

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: 90 (1999)

Heft: 10

Artikel: Photovoltaikstatistik 1998 : grösser je erreichter Zuwachs

Autor: Meier, Christian / Konersmann, Lars / Blum, Wilfried

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-901938>

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: 06.02.2025

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

Photovoltaikstatistik 1998

Grösster je erreichter Zuwachs

Aus photovoltaischer Sicht war 1998 ein sehr erfolgreiches Jahr. Mit rund 1,7 MW_p installierter Leistung aus rund 150 neuen Anlagen war der Zuwachs grösser als je zuvor. Seit Ende 1998 speisen in der Schweiz rund 1100 Solarstromanlagen mit insgesamt 9,1 MW_p Leistung ökologischen Strom in das öffentliche Netz ein. Die Schweiz bleibt somit deutlich das Land mit der höchsten installierten Solarstrom-Leistung pro Einwohner. Diese Zahlen gelten jedoch ausschliesslich für netzgekoppelte Anlagen. Dank guter Sonneneinstrahlung erreichte der gemittelte spezifische Ertrag der Anlagen rund 860 Kilowattstunden pro installiertes Kilowatt Spitzenleistung. Das Ziel des Programmes «Energie 2000» (50 MW_p) wird kaum noch erreicht werden können, löst doch der neue Spitzenwert nur den bereits schon 1992 erreichten Spitzenzuwachs von 1,3 MW_p ab.

■ Christian Meier, Lars Konersmann und Wilfried Blum

Zuwachs so gross wie noch nie

Im Jahr 1998 wurde erstmals die Grenze von 1000 PV-Anlagen (Photovoltaikanlagen), die im Netzverbund betrieben werden, überschritten. Total kamen 1998 etwa 150 Anlagen mit rund 1,7 MW_p Nennleistung neu hinzu (Bild 1). Dieser neue Wachstumsrekord bestätigt die po-

sitive Solarstrom-Entwicklung der letzten beiden Jahre (Tabelle I). Mittlerweile sind in der Schweiz 1100 Anlagen in Betrieb; ihre Stromproduktion betrug rund 7 Mio. Kilowattstunden. Die mittlere Sonneneinstrahlung war 1998 zwar nicht so hoch wie im Rekordjahr 1997, lag aber immer noch etwa 2% über dem langjährigen Mittel. Der effektive mittlere Ertrag aller Anlagen betrug 858 Kilowattstunden pro installiertes Kilowatt Spitzenleistung (Bild 2).

Dieser Durchschnittswert ist mit Vorsicht zu geniessen, da er sich unter anderem auch aus ertragsmässig nicht optimierten Anlagen zusammensetzt wie zum Beispiel Anlagen mit starker Beschattung oder Fassadenanlagen. Dadurch wird der Durchschnitt stark nach unten verschoben. In Bild 3 sind die effektiven mittleren Erträge unter Vernachlässigung der Anlagen mit niedriger Produktion dargestellt. Erwartungsgemäss steigen die Durchschnittswerte dabei sofort an. Sofern gute Bedingungen für den Bau einer Solarstromanlage gegeben sind, kann mit einem jährlichen Ertrag von 900 kWh/kW_p und mehr gerechnet werden.

Internationale Entwicklung

Auch 1998 hat die Schweiz ihren Spitzenplatz als Land mit der höchsten installierten Leistung pro Einwohner beibehalten können. Mit 30% Wachstumssteigerung gegenüber dem Vorjahr befindet sich Solarenergie momentan im Aufwind. Die grossen Wachstumsziele der Länder wie Deutschland, Holland oder Japan wurden jedoch noch nicht erreicht (Bild 4). In Deutschland kam es 1998 sogar zu einem Einbruch von 30%. Auch weltweit ist die PV-Wachstumsrate wegen der Asienkrise gesunken; das Marktwachstum sank von 37% (1997) auf 15%

Adressen der Autoren

Christian Meier, dipl. Ing. HTL
Lars Konersmann, Umwelt-Natw. ETH
energiebüro
sustainable energy consulting
Wasserwerkstr. 93
8037 Zürich
E-Mail: eb@energiebuero.ch

Wilfried Blum, dipl. Ing.
Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
VSE
Gerbergasse 5
Postfach 6140
8023 Zürich
E-Mail: vse@strom.ch



Bild 1 Jährlicher Zuwachs sowie kumulierte Leistung bei PV-Anlagen im Netzverbund. Ende 1998 waren 9,1 MW_p installierte Leistung am Netz. Der positive Wachstumstrend der letzten beiden Jahre setzte sich weiterhin fort; die 1998 installierten 1,7 kW_p entsprechen einem neuen Rekord.

Jahr	Anzahl Anlagen per Ende Jahr kumuliert	Zuwachs Nennleistung pro Jahr (MW _p DC)	Nennleistung per Ende Jahr kumuliert (MW _p DC)	Stromproduktion pro Jahr kumuliert (MWh)	Effektiver mittlerer Ertrag aller Anlagen (kWh/kW _p)
1989	60	0,3	0,3		
1990	170	0,5	0,8	400	
1991	380	1	1,8	1100	
1992	490	1,3	3,1	1800	800
1993	600	0,9	4	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	858

Tabelle 1 Der Beitrag der Photovoltaik zur Stromerzeugung in der Schweiz seit 1989. Im Jahre 1998 wurden rund 150 neue Anlagen mit 1,7 MW_p Nennleistung in Betrieb genommen. Die installierte Gesamtleistung stieg auf 9,1 MW_p. Bei der Berechnung der Stromproduktion 1998 ist der reduzierte Beitrag der erst im Verlauf des Jahres erstellten Anlagen berücksichtigt.

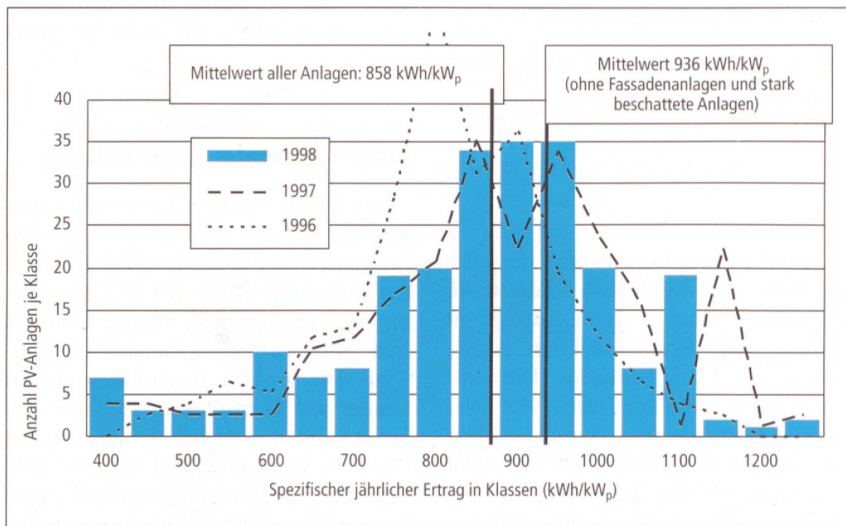


Bild 2 Die spezifischen Erträge der Photovoltaikanlagen 1998 in Kilowattstunden pro installiertes Kilowatt (kWh/kW_p), aufgeteilt in 50-kWh/kW_p-Klassen. Der Mittelwert liegt bei rund 858 kWh/kW_p. Als Vergleich sind die Kurven der Vorjahre 1996 und 1997 aufgezeichnet.

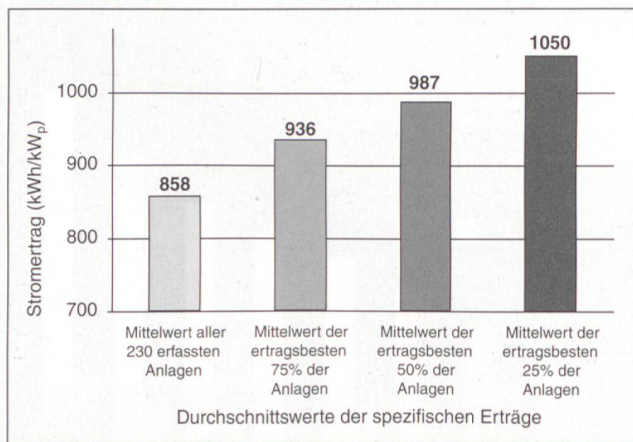


Bild 3 Mittelwerte der spezifischen Erträge. Die Graphik zeigt, dass bei Vernachlässigung der Anlagen mit geringer Produktion (überdurchschnittliche Beschattung, Fassadenanlage usw.) der Mittelwert der spezifischen Erträge stark ansteigt. Heutzutage liefern Solarstromanlagen ohne schwerwiegende Störfaktoren 900 kWh/kW_p und mehr.

(1998). Für 1999 wird jedoch erwartet, dass sich die Wachstumsrate wieder auf dem hohen Niveau von 1997 einpendeln wird. 1999 sind weltweit zahlreiche För-

derungsprogramme für Solarstrom angekündigt. Zum Beispiel ist in der EU ein Projekt für 20 Milliarden Euro geplant, das 500 000 Solardächer und Solarfassa-

den in Europa und weitere 500 000 Anlagen in Entwicklungsländern vorsieht. Auch in Japan stehen grosse Pläne in Aussicht. Es ist zu hoffen, dass die vielen Programme erfolgreich umgesetzt werden können.

Langfristiges Verhalten von PV-Anlagen

Verschlechtert sich die Stromproduktion einer Anlage mit zunehmendem Alter? Eine wichtige Frage, die bis jetzt noch nicht vollständig geklärt ist. Heutzutage rechnet man bei PV-Anlagen mit einer Betriebsdauer von 25 bis 30 Jahren. Im Bild 5 ist die relative Produktion von 25 Anlagen über eine Zeitspanne von 7 kompletten Betriebsjahren aufgezeichnet. Die graphische Darstellung der Daten deutet darauf hin, dass die Erträge von Solarstromanlagen im Laufe der Zeit tatsächlich leicht abnehmen. Einzig der Wert aus dem Jahre 1994 widerspricht dieser Vermutung. Um genauere Aussagen über das langfristige Verhalten von Solarstromanlagen machen zu können, werden weitere Untersuchungen nötig sein. Da Photovoltaik eine relativ neue Form der Energiegewinnung ist, sind Daten aus früheren Jahren noch nicht sehr zahlreich. Nur dank der Mithilfe aller Anlagenbetreiber, die alljährlich ihre Daten zur Verfügung stellen, ist es möglich, neue Erkenntnisse zu gewinnen.

Wechselrichter

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

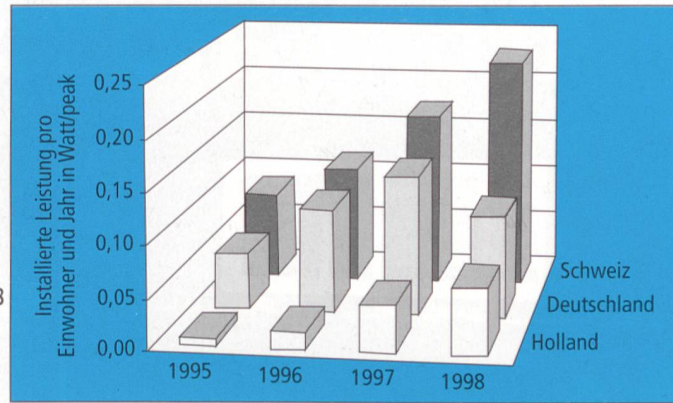
Die Wechselrichter Verfügbarkeit lag 1998 gleich wie im Vorjahr bei 97% (Bild 6). Von den 194 erfassten Anlagen wiesen gesamthaft 51 Anlagen Ausfälle auf, das entspricht 26%. Hochgerechnet hatte jede Anlage einen durchschnittlichen Wechselrichterausfall von 10 Tagen. Betrachtet man nur die von Ausfällen betroffenen Anlagen, dauerte ein Wechselrichterausfall im Durchschnitt 38 Tage. Da diese Zahlen aus Befragungen stammen, könnte die Dunkelziffer noch höher sein.

PV-Anlagen-Betreiberinnen und -Betreiber gesucht:

Um eine möglichst aussagekräftige und repräsentative Statistik zu veröffentlichen, sind wir auf zahlreiche Anlagendaten angewiesen. Falls Sie Ihre Daten zur Verfügung stellen möchten, schreiben Sie an folgende Adresse:

VSE, Frau Martina Huber, Postfach 6140, 8023 Zürich. Selbstverständlich werden Ihre Daten vertraulich behandelt. Am Ende jeden Jahres werden Sie eine vorfrankierte Postkarte erhalten, auf der Sie die produzierten Kilowattstunden Ihrer Anlage eintragen können.

Bild 4 Entwicklung der installierten Solarstrom-Leistung pro Einwohner von Holland, Deutschland und der Schweiz. In der Schweiz setzte sich das starke Wachstum im Bereich Photovoltaik auch 1998 weiter fort. In Deutschland hingegen kam es 1998 zu einem schweren Einbruch.



Dank

Dank der Mithilfe von Solaranlagenbetreibern und Anlageinstallateuren, die uns ihre Daten zur Verfügung stellen, werden jedes Jahr neue Erkenntnisse gewonnen. Die Autoren danken allen Personen und Stellen für die Unterstützung zur Bereitstellung der Daten, insbesondere den über 200 Betreiberinnen und Betreibern von PV-Anlagen in der Schweiz, allen Importeuren und Installateuren sowie den im Solarstrom besonders aktiven Elektrizitätswerken.

Schlussbemerkung

Auch in den nächsten Jahren soll die PV-Energiestatistik weitergeführt werden. Ziel ist es, die Photovoltaikentwicklung in der Schweiz genau zu verfolgen (Bild 7) und auf internationaler Ebene zu vergleichen. Da für 1999 international zahlreiche Förderungsprogramme in Aussicht stehen, wird es in der nächsten PV-Energiestatistik viel Neues zu berichten geben.

Dieser Beitrag ist durch die Unterstützung des Bundesamtes für Energie (BFE) und dem Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE) für das Projekt «Energiestatistik und Qualitätssicherung von Photovoltaikanlagen» entstanden. Für die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren verantwortlich.

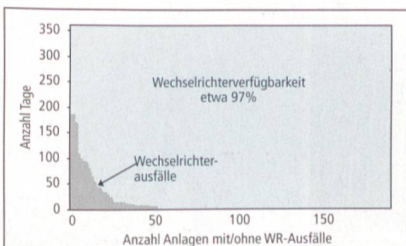


Bild 6 Die Verfügbarkeit der Wechselrichter betrug 1998 durchschnittlich 97,2%; dies entspricht dem Wert vom Vorjahr. Von den 192 erfassten Anlagen waren 51 Anlagen von Wechselrichter-ausfällen betroffen, das heisst 26,5% aller Anlagen.

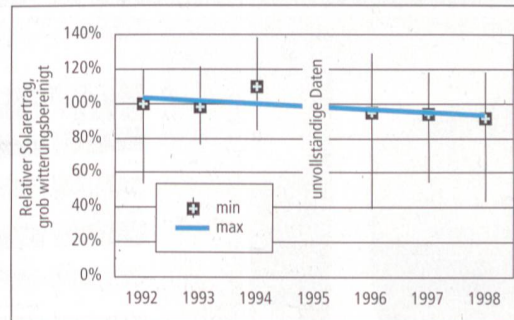


Bild 5 Zeitlicher Verlauf des relativen Anlageertrages.

Die Trendlinie weist auf eine Abnahme des relativen Ertrages mit zunehmendem Alter der Anlagen hin. Die Messresultate stammen von 25 unabhängigen PV-Anlagen, deren Erträge vom Januar 1992 bis zum Dezember 1998 festgehalten worden sind. Um die Anlagen miteinander zu vergleichen, wurde die effektive Produktion durch die zeitlich und örtlich variierende Einstrahlung dividiert (grobe Witterungsbereinigung).

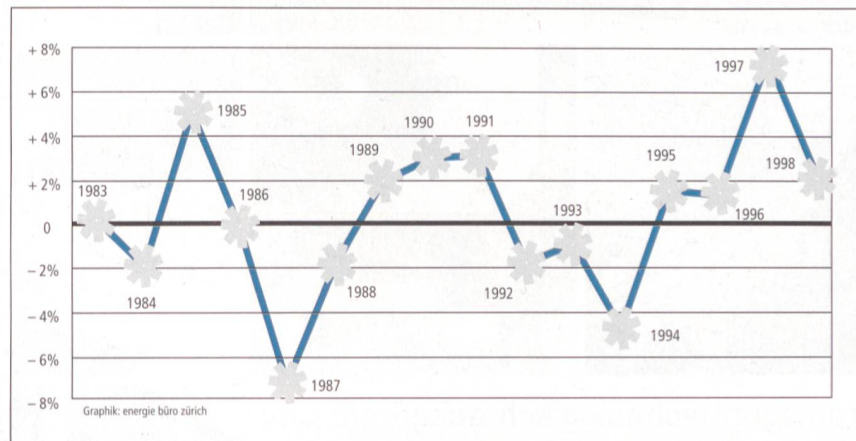


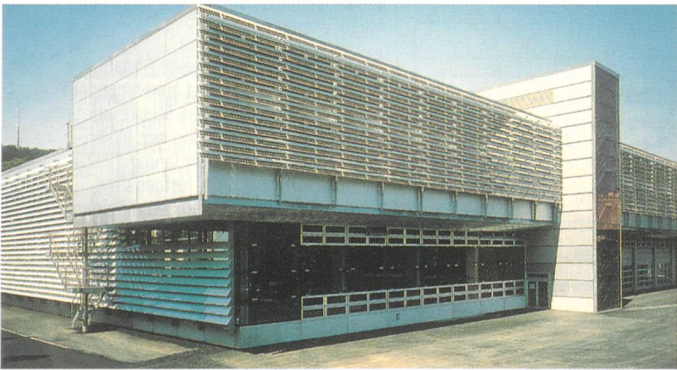
Bild 7 Verlauf der über die Schweiz gemittelten und nach PV-Anlagestandorten gewichteten Einstrahlung der letzten 15 Jahre. Die Einstrahlung war 1998 tiefer als im Vorjahr, lag aber trotzdem noch 2% über dem langjährigen Mittel. Detaillierte Untersuchungen zeigen, dass dies nicht für die ganze Schweiz gilt und regional grosse Unterschiede bestehen können.

Statistique de l'énergie solaire 1998

Augmentation record

1998 a enregistré de très bons résultats sur le plan photovoltaïque. Quelque 150 nouvelles installations photovoltaïques d'une puissance installée totale d'environ 1,7 MW_p ont été raccordées au réseau en 1998, ce qui est une valeur record. Ce sont près de 30% de plus que l'année précédente. Quelque 1100 installations photovoltaïques d'une puissance totale de 9,1 MW_p alimentent en Suisse le réseau public en électricité écologique. Quant à la puissance installée par habitant, la Suisse reste nettement leader au niveau international. Grâce au bon ensoleillement, le rendement spécifique moyen des installations a été d'environ 860 kilowattheures par kilowatt installé de puissance de pointe. L'objectif du programme fédéral Energie 2000 (50 MW_p) est encore loin d'être atteint; le développement photovoltaïque n'en est pas moins réjouissant en Suisse.

Strom aus der Sonne



Solaranlagen technologisch ausgereift und systematisch konzipiert.

FABRISOLAR ist eine der führenden Firmen für Strom aus Sonnenlicht. Wir verfügen über das beste Know-how und reiche Erfahrung mit allen heute verfügbaren Technologien. Ein Know-how, das wir in enger Zusammenarbeit mit den weltweit führenden Photovoltaik-Herstellern vorzu optimieren. Denn nur wer weiss, was heute möglich ist, kann wirklich individuelle Lösungen anbieten und Qualität garantieren. Als einziges Schweizer Unternehmen der Branche ist FABRISOLAR ISO 9001 zertifiziert und auch die deutsche Tochter Creaglas GmbH, wo Lamine bis 1.5 x 2.5 m für Fassaden und Dachintegration hergestellt werden, verfügt über den europäischen ISPRA-Attest IEC 61215.

Solaranlagen sind Vertrauenssache – wählen Sie deshalb für Ihr Projekt FABRISOLAR – der Partner, der Ihnen den höchsten Investitionsschutz bietet. Ob fürs Ferienhaus weitab vom Stromnetz, fürs Boot oder für eine professionelle Netzverbundanlage in beliebiger Grösse: FABRISOLAR verdient Ihr Vertrauen und garantiert Ihnen perfektes Engineering und optimalen Leistungsertrag.



FABRISOLAR
FABRIKATION TECHNIK INTEGRATION

FabriSolar AG
Untere Heslibachstrasse 39, CH-8700 Küsnacht
Tel. 01 - 914 28 80, Fax 01 - 914 28 88