

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
<b>Band:</b>	82 (1991)
<b>Heft:</b>	10
<b>Artikel:</b>	Erfahrungen mit einer privaten 3-kW-Photovoltaikanlage
<b>Autor:</b>	Eisenring, M.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-902963">https://doi.org/10.5169/seals-902963</a>

### 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:** 17.01.2026

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

# Erfahrungen mit einer privaten 3-kW-Photovoltaikanlage

M. Eisenring

**Einer der ersten privaten Erbauer einer Photovoltaikanlage zieht Zwischenbilanz über die Erfahrungen mit seiner 3-kW-Anlage. Dabei kommen einige interessante Aspekte zum Vorschein. Die Anlage ist seit Juni 1989 in Betrieb und lief 1990 erstmals während eines ganzen Kalenderjahres. Der Energieertrag der Anlage wird mit verschiedenen Referenzwerten verglichen.**

**L'un des premiers constructeurs privés d'installations photovoltaïques fait un bilan intermédiaire des expériences tirées d'une installation de 3 kW, bilan qui met en évidence quelques aspects intéressants. En service depuis juin 1989, l'installation a fonctionné pour la première fois durant toute l'année 1990. Le rendement énergétique de l'installation est comparé avec diverses autres valeurs de référence.**

## Einleitung

Die Entwicklung eines eigenen Solarmóbils «Stromboli» und die Tour de Sol mit ihrer Kategorie «Netzverbund» gaben dem Autor den Anstoß, ein eigenes Solarkraftwerk zu bauen. Daneben waren noch andere Punkte massgebend, so die Überzeugung, dass diese Technik Zukunft hat und dass sie deshalb ausprobiert werden muss, um Erfahrungen zu sammeln und um sie billiger zu machen.

Diese hier beschriebene Solaranlage produziert jedoch nicht nur die Energie für Stromboli, sondern auch für das ganze Einfamilienhaus.

## Beschreibung der Solaranlage

Der von den Solarzellen produzierte Gleichstrom wird in einem Wechselrichter zu Wechselstrom umgewandelt. Die jeweils überschüssige Energie wird ins Netz der St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke (SAK) eingespeist. Die Photovoltaikanlage arbeitet deshalb im Netzverbund.

Die Solarzellen befinden sich auf dem Dach eines Doppel-Einfamilienhauses einer Reihensiedlung. Da sie nur wenig über dem Ziegeldach montiert sind, ergeben sich keine optischen Stör-

gung von 33° auf. Sie sind 12...15 cm über dem Ziegeldach montiert, was eine natürliche Hinterlüftung ergibt.

Je drei Module bilden einen Strang und sind mit Litzendraht 2,5 mm<sup>2</sup> in Serie zusammengeschaltet. Jeder Strang wird einzeln durch das Dach ins Haus hineingeführt. Dort werden die Stränge in einem Klemmenkasten nach einem Sicherungsautomaten (10 A) parallel zusammengeschaltet.

Vom Klemmenkasten wird die Energie über ein Kabel von 5x16<sup>2</sup> zum Wechselrichter in den Keller geführt. Dabei dienen je 2 Drähte für den Plus- und den Minusleiter und einer für die Erdleitung.

Vor dem Wechselrichter befindet sich ein DC-kWh-Zähler. Die Anlage wurde entsprechend den Empfehlungen des VSE installiert, das heißt unter anderem, dass für die Rücklieferung ins Netz ein separater Doppeltarifzähler mit Rücklaufhemmung eingebaut ist und dass der Eigenbedarf davor ungezählt abgezweigt wird. Um die ganze Energieproduktion zu erfassen, ist nach dem Wechselrichter ein zusätzlicher Zähler installiert. Neben dem Produktionszähler und dem Rücklieferungszähler ist natürlich auch der normale Bezugszähler vorhanden.

Der Wechselrichter SI 3000 ist ein elektronischer Umrichter, welcher den Gleichstrom des Solargenerators in Wechselstrom umwandelt. Er startet automatisch und synchronisiert sich selbst mit dem Netz. Er hat eine eigene Anzeige für Gleich- und Wechselstrom, Gleich- und Wechselspannung, AC-kW, AC-kWh und Temperatur des Wechselrichters. Bei Ausfall des Netzes schaltet die Anlage selbstständig ab. Die Anlage wurde nach den Vorschriften des Eidgenössischen Starkstrominspektorenes zur Parallelschaltung von Niederspannungs-Energieerzeugungsanlagen mit Stromversorgungsnetzen installiert. Darüber hinaus ist die Anla-

## Technische Daten

Anzahl Module (Typ Arco Solar M55)	54
Anzahl Module in Serie	3
Anzahl Stränge	18
Fläche der Solarmodule	23 m <sup>2</sup>
Nennleistung	3 kW
Mittl. jährl. Energieproduktion 2000–2700 kWh	
System-Nennspannung	48 V
Wechselrichter	SI 3000

einflüsse, die Anlage integriert sich vielmehr harmonisch in die Umgebung.

Die Solarmodule sind genau gegen Süden ausgerichtet und weisen eine Nei-

**Adresse des Autors**  
Markus Eisenring, Ingenieurbüro,  
Bienenstrasse 21, 9244 Niederuzwil

ge noch gegen verschiedene Störfälle abgesichert.

Auf der DC- und AC-Seite sind Schmelzsicherungen installiert. Auf der Wechselstromseite sind ferner ein Netzfilter und ein Überspannungsableiter eingebaut.

## Allgemeine Betriebs-erfahrungen

Der Wechselrichter wurde im Keller installiert, obwohl sich das Verteiltableau im oberen Stock befindet, weil schon bei der Planung bekannt war, dass der Wechselrichter SI 3000 recht laut ist, so dass eine Installation in bewohnten Räumen deshalb nicht in Frage kam. Dies bestätigt sich nun in der Praxis: Der Wechselrichter tönt wie eine freiliegende, durchflossene Wasserleitung. Dies stört im Keller nicht und hat zur Folge, dass man dort «die Sonne scheinen» hört. Durch diese Massnahme waren jedoch längere Leitungen notwendig und es ergeben sich im Gleichstromteil etwas grössere Verluste.

Blitzschutzmassnahmen wurden bisher noch keine ausgeführt. Weder vom Lieferanten noch vom lokalen Blitzschutzexperten wurden konkrete Massnahmen angegeben. Die Fachwelt ist sich im klaren, dass etwas gemacht werden muss, doch was genau ist offensichtlich noch nicht klar.

Der DC-kWh-Zähler besitzt ein mechanisches Zählwerk, das zeitweise defekt war. Die Energie konnte daher auf der Gleichstromseite erst ab dem 5.9. 1990 zuverlässig gemessen werden.

Zur Zeit der Installation der Anlage war noch eine Bewilligung durch das Eidgenössische Starkstrominspektorat notwendig. Diese Bewilligungspflicht wurde, kurz nachdem die Anlage abgenommen worden war, aufgehoben.

Die Anzeige des Wechselrichters ist ungenau. Eigene Messungen ergaben, dass die Werte nur für die Angabe der Grössenordnung und für Relativmessungen taugen. Die Energiemessung schaltet sprunghaft und unkontrolliert auf unmögliche Werte. Die Anzeige wird deshalb nicht mehr benutzt. Für die gelegentliche Messung der momentanen Leistung wurden selbst Messanschlüsse installiert.

Die Spannung des Netzes der SAK ist mit 230...235 V relativ hoch, weil im Frühjahr 1989 im Quartier eine neue erdverlegte Leitung installiert wurde, weil nicht viele Verbraucher angeschlossen sind und weil die Distanz zum Transformator ziemlich kurz ist. Es ist nicht sicher, ob der Wechselrich-

ter für solche Netzspannungen optimiert ist.

Ebenfalls wäre zu prüfen, ob sich der Wechselrichter immer auf die optimale Gleichspannung für die maximale Energieproduktion einstellt (MPP). Bei unregelmässigen Messungen wurde festgestellt, dass die Spannung sehr oft bei ca. 42 V liegt.

Ganz zu Beginn des Betriebes der Anlage war, zweimal kurz nacheinander, die Wechselstromsicherung defekt. Ein weiteres Problem war ein Erdchluss in der Verdrahtung der Solarzellen, der bewirkte, dass ein Teil des Stromes über den Erdleiter statt über den Minusleiter zurückfloss. Da die Messungen im Minusleiter gemacht werden, stiftete dies einige Verwirrung, hatte aber auf die Energieproduktion keinen Einfluss. Dieser Fehler wurde im Oktober 1989 entdeckt und behoben. Die Anlage lief 1990 störungsfrei und ohne Unterbrechung, ausser am 21.5.1990, an dem für kurze Zeit die Hauptsicherung einer Phase des Hausanschlusses defekt war.

## Datenerfassung an der Anlage

Seit die Anlage in Betrieb ist, werden die Werte des DC-kWh-Zählers, des Produktions-, des Rücklieferungs- und des Hauszählers von Hand erfasst. Die drei Wechselstromzähler liefern die Daten für die Energie jeweils im Hochtarif (HT) und im Niedertarif (NT). Diese Werte werden mindestens jeden Sonntagabend und am letzten Abend im Monat aufgeschrieben. Bis Ende Juni 1990 wurden diese Werte wenn möglich täglich notiert.

Die Produktionswerte minus die Rücklieferungswerte ergeben den Eigenbedarf. Der Eigenbedarf ergibt zusammen mit dem Bezug den Verbrauch (siehe Tabelle II). Dividiert man die Werte des Produktionszählers durch die

Werte des DC-kWh-Zählers, so erhält man den Wirkungsgrad der dazwischenliegenden Installationen. Dies ist im wesentlichen der Wechselrichter, nebst dem Überspannungsableiter, dem Netzfilter, einigen Kontakten und sehr kurzen Kabeln. Das ergibt für die Periode vom 5.9.1990 bis 31.12.1990 einen Wirkungsgrad von 86,2%. Dieser Wirkungsgrad berücksichtigt jedoch nicht, dass der Wechselrichter eine bestimmte Leistung auf der Gleichstromseite von etwa 50 bis 100 W benötigt, um aufzustarten und in Betrieb zu bleiben. Die SAK beabsichtigen, bald einen Produktionszähler zu montieren, der die Energieproduktion viertelstündlich erfasst. Dies wird weitere interessante Ergebnisse ermöglichen.

## Energieproduktion und Energieverbrauch Einfamilienhaus

Tabelle I zeigt den Energiebezug aus dem Netz der SAK in den Jahren 1982–1990 für das Haus. Die Werte der Jahre 1982–1989 wurden von Mitte Februar bis Mitte Februar gemessen. Für 1990 sind es die Werte des Kalenderjahres. Der Verbrauch ist für ein Einfamilienhaus relativ niedrig, weil die Bewohner auf geringen Energieverbrauch achten, weil die Warmwasseraufbereitung und das Kochen mit Gas geschehen und weil das Haus mit Öl geheizt wird. Die grössten Einzelverbraucher sind die Gefriertruhe, der Kühlschrank und seit Mitte 1989 das Elektromobil Stromboli. Zum Vergleich mit dem Jahr 1990, in dem die Anlage erstmals ganzjährig lief, ist der Mittelwert der Jahre 1982–1988 angegeben. 1990 wurde gegenüber dem Durchschnitt der Vorjahre mehr Strom bezogen, weil erstmals der Stromboli voll zum tragen kam. 1989 war ein Zwischenjahr, in dem die Solaranlage etwa ein halbes Jahr voll produzierte. Der Bezugszähler lief anfangs einige Zeit rückwärts. Dieses Jahr wurde deshalb für den Vergleich nicht berücksichtigt.

In der Tabelle ist jeweils der Verbrauch im Hochtarif (HT), Niedertarif (NT) und der Gesamtverbrauch (Total) angegeben. Die Hochtarifzeiten sind von Oktober bis März von Montag bis Freitag von 07.00–21.30 Uhr und am Samstag von 07.00–12.30 Uhr und von April bis September von Montag bis Freitag von 07.00–20.00 Uhr. Der Niedertarif gilt während der übrigen Zeit.

Der Vergleich der Durchschnittswerte der Jahre 1982–1988 mit den Werten von 1990 ergibt eine eindeutige Verlagerung des Bezuges von HT- zu NT-

Jahr kWh	HT kWh	NT kWh	Total
1982	1004	821	1825
1983	1464	1253	2717
1984	1120	1069	2189
1985	928	913	1841
1986	1122	964	2086
1987	1117	987	2104
1988	1135	990	2125
1989	391	1042	1433
1990	866	1464	2330
Ø 82–88	1127,1 53,0%	999,6 47,0%	2126,7 100,0
1990	866,0 40,7%	1464,0 68,8%	2330,0 109,6

Tabelle I Energiebezug vom EW, Einfamilienhaus

Monat	Produktion kWh/Monat			Rückspeisung kWh/Monat			Eigenbedarf kWh/Monat			Bezug kWh/Monat			Verbrauch kWh/Monat		
	HT	NT	Total	HT	NT	Total	HT	NT	Total	HT	NT	Total	HT	NT	Total
Januar	69	25	94	51	21	72	18	4	22	188	147	335	206	151	357
Februar	127	53	180	120	50	170	7	3	10	76	87	163	83	90	173
März	165	76	241	153	73	226	12	3	15	63	89	152	75	92	167
April	143	73	216	131	69	200	12	4	16	54	139	193	66	143	209
Mai	264	105	369	251	102	353	13	3	16	10	81	91	23	84	107
Juni	197	85	282	186	81	267	11	4	15	24	90	114	35	94	129
Juli	261	113	374	249	109	358	12	4	16	20	145	165	32	149	181
August	255	106	361	227	95	322	28	11	39	30	113	143	58	124	182
September	169	78	247	136	62	198	33	16	49	48	168	216	81	184	265
Oktober	151	38	189	128	33	161	23	5	28	88	126	214	111	131	242
November	65	14	79	52	9	61	13	5	18	118	116	234	131	121	252
Dezember	28	13	41	20	9	29	8	4	12	147	163	310	155	167	322
Total 1990	1894	779	2673	1704	713	2417	190	66	256	866	1464	2330	1056	1530	2586
%	70,9	29,1	100%	63,7	26,7	90,4	7,1	2,5	9,6	32,4	54,8	87,2	39,5	57,2	96,7
Winter	605	219	824	524	195	719	81	24	105	680	728	1408	761	752	1513
%	22,6	8,2	30,8	19,6	7,3	26,9	3,0	0,9	3,9	25,4	27,2	52,7	28,5	28,1	56,6
Sommer	1289	560	1849	1180	518	1698	109	42	151	186	736	922	295	778	1073
%	48,2	21,0	69,2	44,1	19,4	63,5	4,1	1,6	5,6	7,0	27,5	34,5	11,0	29,1	40,1

Tabelle II Energiestatistik 1990, Einfamilienhaus

Zeiten. Obwohl der Gesamtbezug 1990 um etwa 10% höher ist, ist der HT-Bezug in absoluten Zahlen niedriger. Während der HT-Bezug um ungefähr 12% zurückging, nahm der NT-Bezug um etwa 12% zu. Ferner gilt es noch zu berücksichtigen, dass über 1700 kWh der Solarproduktion (siehe Tabelle II) zu HT-Zeiten ins Netz gespiesen wurden. Per Saldo bewirkt die Solaranlage einen HT-Überschuss von 838 kWh. Für das Elektrizitätswerk dürfte diese Bilanz positiv sein, da die Bereitstellung und Verteilung von HT-Energie schwieriger und kostspieliger ist. Unter diesem Aspekt können die EW von Solaranlagen profitieren.

In der Tabelle II sind die monatlichen Energiewerte der drei Wechselstromzähler – Produktion, Rückspeisung und Bezug – aufgelistet. Ebenfalls sind der Eigenbedarf und der Verbrauch des Hauses berechnet. Die Energiewerte und die Prozentzahlen, bezogen auf die Gesamtproduktion, sind für das ganze Jahr 1990, für das Winterhalbjahr (Oktober–März) und für das Sommerhalbjahr (April–September) angegeben. Der Verbrauch elektrischer Energie im ganzen Hause inklusive Solarmobil war 1990 um 3,3% kleiner als die Produktion. Das ist doch eine erfreuliche Tat- sache! Der Bezug war sogar 12,8% kleiner als die Produktion.

Ferner ist interessant, dass über 90% der produzierten Energie ins Netz eingespeist wird. Das kommt daher, dass die Produktion und der Bedarf nicht gleichzeitig sind: Am Tag, wenn die Energie produziert wird, sind fast keine

Verbraucher angeschlossen. Dadurch und weil die Energie zu Niedertarifzei- ten wieder bezogen wird, findet eine Veredelung der Energie statt. Andererseits muss fast die Hälfte der in der HT-Zeit zurückgespiestenen Energie zu anderen HT-Zeiten wieder bezogen werden.

Natürlich muss auch die Verteilung der Energieproduktion über die Saison und über den Tag berücksichtigt werden. Die Produktion ist im Sommer höher als im Winter. Jedoch kann die im Sommer photovoltaisch produzierte Energie in Speicherseen gespeichert werden und steht so im Winter wieder zur Verfügung. Für Solaranlagen im Netzverbund wirkt das Netz also ganz direkt als Speicher.

Wie Tabelle II zeigt, werden 69% der Energie im Sommer produziert und nur 31% im Winter. 22,6% der Energie

(Bild 1) werden im Winter zu HT-Zeiten produziert. Dann ist die Energie am wertvollsten, weil der Bedarf am höchsten ist. Die mit Photovoltaikanlagen produzierte Energie fällt unregelmässig an und ist nicht frei abrufbar. Darum haben solche Anlagen auf die Leistungsdimensionierung der Anlagen der Elektrizitätswerke keinen Einfluss, auch wenn sie in grosser Anzahl vorhanden wären. Dazu müssten dann lokale Speicher installiert werden.

Die Verteilung der Energieproduktion über den Tag wurde bis jetzt noch nicht erfasst. Dies wird sich aber ändern, sobald der neue Zähler montiert sein wird. Solaranlagen produzieren am meisten Energie, wenn die Nachfrage am höchsten ist, nämlich am Mittag.

Bild 2 zeigt für 1990 die wöchentliche Energieproduktion und den Verbrauch im Einfamilienhaus während ei-

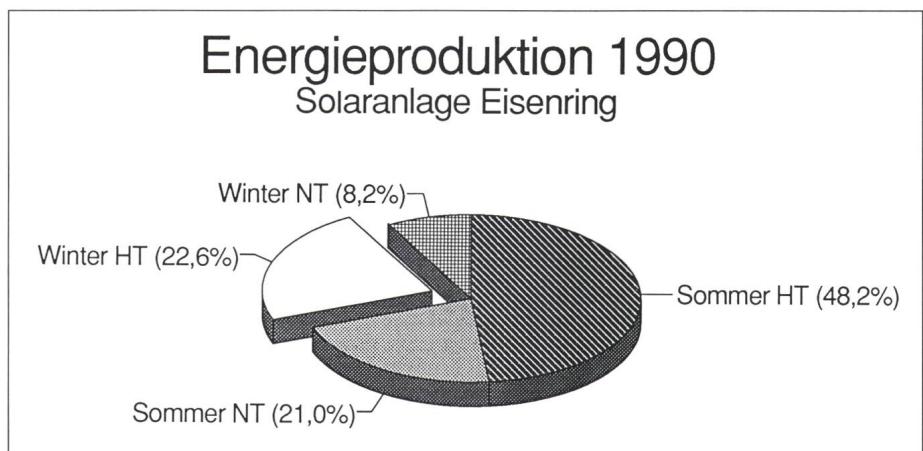
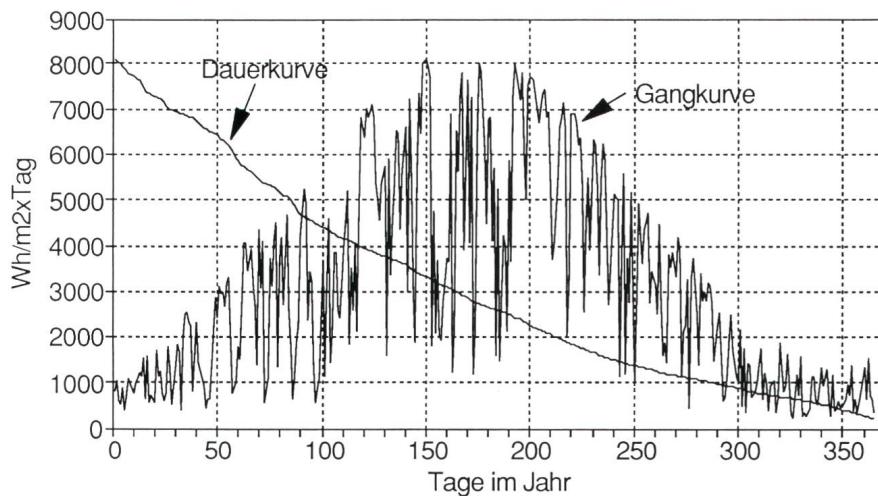


Bild 1 Aufteilung der Energieproduktion 1990 der Solaranlage

## Globalstrahlung 1990 Tagesmittelwerte



**Bild 2** Globalstrahlung 1990, Tagesmittelwerte

nes Jahres. Dabei wird offensichtlich, dass die wöchentliche Produktion und der Verbrauch pro Woche fast genau gegenläufig sind. Es zeigt sich aber auch, dass in mehr als der Hälfte der Wochen der ganze Energiebedarf selbst bereitgestellt werden kann.

### Globalstrahlung

Um die Energieproduktion mit der Globalstrahlung vergleichen zu kön-

nen, wird angenommen, dass der Mittelwert von fünf Messstationen in der Umgebung relevante Werte für den Standort Uzwil ergibt. Dazu wurden die Stationen St. Gallen, Güttingen, Tänikon, Kloten und Schweiz Meteorologische Anstalt (SMA) herangezogen. Diese Stationen liegen zum Teil in Gebieten, die im Winter mehr Nebel als Uzwil haben, wie zum Beispiel Güttingen. Dafür ist zum Beispiel in St. Gallen

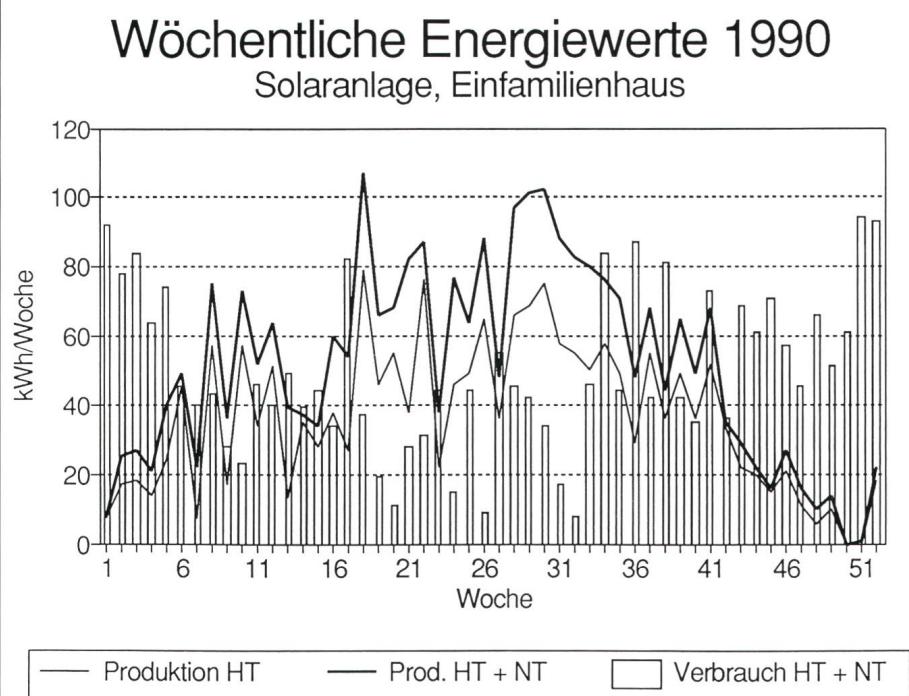
im Sommer mehr Quellbewölkung vorhanden.

Der mittlere jährliche Tagesmittelwert der Einstrahlung von St. Gallen der Jahre 1981–1990 war nur 2% besser als der Wert der schlechtesten Messstation, die hier berücksichtigt wurde. In den Wintermonaten ist die Globalstrahlung in St. Gallen jedoch bis zu 19% grösser. Bei der Messstation Säntis, die für den Mittelwert nicht berücksichtigt wurde, ist die Globalstrahlung gegenüber der schlechtesten Station um 19% im Jahr bzw. um 72% in den Wintermonaten besser.

Die monatlichen Tagesmittelwerte dieser fünf Messstationen sind in Tabelle III für den Durchschnitt der letzten 10 Jahre, 1981–1990, für 1990 und nach den Meteonormdaten für Uzwil zusammengestellt. Dabei zeigt sich, dass 1990, entgegen der subjektiven Emp-

Monat	1990 Wh/m <sup>2</sup>	Ø 81–90 Wh/m <sup>2</sup>	Meteo Wh/m <sup>2</sup>
Januar	992,0	939,0	871,0
Februar	1802,8	1631,9	1678,6
März	2856,6	2788,4	2709,7
April	3256,4	3841,5	4166,7
Mai	5657,2	4714,0	5064,5
Juni	4811,8	5195,0	5633,3
Juli	5826,4	5451,6	5774,2
August	5112,2	4564,4	4677,4
September	3325,6	3263,1	3566,7
Oktober	2040,0	1976,5	2096,8
November	900,8	1063,4	1033,3
Dezember	768,6	740,7	709,7
Schnitt	3112,5	3014,1	3165,1

**Tabelle III** Globalstrahlung für Uzwil, monatliche Tagesmittelwerte



**Bild 3** Wöchentliche Energiewerte 1990 der Solaranlage bzw. des Einfamilienhauses

findung, kein überdurchschnittlich gutes Sonnenjahr war. Es war etwas schlechter als die Meteonormdaten und etwas besser als der Durchschnitt der letzten 10 Jahre. 1990 waren vor allem die Monate Mai, Juli und August gut und die Monate April und Juni schlecht. Die Durchschnittswerte der Jahre 1990, 1981–1990 und der Meteonorm unterscheiden sich nicht sehr stark.

Bild 3 zeigt die Globalstrahlung des Jahres 1990 für Uzwil. In der Gangkurve sind für jeden Tag des Jahres die Tagessummen eingetragen. Anhand dieser Kurve kann der Verlauf der Einstrahlung übers Jahr gesehen werden. Der Verlauf der Spitzenwerte ergibt eine gut sichtbare Sinuskurve. Die grössten Tagessummen waren Ende Mai (Tag 150), an sehr klaren, schönen Tagen zu verzeichnen. Dagegen waren die schönsten Tage im Juni und Juli durch

Dunst getrübt. Die Dauerkurve zeigt, an wievielen Tagen im Jahr eine bestimmte Globalstrahlung überschritten wurde.

## Vergleich Soll- und Ist-Produktion

Um über die zu erwartende Energieproduktion der Anlage gültige Aussagen machen zu können, genügt es nicht, die Produktion der Anlage von 1990 mit der Einstrahlung von 1990 zu vergleichen, sondern diese Werte müssen auch mit langfristigen Mittelwerten verglichen werden. Dies erfolgt hier mit dem Mittelwert der Jahre 1981–90 und mit den Meteonormdaten für Uzwil.

Tabelle IV zeigt in den drei Spalten der Sollproduktion den Energieertrag, der aus den Mittelwerten der Globalstrahlung für das Jahr 1990, die Jahre 1981–1990 und nach den Meteonormdaten mit der Anlage auf der Gleichtstromseite erreicht werden sollte. Dabei wurde die Ausrichtung der Solarmodule berücksichtigt und der Einfluss der Temperatur kompensiert.

Die drei Spalten der Herstellerangaben zeigen, wie die angegebene Leistung reduziert werden musste. 1989 wurde ein DC/AC-Wirkungsgrad von 80% berücksichtigt. 1990 wurden dann die Verluste der Leitungen, der Installationen und der Temperatureinfluss nachträglich berechnet und die Verschmutzung der Zellen mitberücksichtigt. Zum Vergleich ist in der letzten Spalte die effektive Produktion angegeben. Wie die Prozentzahlen in der letzten Zeile zeigen, wurden vom Hersteller am Anfang zu optimistische Angaben gemacht. Die Herstellerangaben von 1990 entsprechen der effektiven Produktion ziemlich gut. Im östlichen schweizerischen Mittelland kann deshalb im Jahr pro installiertem Kilowatt mit einer Energieproduktion von 850 bis 900 kWh gerechnet werden.

## Kostenaspekte und Rücklieferungstarife

Die gesamten Investitionen für die Anlage beliefen sich auf etwa Fr. 50 000.–. Es treten fast keine Unterhaltskosten und andere laufende Kosten auf, ausser den Rückzahlungen und den Zinsen.

Monat	Sollproduktion			Herstellerangaben			Produktion Solaranlage
	1990 DC-kWh	Ø 81-90 DC-kWh	Meteo DC-kWh	1989 DC-kWh	1989 AC-kWh	1990 AC-kWh	
Januar	123,5	116,9	108,4	138,3	110,6	80,5	94,0
Februar	194,8	176,4	181,4	225,4	180,3	136,6	180,0
März	295,7	288,6	280,5	334,2	267,3	221,3	241,0
April	295,1	348,1	377,6	420,6	336,5	297,1	216,0
Mai	487,0	405,8	436,0	454,5	363,6	342,3	369,0
Juni	374,5	404,4	438,5	467,4	373,9	356,2	282,0
Juli	468,3	438,2	464,1	497,6	398,0	378,7	374,0
August	447,7	399,7	409,6	444,5	355,6	323,1	361,0
September	314,2	308,2	336,9	386,4	309,1	267,4	247,0
Oktober	231,1	223,9	237,5	282,7	226,2	183,2	189,0
November	111,2	131,3	127,6	144,3	115,4	94,9	79,0
Dezember	98,9	95,3	91,3	115,0	92,0	64,5	41,0
Schnitt	286,8	278,1	290,8	325,9	260,7	228,8	222,8
Jahr	3442,0	3336,8	3489,4	3910,8	3128,7	2745,8	2673,0
Prozent	88,0%	85,3%	89,2%	100,0%	80,0%	70,2%	68,3%

Tabelle IV Monatliche Energieproduktion

Die SAK vergüteten die Rücklieferungsenergie seit Oktober 1990 zu den nachstehenden Tarifansätzen:

HT	NT
Winter 11,1 Rp./kWh	8,0 Rp./kWh
Sommer 8,7 Rp./kWh	5,8 Rp./kWh

Ferner wird noch ein Leistungspreis pro kW anrechenbare Leistung von 114.– Fr./Jahr vergütet.

Für die Produktion von 1990 ergäbe dies eine gesamte Vergütung von Fr. 571.30 oder 21,4 Rp./kWh. Diese Rücklieferungstarife der SAK dürften schweizerisch gesehen eine Spitzenleistung darstellen.

## Weitere interessante Feststellungen

Bild 2 zeigt, dass Solaranlagen im Frühjahr und im Herbst markante Leistungsspitzen aufweisen. Die Woche 8 im Februar war die Woche mit der höchsten Produktion bis zur ersten Woche im Mai (Woche 18), die wiederum die beste Woche des ganzen Jahres war. Wenn die einzelnen Tage betrachtet werden, sieht das Bild noch extremer aus. Der beste erfasste Tag war mit 18 kWh Energieproduktion der 9. März. Das war ein klarer, schöner und kalter Tag. An den besten Tagen im Sommer wurden nur 16 kWh produziert, da neben dem Einfluss des Dunstes noch der Einfluss der Temperatur der Sonnenzellen dazukam. Wenn die Zellen warm sind, geht der Wirkungsgrad merklich

zurück. Darum ist eine gute Hinterlüftung der Zellen wichtig.

Der Anstellungswinkel der Solarzellen von 33° ist für die Lage von Uzwil ein geeigneter Wert. Die Energieproduktion übers Jahr gesehen ist so optimal. Wenn etwas Schnee fällt, bleibt er solange liegen, bis die Sonne zum erstenmal wieder scheint. Innerhalb eines halben Tages sind dann die Zellen wieder schneefrei. Im Dezember 1990 blieb der Schnee einmal für etwa 10 Tage auf den Solarzellen liegen, da es neblig war. In dieser Zeit wurde keine Energie produziert. Doch wäre die Produktion auch ohne Schnee auf den Zellen wegen dem Nebel tief gewesen. In höheren Lagen mit mehr Schnee empfiehlt sich jedoch ein steilerer Aufstellungswinkel. Falls die Solarzellen gegenüber der Fläche, auf der sie montiert werden, aufgestellt werden, muss die Abschattung beachtet werden.

Abschliessend kann gesagt werden, dass mit dieser Solaranlage mehr Strom produziert wird, als im ganzen Haus verbraucht wird. Dies obwohl wegen dem Einsatz des Solar-Elektromobils Stromboli der Verbrauch gestiegen ist. Da unter anderem wegen Stromboli die Solaranlage gebaut wurde, ging dadurch der Nettoverbrauch in eine Nettoabgabe über. Das heisst: Durch den Einsatz von Solar-Elektro-Mobilen in einem abgestimmten Konzept muss der Verbrauch elektrischer Energie nicht unbedingt zunehmen, er kann sogar abnehmen.

## Weniger ist jetzt auch in der Leittechnik viel mehr



241 1

Die Leittechnik für Schaltanlagen, wo und auf welcher Spannungsebene auch immer, wird längst beherrscht. Auch wenn es Einschränkungen in der Flexibilität gab, auch wenn ein Heer verschiedenster Gerätetypen und unzählige Steuer-, Überwachungs- und Signalleitungen gebraucht wurden, sie funktionierte. Meistens.

Mit LSA 678 von Siemens funktioniert sie auch. Aber sicherer. Ohne Einschränkungen, mit wenigen Gerätetypen und ohne Kabelsalat. Und dank Mikroprozessoren mit viel mehr Leistung

durch Zusatzfunktionen wie Selbstüberwachung, Echtzeit erfassung oder Ortung von Netzkurzschlüssen. Oder durch erhebliche Mehrinformation für Betriebsführung und Störungs analyse.

LSA 678 besteht aus den drei Bausteinen Schaltanlagen-Leitsystem, Selektivschutz und Schaltfehlerschutz. Sie können autark oder als komplettes System in beliebiger Kombination betrieben werden. Auf Feld genauso wie auf Stationsebene. Der Ersatz alter Systeme kann schrittweise erfolgen.

Die zahlreichen Vorteile der neuen Siemens-Leittechnik für die Energieversorgung finden Sie in der ausführlichen Dokumentation. Rufen Sie einfach an.

Siemens-Albis AG  
Energieversorgung

8047 Zürich  
Freilagerstr. 28  
Tel. 01/495 35 66

1020 Renens  
Rue du Bugnon 42  
Tel. 021/631 31 11

6934 Bioggio  
Centro Nord/Sud 2  
Tel. 001/50 51 15