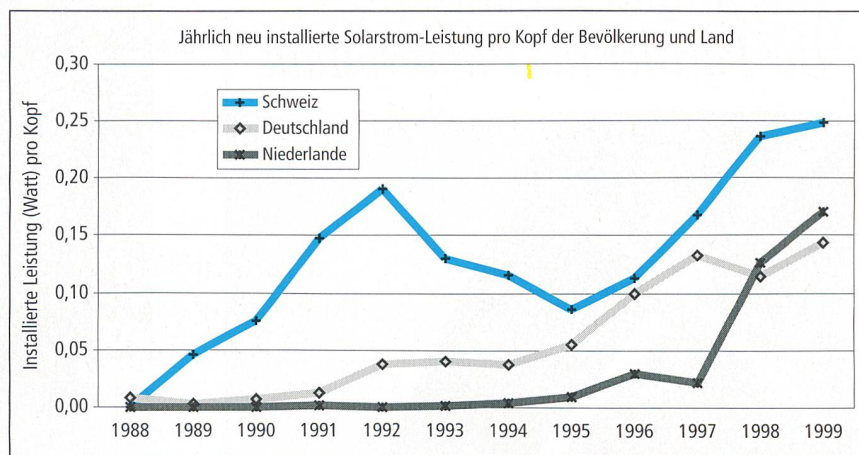


Bild 4 Entwicklung der neu installierten Solarstrom-Leistung pro Einwohner in Holland, Deutschland und der Schweiz. War die Schweiz Anfang der Neunzigerjahre noch absolute Weltspitze, so holen Holland und Deutschland schnell auf.

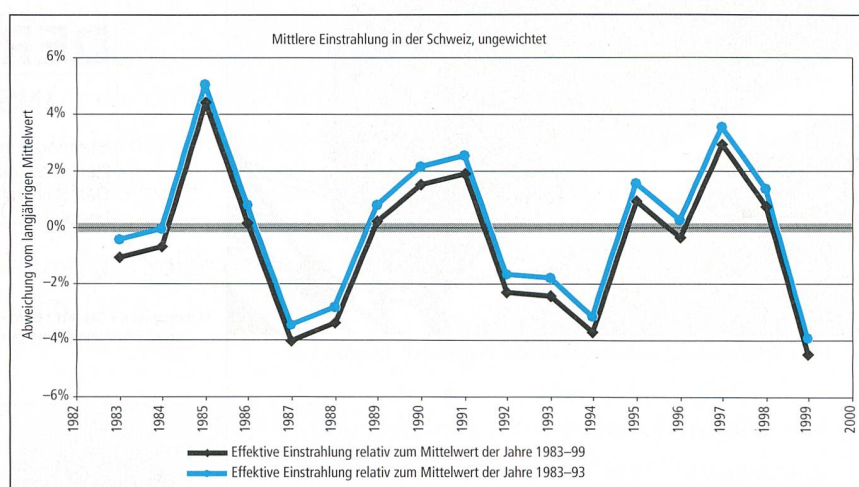


Bild 6 Verlauf der über die Schweiz gemittelten Einstrahlung der letzten 15 Jahre. Die Einstrahlung war 1999 deutlich tiefer als im Vorjahr und lag rund 5% unter dem langjährigen Mittel. Dabei bestehen grosse regionale Unterschiede, insbesondere die Alpengebiete erhielten 1999 nur gut 90% der normalen Einstrahlung.

und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE) für das Projekt «Energiestatistik und Qualitätssicherung von Photovoltaikanlagen» entstanden. Für die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren verantwortlich.

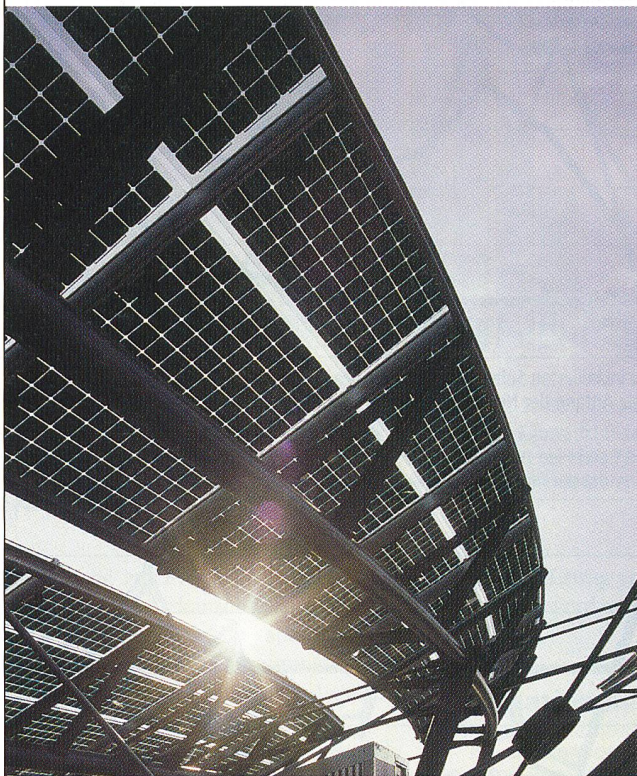
Referenzen

- [1] Monatliches Strahlungsbulletin ESTRADA www.energieburo.ch/produkte.
- [2] Persönliche Mitteilung T. Schoen, Ecofys, NL, März 2000
- [3] Persönliche Mitteilung P. Sprau, WIP, D, April 2000.

Statistique suisse de l'énergie solaire 1999

Des installations photovoltaïques d'une puissance totale supérieure à 10 MW_p ont injecté en 1999 de l'électricité dans le réseau d'approvisionnement suisse. L'objectif certes ambitieux du programme fédéral Energie 2000 est toutefois encore loin d'être atteint; un nouveau record n'en a pas moins été enregistré pour la puissance supplémentaire installée. Quelque 120 nouvelles installations photovoltaïques d'une puissance nominale totale de 1,8 MW_p ont été raccordées au réseau en 1999. L'évolution positive des dernières années s'est ainsi maintenue, et ce malgré le fait que la tendance à l'augmentation ait été nettement moins dynamique qu'en 1998. A la fin de 1999, quelque 1220 installations photovoltaïques d'une puissance de pointe de 10,9 mégawatts étaient raccordées en Suisse au réseau.

Electrowatt Engineering Ihr Partner für Photovoltaik



Der 100 kWp-Solargenerator des Solgärden-Projekts in Kolding DK

Wir verfügen über langjährige Erfahrung und spezialisiertes Know-how mit Photovoltaik-Projekten, die höchsten Ansprüchen genügen, und beraten Sie bei der architektonisch sorgfältig abgestimmten Bauintegrationen von Solargeneratoren.

Zu unseren Dienstleistungen zählen:

- Standortbeurteilungen
- Gutachten, Machbarkeitsstudien
- Planung, Projektierung und Projektleitung
- Baumanagement von Gesamtprojekten
- Anlagenüberwachung
- Messung und Auswertung von Energiesystemen

Kontaktperson Photovoltaik ist Herr Toni Kälin.

E-Mail: toni.kalin@ewe.ch

Electrowatt Engineering AG
Hardturmstrasse 161, Postfach
8037 Zürich/Schweiz
Telefon 01-355 55 55
Telefax 01-355 55 56

**ELECTROWATT
ENGINEERING**
Ein Unternehmen der Jaakko Pöyry Gruppe

SUNSLATES™-Solarschieferdach, Spital Burgdorf, 60 kW



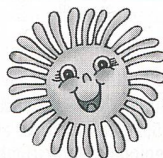
DER WEG INS SOLARZEITALTER

Stromerzeugende Baumaterialien ersetzen herkömmliche Dacheindeckungen!

Das Solarschiefersystem SUNSLATES™ räumt alle Vorbehalte bezüglich der Optik von Solarstrom-Anlagen aus.

Lindenrain 4 • CH-3012 Bern • Tel./Fax: 031 300 32-80/-90
e-mail: info@atlantisenergy.ch • www.atlantisenergy.com

ATLANTIS SOLAR SYSTEME AG



Ihr Partner für Solartechnik

- Solarmodule
- Laderegler
- Solarteichpumpen
- Ventilatoren
- DC/DC-Wandler
- Sonnenkocher/Dörrer
- Kompakte Sparlampen 12/24 V E27
- Spez. Gleichstromstecker für Solaranlagen
- 12V-Aussenlampen mit Bewegungsmelder
- Praktische Hand- und Taschenlampen
- Solarbatterien
- Neonröhren
- Solarviehhüter
- Wechselrichter
- Solarmobil-Akkus
- Zeitschalter 12 Volt
- 12V-Kühlschränke

Neu

Montageziegel für Solarmodule und Sonnenkollektoren in verschiedenen Formen und Farben

Realisierung von Insel- und Netzverbundanlagen sowie Spezialanfertigungen.

Interessante Konditionen für Wiederverkäufer!

Verlangen Sie den 56seitigen Solarkatalog.

Neuheit: Solardusche für Camping, Schrebergarten, Swimmingpool und Ferienhaus.

S O L A R
neogard

Ihr Partner für Solartechnik:
Neogard AG

Abt. Solar- und Energietechnik
Oberkulmerstrasse, 5728 Gontenschwil
E-Mail: info@neogard.ch
Internet: <http://www.neogard.ch>

Telefon: 062 767 00 50
Telefax: 062 767 00 67