

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:	83 (1992)
Heft:	10
Artikel:	Betriebsenergien 1991 einer privaten 3-kW-Photovoltaikanlage
Autor:	Eisenring, M.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-902830

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 08.01.2026

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

Betriebsenergien 1991 einer privaten 3-kW-Photovoltaikanlage

M. Eisenring

Die hier beschriebene Installation, eine der ersten privaten 3-kW-Photovoltaikanlagen in der Schweiz, ist seit Juni 1989 in Betrieb. Nachdem vor einem Jahr die Erfahrungen des Jahres 1990 beschrieben wurden, fasst der Autor mit diesem Bericht einige interessante Ergebnisse des Jahres 1991 zusammen.

L'installation décrite ici, l'une des trois premières installations photovoltaïques (3 kW) privées de Suisse, est opérationnelle depuis juin 1989. Après que les expériences faites en 1990 eurent été décrites voici un an, l'auteur résume dans ce rapport quelques résultats intéressants obtenus en 1991.

Die 3-kW-Photovoltaikanlage ist auf dem Dach eines Reiheneinfamilienhauses in Niederuzwil im östlichen schweizerischen Mittelland installiert. Sie ist eine sogenannte «Standardanlage», wie sie in tausenden anderen Fällen installiert werden könnte. Die Anlage versorgt über das Jahr gesehen das ganze Haus und das Elektro-Solarmobil Stromboli mit elektrischer Energie.

Im Bulletin SEV/VSE Nr. 10 vom 22. Mai 1991 und der Sonnenenergie-Zeitschrift Nr. 3/1991 wurde die 3-kW-Photovoltaikanlage ausführlich beschrieben, wie auch die allgemeinen Betriebserfahrungen, die Datenerfassung der Anlage, die Energieproduktion und der Energieverbrauch im Einfamilienhaus und die Globalstrahlung. Auch wurde ein Vergleich der Soll-Produktion mit der Ist-Produktion gemacht, auf

Kostenaspekte und Rücklieferungstarife eingegangen und weitere interessante Feststellungen gemacht.

Allgemeine Betriebserfahrungen

Die Anlage lief 1991 wiederum einwandfrei und ohne einen einzigen Unterbruch. Auch der eingesetzte Wechselrichter (S3000) gab zu keinen Beanstandungen Anlass. Ende Sommer wurde direkt nach dem Wechselrichter zusätzlich ein Leistungsmessgerät eingebaut.

Globalstrahlungswerte 1991

Die im folgenden erwähnten Globalstrahlungswerte sind Mittelwerte der fünf Stationen St.Gallen, Güttingen,

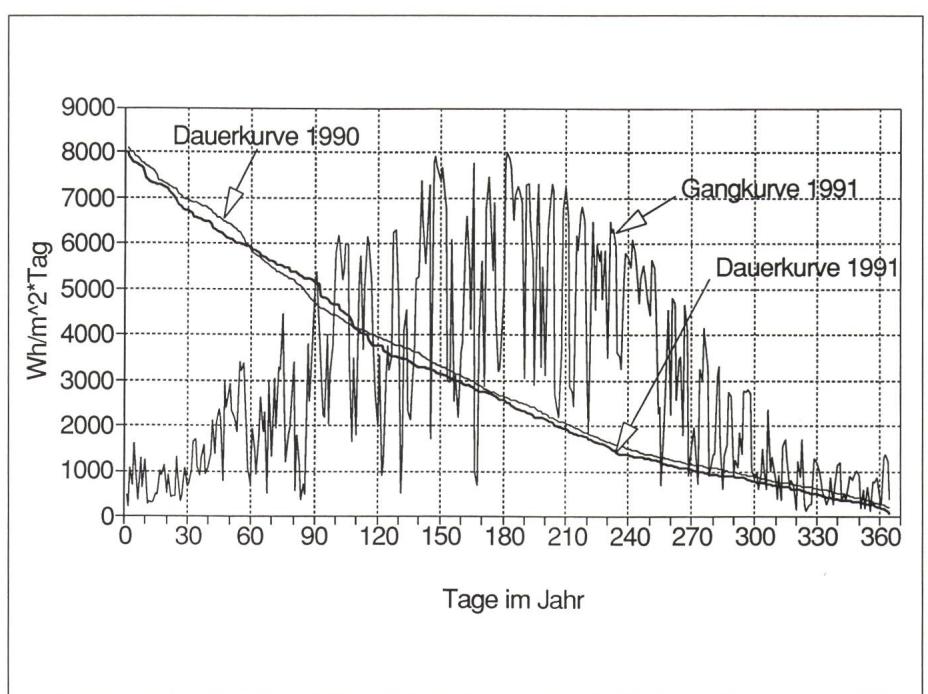


Bild 1 Globalstrahlung (Tagessummen für Uzwil)

Adresse des Autors

Markus Eisenring, Ingenieurbüro Eisenring,
Bienenstrasse 21, 9244 Niederuzwil.

Betriebserfahrungen

	nach Meteo- norm	Durch- schnitt 81–90	1990	1991
	Wh/m ²	Wh/m ²	Wh/m ²	Wh/m ²
Januar	871,0	939,0	992,2	697,4
Februar	1678,6	1631,9	1802,7	1919,3
März	2709,7	2788,4	2856,7	2109,7
April	4166,7	3841,5	3256,6	4234,3
Mai	5064,5	4714,0	5657,2	4569,6
Juni	5633,3	5195,0	4811,5	4747,8
Juli	5774,2	5451,6	5826,3	5769,4
August	4677,4	4564,4	5112,3	5151,8
September	3566,7	3263,1	3325,9	3482,6
Oktober	2096,8	1976,5	2040,2	1981,7
November	1033,3	1063,4	900,8	854,1
Dezember	709,7	740,7	768,5	662,6
1991	3165,2	3014,1	3112,6	3015,0
%	105,0%	100,0%	103,2%	100,0%

Tabelle I Tagesmittelwerte für Uzwil, Globalstrahlung [Wh/m² x Tag]

Monat	Produktion		Rücklie- ferung	Eigen- bedarf	Bezug		Verbrauch		Eta DC-AC
	1991 DC	1991 AC	(1990) AC	1991 AC	1991 AC	1991 AC	(1990) AC	1991 DC-AC	
Januar	57,10	45	94	33	12	374	386	357	0,7881
Februar	162,06	139	180	115	24	319	343	173	0,8577
März	178,16	151	241	121	30	255	285	167	0,8476
April	341,22	299	216	258	41	230	271	209	0,8763
Mai	332,49	291	369	250	41	181	222	107	0,8752
Juni	336,12	294	282	248	46	117	163	129	0,8747
Juli	411,81	365	374	308	57	150	207	181	0,8863
August	397,22	354	361	297	57	171	228	182	0,8912
September	293,00	258	247	233	25	166	191	265	0,8805
Oktober	206,65	175	189	148	27	202	229	242	0,8468
November	76,05	68	79	50	18	308	326	252	0,8941
Dezember	50,79	41	41	24	17	298	315	322	0,8072
Total 1991	2842,67	2480		2085	395	2771	3166		0,8724
%	114,60	100,0		84,1	15,9	111,7	127,7		
Winter	730,81	619	824	491	128	1756	1884	1513	0,8470
%	25,0%	33,2%	19,8%	5,2%	70,8%	76,0%	61,0%		
Sommer	2111,86	1861	1849	1594	267	1015	1282	1073	0,8812
%	75,0	74,6	64,3	10,8	40,9	51,7	43,3		
Total 1990		2673	2417	256	2330		2586		
%		107,8	97,5	10,3	94,0		104,3		

Tabelle II Energiestatistik, Einfamilienhaus [kWh/Monat]

Tänikon, Kloten und SMA. Es zeigte sich, dass dieser Mittelwert für Uzwil als relevant angenommen werden kann.

Die Globalstrahlung war im Jahre 1991 gleich gross wie der Mittelwert der Jahre 1981–1990, jedoch 3,2% kleiner als 1991 und 5% kleiner als aus den

Meteonormdaten berechnet. Auch anhand der Dauerkurven in Bild 1 können die Jahre 1990 und 1991 gut verglichen werden.

Die Globalstrahlung war 1991 meist kleiner als 1990, durchschnittlich fast 100 Wh/m² x Tag. Nur an 49 Tagen

war sie grösser, nämlich im Bereich der Einstrahlung von 4200 bis 5950 Wh/m² x Tag. An diesen Tagen war die Einstrahlung im Mittel 210 Wh/m² x Tag grösser als 1990. Aus der Gangkurve ist anhand der relativ kleinen Anzahl Spitzenwerte vom Tag 90 bis 180 deutlich das relativ schlechte Frühlingswetter und anhand der vielen Spitzenwerte vom Tag 180 bis 270 das schöne Sommerwetter zu erkennen.

Energiestatistik

Die Energieproduktion war 1991 7,8% kleiner als 1990, obwohl der Unterschied der Globalstrahlung nur 3,2% beträgt (s. Tabelle I). Die Ursachen dazu wurden nicht eindeutig bestimmt. Ein Hauptefluss war jedoch bestimmt das schöne, heisse Sommerwetter. Durch das heisse, windarme Klima waren die Solarzellen oft sehr warm. Wenn die Zellen warm sind, geht bekanntlich der Wirkungsgrad zurück, wodurch sich die Energieproduktion reduziert. Der häufige Dunst im Sommer trug dazu bei, dass das Jahr 1991, entgegen dem subjektiven Empfinden, kein so gutes Sonnenjahr war.

Der Energieverbrauch im Haus war 1991 mehr als 20% höher als 1990. Das hat vor allem mit den veränderten Gewohnheiten der Bewohner zu tun; so war die Tiefkühltruhe 1991 länger als 1990 in Betrieb und ein Raum musste aus beruflichen Gründen oft elektrisch beheizt werden. Zum Stromverbrauch trägt mit etwa 1100 kWh das Elektro-Solarmobil Stromboli, mit dem 1991 12 000 km gefahren wurden, stark bei.

Interessant ist auch der Umwandlungswirkungsgrad DC-AC, der im wesentlichen die Verluste im Wechselrichter berücksichtigt, wenn dieser in Betrieb ist. Im Sommer, bei grösserer durchschnittlicher Leistung, ist er merklich höher und beträgt im Durchschnitt 87,2%.

Leistungsmessung

Seit 14. August 1991 ist ein Leistungsmessgerät Tarigyr 600 installiert. Damit wurden erstmals Leistungswerte über eine längere Zeit gemessen. Dieses Gerät misst und registriert unter anderem 1/4-stündlich die Leistungswerte. Es wurde von der SAK (St.Gallisch-Appenzellische Kraftwerke) gratis zur Verfügung gestellt und installiert, hat eine Speicherkapazität von 40 Tagen

und wird monatlich abgelesen. Die Daten können am Computer ausgewertet werden.

Bisher wurde eine maximale Leistung von 2,1 kW registriert. Bild 2 zeigt den Verlauf der Leistung an einem schönen und an einem wechselhaften Tag im September.

Aus den viertelstündlichen Leistungswerten kann unter anderem die tägliche Energieproduktion (Tabelle III, Kolonne 4) berechnet werden.

Tabelle III zeigt die tägliche mittlere Globalstrahlung in der ersten Kolonne und den Vergleich der Soll-Produktion mit der Ist-Produktion. Die Soll-Produktion wurde aus der Globalstrahlung berechnet.

Klar zeigt sich in der Tabelle, dass bei kleiner Globalstrahlung (z.B. am 13.9. oder 30.9.) der Gesamtwirkungsgrad und dementsprechend die Energieproduktion sehr klein sind. Umgekehrt ist bei grösserer Globalstrahlung der Gesamtwirkungsgrad höher. Wenn man den Wirkungsgrad gegen die Energieproduktion oder die Globalstrahlung in einem Diagramm aufträgt, ergibt sich jedoch keine schöne Kurve.

Der DC-AC-Wirkungsgrad des Wechselrichters beträgt laut Tabelle II im September 88,05%, gemäss Tabelle III liegt der Gesamtwirkungsgrad für den Monat September jedoch bei 78,64%. Die Differenz von 9,4% ist auf andere, zusätzliche Verluste zurückzuführen. So schaltet zum Beispiel der Wechselrichter gar nicht ein, wenn die Einstrahlung gering ist, und es wird keine Energie produziert. Weitere Verlustquellen sind die Verschmutzung der Zellen, die Bedeckung der Zellen mit Schnee, Verluste in der Installation von den Solarzellen bis zum DC-kWh-Zähler und der mittleren Monatstemperatur, die möglicherweise höher war als in den Meteonormdaten vorausgesetzt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Energieproduktion der Photovoltaikanlage 1991 kleiner und der Gesamtverbrauch höher waren als 1990. Das wurde einerseits durch die witterungsbedingten Einflüsse und andererseits durch die Verbrauchergewohnheiten beeinflusst. Die zusätzlich installierte Leistungsmessung ergibt interessante neue Erkenntnisse. Man darf schon jetzt auf die Auswertung des Jahres 1992 gespannt sein, wenn erstmals die Leistungswerte über das ganze Jahr bekannt sind.

	Globalstrahlung für Uzwil	Produktion		Gesamtwirkungsgrad
		Soll	Ist	
Datum	kWh/m ² x Tag	kWh/Tag	kWh/Tag	DC-AC
01. September	5,5488	17,3750	13,95	0,8029
02. September	4,7000	14,7171	12,10	0,8222
03. September	5,2234	16,3560	12,30	0,7520
04. September	5,5426	17,3555	13,73	0,7911
05. September	5,3198	16,6579	13,33	0,8002
06. September	4,7906	15,0008	12,50	0,8333
07. September	4,4130	13,8184	9,65	0,6983
08. September	5,6482	17,6862	14,85	0,8396
09. September	5,4832	17,1695	14,28	0,8317
10. September	4,6994	14,7152	12,23	0,8311
11. September	2,2814	7,1437	4,10	0,5739
12. September	2,4360	7,6278	4,90	0,6424
13. September	0,6918	2,1662	0,50	0,2308
14. September	1,9788	6,1962	3,43	0,5536
15. September	2,7248	8,5322	5,08	0,5954
16. September	4,5486	14,2430	12,30	0,8636
17. September	2,2400	7,0141	5,13	0,7314
18. September	4,8168	15,0828	13,08	0,8672
19. September	4,7046	14,7315	13,25	0,8994
20. September	2,5660	8,0349	4,03	0,5016
21. September	3,4528	10,8118	8,55	0,7908
22. September	3,5442	11,0980	9,50	0,8560
23. September	1,7924	5,6125	2,95	0,5256
24. September	4,6736	14,6344	13,83	0,9450
25. September	4,1014	12,8427	12,40	0,9655
26. September	0,8888	2,7831	2,45	0,8803
27. September	1,4830	4,6437	2,65	0,5707
28. September	1,9672	6,1599	5,33	0,8653
29. September	1,5088	4,7245	4,65	0,9842
30. September	0,7092	2,2207	0,23	0,1036
September	104,4792	327,1557	257,26	0,7864

Tabelle III Tägliche Energieproduktion im September 1991

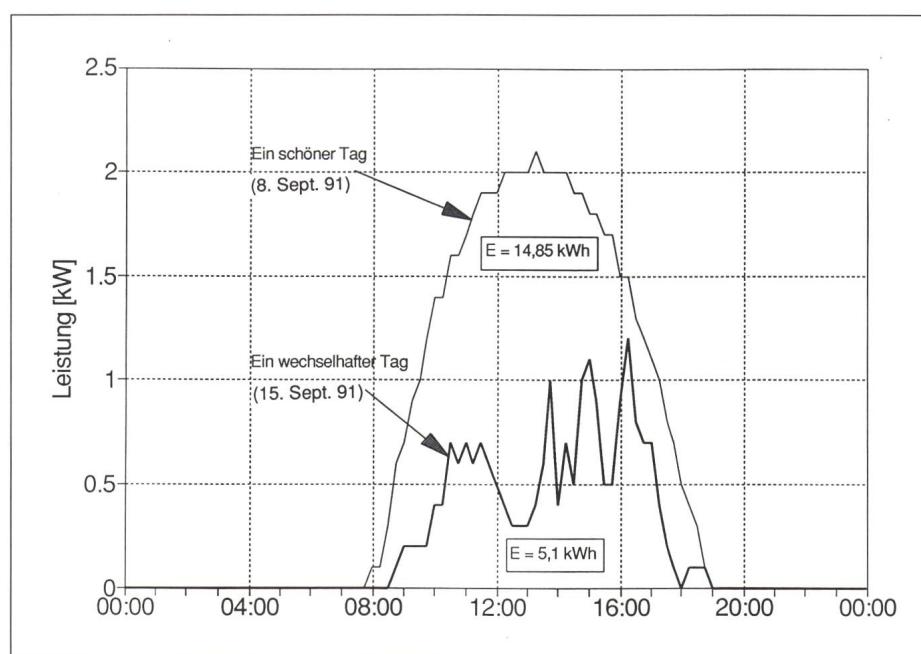
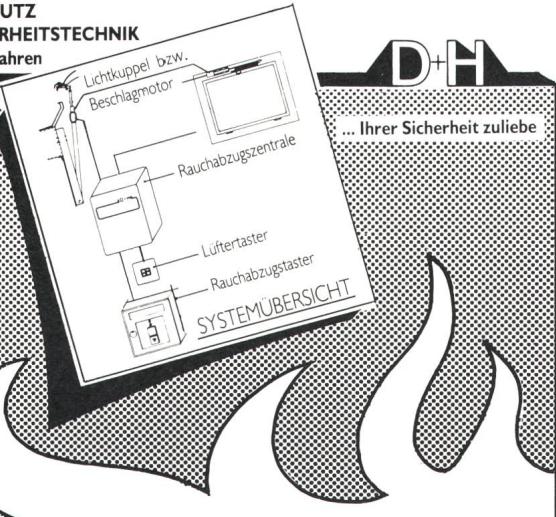


Bild 2 Tagesverlauf der Leistung

BRANDSCHUTZ
UND SICHERHEITSTECHNIK
seit über 30 Jahren



- **Entrauchen von Treppenhäusern und Hallen im Brandfall**
- **Belüften von Wintergärten**

fopo

Projektierung, Montage und Wartung von erprobten, hochtechnisierten und ausbaubaren Anlagen mit zugehöriger Steuerung in vielen Kombinationsmöglichkeiten direkt beim Schweizer Generalvertreter:

FOPPA AG CHUR Ringstrasse 35, Telefon 081 241146
Filiale Brail/Zernez, Tel. 082 72338

glas

Leisten Sie sich den Komfort, Ihren Strom umweltgerecht zu produzieren

Bewährte Systemtechnologie
aus dem Projekt
«MEGAWATT, Solarkraftwerke
für unsere Umwelt»

- Standardanlagen
Schräg- oder Flachdach, 1–10 kW
Bausatz oder schlüsselfertig
- Unterkonstruktionsbausätze
Schräg- oder Flachdach
- Voll dachintegrierte Solaranlagen
für jedes Schrägdach
- Kundenspezifische Solarmodule
für die Fassadenintegration

Verlangen Sie nähere Unterlagen bei:
Glas Trösch Solar AG, 4937 Ursenbach
Telefon 063 56 38 56, Fax 063 56 32 31

Wir eliminieren
Blindenergieverbräuche und senken damit die Kosten
kompetent und zuverlässig -seit 1965- warum nicht auch
für Sie
Blindenergiekosten

detron ag 4332 Stein
4332 Stein

Tel. 064 - 63 16 73

SOLARIUS
SYSTEMES D'ENERGIE SA

Ein kompetenter und erfahrener Partner für intelligente
und professionelle

photovoltaische Solarsysteme

SOLARIUS SYSTEMES D'ENERGIE S.A.
rue Pré-Landry, CH-2017 Boudry, Tel. 038 41 49 71 Fax 038 41 49 70

Bei uns bekommen Sie Ihren Sonnenstrom

- Planung von PV-Anlagen
- Schlüsselfertige
Netzverbundanlagen
- Komponentenlieferung
(Solarmodule)

ADEV Arbeitsgemeinschaft
für dezentrale
Energieversorgung
Postfach 550 CH-4410 Liestal Telefon 061/9219450