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: Energiestatistik von Photovoltaikanlagen

Autor: Moser, R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-902826

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: 17.07.2025

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

Energiestatistik von Photovoltaikanlagen

R. Moser

Gemäss den Zielen von «Energie 2000» soll bis zum Jahr 2000 etwa ein halbes Prozent der Elektrizitätsgewinnung mittels erneuerbaren Energien, darunter insbesondere Photovoltaikanlagen, erfolgen. Allerdings gab es bisher keine Möglichkeit zu kontrollieren, inwiefern dieses Ziel erreicht wird. In einem Projekt, das vom Bundesamt für Energiewirtschaft und vom Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke unterstützt wird, soll nun der Beitrag der Photovoltaik für die Elektrizitätsproduktion der Schweiz erfasst werden. Zur Lösung dieser Aufgabe werden recht unkonventionelle Mittel eingesetzt.

«Energie 2000» a entre autres pour objectif d'augmenter d'environ un demi pour cent la production d'électricité tirée d'énergies renouvelables dont en particulier l'énergie solaire. Il n'existait toutefois jusqu'à présent aucune possibilité de contrôler dans quelle mesure cet objectif pourrait être atteint. Un projet soutenu par l'Office fédéral de l'énergie et l'Union des Centrales Suisses d'Electricité permettra maintenant d'enregistrer la contribution de la photovoltaïque à la production d'électricité. Des moyens peu conventionnels sont utilisés pour résoudre cette tâche.

Adresse des Autors
Rolf Moser, Alpha Real AG, Energy Systems and Engineering, Feldeggstrasse 89, 8008 Zürich.

Bis vor wenigen Jahren gab es in der Schweiz lediglich einige wenige Solarzellenanlagen. In der Zwischenzeit ist deren Zahl auf bereits rund 300 Anlagen angestiegen. Diese Entwicklung wurde im Programm «Energie 2000», das von Bundesrat Adolf Ogi lanciert wurde, berücksichtigt, indem den erneuerbaren Energien inklusive Photovoltaik ein Zielwert der Produktion bis ins Jahr 2000 zugewiesen wurde. Konkret soll ungefähr ein halbes Prozent der Elektrizitätsproduktion der Schweiz mittels neuer erneuerbaren Energiequellen erreicht werden. Ein Hauptteil dieses halben Prozentes müsste durch Photovoltaikanlagen beigesteuert werden. Dies bedeutet, dass bis Ende dieses Jahrtausends rund 12 000 Kleinanlagen und eine beträchtliche Anzahl Grossanlagen installiert werden müssen.

Seitens der Energiestatistik besteht nun das Problem, wie die so tatsächlich produzierte Energie erfasst werden soll. Eine normale Erhebung über die Elektrizitätswerke, wie sie für den Hausverbrauch schon seit vielen Jahren durchgeführt wird, ist bei Solarzellenanlagen nicht möglich. Die Elektrizitätswerke erfassen nämlich nur die ins Netz zurückgespeiste Energie, nicht aber die tatsächlich produzierte. Zwar haben viele Anlage-Besitzer einen privaten Produktionszähler eingebaut; die Werte dieser Zähler sind aber den Elektrizitätswerken nicht bekannt; die Zähler liegen meistens schlecht zugänglich im Hausinnern montiert und können durch die Elektrizitätswerke schon darum nicht abgelesen werden.

Im Rahmen eines Forschungsprojektes des Bundesamtes für Energiewirtschaft, das ebenfalls vom Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE) unterstützt wird, soll nun dieser fehlende Wert der Produktion aller Solarzellenanlagen in der Schweiz bestimmt werden. Allerdings interessiert nicht nur die reine Zahl der Jahresproduktion, sondern auch diverse weitere Grössen:

- Wie zuverlässig arbeiten Photovoltaikanlagen heute?
- Welche Verbesserungsvorschläge ergeben sich daraus?
- Wie ist der Energieertrag über das Jahr verteilt? (Dieser Punkt interessiert vor allem die Elektrizitätswerke.)
- Welche Komponenten werden vorzugsweise eingesetzt? Dies ergibt eine Aussage über die durchschnittliche Effizienz der Anlagen.
- Die Anlagebesitzer schliesslich interessiert, ob ihre Anlage zufriedenstellend funktioniert hat. Dies ist für die Besitzer oftmals schwierig zu beurteilen, weil Ihnen Vergleichsmöglichkeiten fehlen.

Vorgehensweise

Um diese vielen offenen Fragen beantworten zu können, wurde das folgende Vorgehen gewählt: Die Produktionswerte von rund 200 Solarzellenanlagen, die in der Schweiz möglichst gut verteilt liegen, sollen monatlich abgelesen werden. Um diese Ablesungen zu überprüfen, wird aufgrund von Strahlungsdaten der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt (SMA) für jede Anlage ein Ertrag vorausberechnet. Dieser Simulationswert und die tatsächliche Ablesung werden dann verglichen.

Von allen weiteren Anlagen sollen lediglich die wichtigsten Grunddaten erfasst werden, damit die Produktion aus den Werten der 200 detailliert ausgemessenen Anlagen hochgerechnet werden kann. Dieses Vorgehen ermöglicht es, jeden Monat die Produktion sämtlicher Anlagen zu berechnen, ohne die Daten jeder einzelnen Anlage ablesen zu müssen.

Um an die nötigen Daten heranzukommen, müssen zwei Probleme gelöst werden:

- Es müssen 200 Anlagebesitzer gefunden werden, die freiwillig jeden Monat den Produktionswert ihrer Anlage ablesen.
- Die Grunddaten aller übrigen Solarzellenanlagen müssen erfasst werden. Dazu muss bekannt sein, wo überhaupt Solarzellenanlagen gebaut wurden.

Der erste Teil dieser Aufgabe wurde bereits letzten Herbst in Angriff genommen. Ungefähr 80 Besitzer von Solarzellenanlagen wurden angefragt, ob sie bereit wären, an diesem Projekt mitzuarbeiten. Es wurde ihnen versprochen, für ihre Ablesungen auch eine Gegenleistung zu erhalten: Einerseits sollten sie die Resultate des Vergleichs von Simulationswert und Ablesung erhalten. Andererseits wurde ihnen für eine vollständige Ablesereihe im Jahr 1992 ein Honorar von Fr. 100.– angeboten. Mittlerweile beteiligen sich rund 60 Anlagebesitzer am Projekt, indem sie dem VSE jeden Monat die Produktionsdaten ihrer Anlagen zusenden.

Damit zwischen dem mit der Auswertung beauftragten Ingenieurbüro und den Anlagebesitzern eine gewisse Trennung besteht, hat sich der VSE bereit erklärt, die Organisation des ganzen Versandes und des Kontaktes mit den Besitzern zu übernehmen. Die Alpha Real AG erhält somit lediglich die Produktionsdaten und den Standort der Anlagen, ohne die genauen Adressen der Anlagebesitzer zu kennen. Somit wird ein direkter Kontakt von Ingenieurbüro und Besitzern verhindert. Dies ist nötig, damit sich für die Alpha Real AG aus diesem Projekt keine Marktvorteile ergeben.

Im Gegenzug erhalten die Besitzer jeden Monat eine Postkarte, auf die sie die Produktionsdaten eintragen können, und die Auswertung für ihre Anlage vom letzten Monat (siehe Bild 1). Somit erkennt der Besitzer einen groben Defekt seiner Anlage spätestens nach einem Monat. Dies ermöglicht ihm, rasch Massnahmen zur Behebung zu ergreifen. So wurde beispielsweise durch die Auswertungen der vergangenen Monate klar, dass die Anlage Nr. 911045 nicht zufriedenstellend funktionierte. Die Besitzer hatten indessen den mangelnden Ertrag ihrer Anlage selbst festgestellt und der Anlageerbauer konnte den Fehler nun im April beheben. Für Anlagen, deren Besitzer die Produktionsdaten ihrer Anlage nicht so aufmerksam verfolgen, können die Auswertungen also eine echte Hilfe darstellen. Andererseits ist es nicht möglich, kleine Ertragsmankos festzustellen. Dazu sind die Simulation und vor allem die zugrundeliegenden Strahlungsdaten zu ungenau.

Schwieriger ist es, die wichtigsten Grunddaten der nicht direkt am Projekt beteiligten Anlagen zu erfassen. Diese Daten (z.B. Anlagegrösse) werden benötigt, um den Energiebeitrag dieser Anlagen zu berechnen. Insbesondere besteht das Problem, dass die Adressen und Standorte von Solarzellenanlagen gar nicht alle bekannt sind. Aus diesem Grunde möchten wir Anlagebesitzer, die bisher noch nicht beim Projekt mitmachen, an dieser Stelle aufrufen, das Anlageerfassungsblatt, das in Bild 4 dargestellt ist, auszufüllen und an den VSE zu senden. Dies würde es ermöglichen, die aktuelle Datenbank, wie sie durch den VSE erstellt wurde, zu vervollständigen. Allenfalls ist es auch möglich, die Produktionsdaten der eigenen Anlage abzulesen und im Rahmen dieses Projektes zur Verfügung zu stellen. Damit würden Sie auch von unseren Dienstleistungen und dem Honorar profitieren.

Ein anderer Zugang zur Energieproduktion durch Solarzellenanlagen ergibt sich aus der Menge der in der Schweiz verkauften Solarzellen. Eine entsprechende Umfrage wird durch den Sonnenenergie-Fachverband Schweiz (SOFAS) schon seit einigen Jahren durchgeführt. Aus dieser Menge könnte mittels verschiedener Annahmen ein Energiebeitrag von Solarzellenanlagen berechnet werden. Hier ergeben sich verschiedene Probleme, die eine direkte Berechnung erschweren:

- Für die Energiestatistik sind lediglich die netzgekoppelten Solarzellenanlagen interessant, weil Inselanlagen auch auf der Verbraucherseite nicht erfasst werden. Im Moment sind aber ein wesentlicher Teil (ca. die Hälfte) der in der Schweiz verkauften Solarzellen in Inselanlagen eingebaut.
- Darüber, wie effektiv die verkauften Solarmodule eingesetzt werden, kann keine Aussage gemacht werden. Es ist denkbar, dass Module jahrelang in einer Garage gelagert werden, bevor sie zum Einsatz kommen.

Aus diesen Gründen wurde, wie vorgängig beschrieben, ein anderes Vorgehen gewählt.

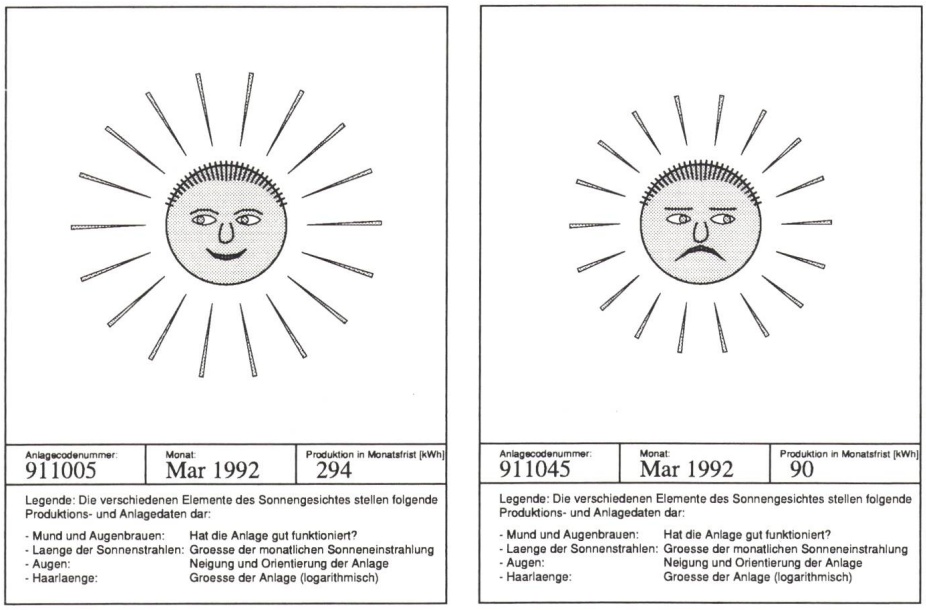


Bild 1 Die Besitzer der Solarzellenanlagen, die für das Projekt Ablesungen ihrer Produktionszähler machen, erhalten jeden Monat eine Grobauswertung ihrer Anlage in Form einer Graphik wie hier dargestellt

Diese Graphik beinhaltet einerseits die Aussage, wie gut die Anlage im entsprechenden Monat funktioniert hat, andererseits werden die wichtigsten Kennwerte der Anlage (Grösse, Neigung und Ausrichtung) mit dargestellt. Ausserdem entspricht die Länge der Sonnenstrahlen der Einstrahlung in Zellenebene. Die beiden Graphiken sind Beispiele von Auswertungen, wie sie für den März 1992 an die Anlagebesitzer ausgeliefert wurden. Die Anlage links liegt im Tessin und besitzt eine etwas grössere Einstrahlung als die Anlage rechts, die in diesem Monat nicht zufriedenstellend funktioniert hat

Erste Resultate

In einer ersten Phase des Projektes ging es nun darum, eine Methode für die Simulation von Ertragswerten zu

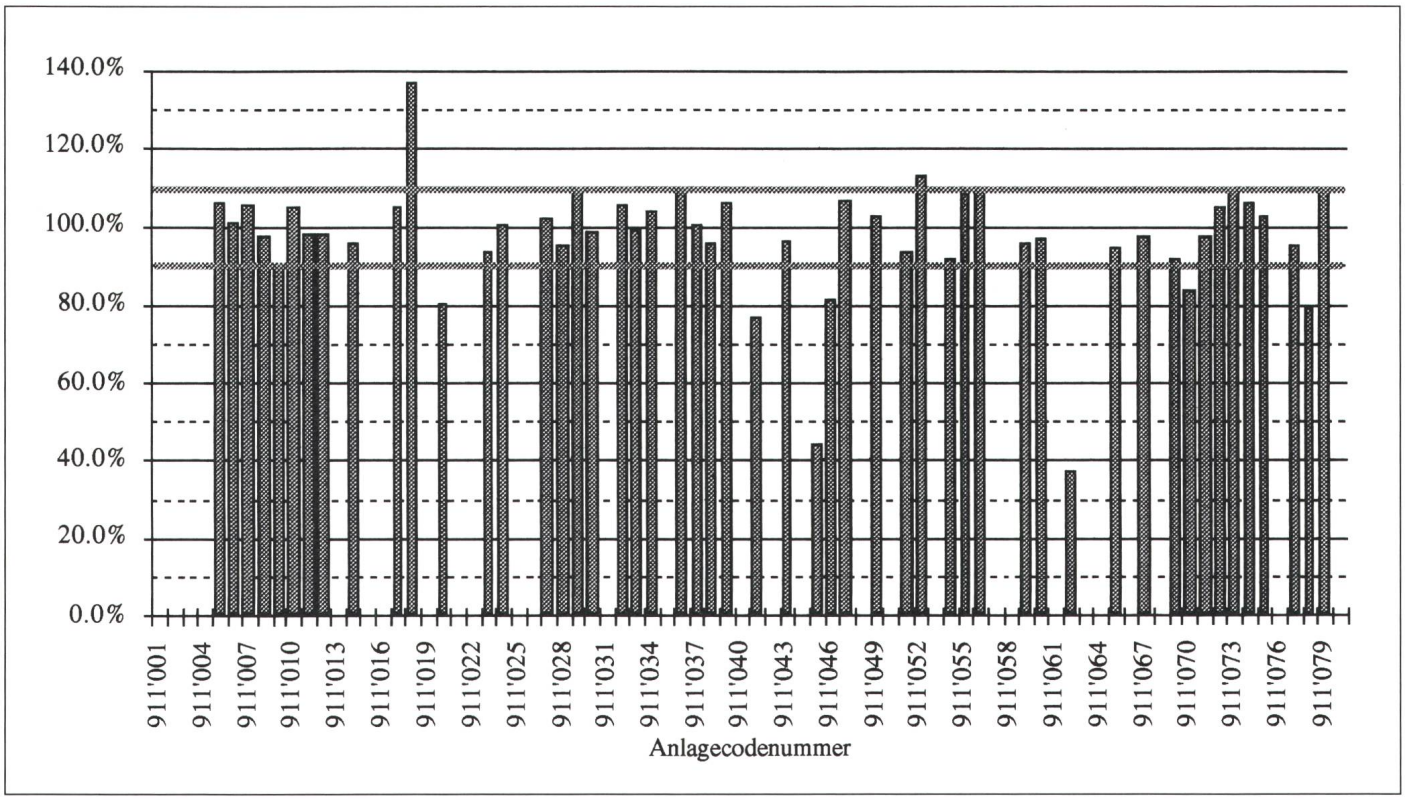


Bild 2 Vergleich von Ablese- und Simulationsdaten für den März 1992
Um die beobachteten Solarzellenanlagen bezüglich Funktionstüchtigkeit beurteilen zu können, muss von jeder Anlage eine Simulation für den aktuellen Monat durchgeführt werden. Diese Simulation basiert auf Wetterdaten der SMA, auf Meteonorm-Umrechnungen und auf den grundlegenden Anlagekenngrössen (Anzahl und Typ der Module, Wechselrichter, Ausrichtung, Horizont). Der simulierte Monatswert wird anschliessend mit dem abgelesenen Wert verglichen. Obige Graphik listet nun den Quotienten von abgelesenem und simuliertem Wert für jede Anlage auf. Ein Wert von 100% sagt also aus, dass Simulation und Ablesung genau übereinstimmen. Die Graphik zeigt auf, dass für die meisten Anlagen eine recht gute Simulation durchgeführt werden konnte. Ein grosses Problem besteht in der korrekten Zuweisung der Anlagen zu einer der SMA-Messstationen (vgl. Bild 3). Anlagen, deren Wert zwischen 90% und 110% liegt, werden als «gut» bezeichnet, fällt eine Anlage unter 90%, wird dies dem Anlagebesitzer via Sonnengesicht-Graphik mitgeteilt

entwickeln. Als Hauptproblem erwies sich dabei die Zuordnung der ausgemessenen Anlagen zu den jeweiligen Messstationen der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt. Problematisch waren dabei vor allem Wettereffekte wie Schneefälle oder Nebel, die sehr lokal auftreten und deshalb bei Anlage und Vergleichs-SMA-Station unterschiedlich sein können. Trotz diesen Schwierigkeiten wurden von Januar bis März 1992 eine recht gute Übereinstimmung zwischen den simulierten Werten und den abgelesenen Produktionsdaten festgestellt. Insbesondere im März sind die Solarzellen kaum mehr schneebedeckt, was sich in einer guten Übereinstimmung äussert (siehe Bild 2). Diese Resultate zeigen, dass grundsätzlich eine Hochrechnung von Produktionswerten mit recht guter Genauigkeit möglich ist. Allerdings wird es langfristig nötig werden, Effekte, die nicht aus den Strahlungsdaten hervorgehen (z.B. Wechselrichterausfälle, defekte Anlagen), mit in das Hochrechnungsmodell einzubeziehen. Dies ist bei einer grossen Menge von Anlagen möglich, indem statistische Methoden angewandt werden. Ein weiteres Problem bilden Anlagen, die nicht mehr in Betrieb sind. Solche müssten durch den Anlagebesitzer dem jeweiligen Elektrizitätswerk gemeldet werden.

Weitere interessante Resultate ergeben sich aus der Verteilung der verschiedenen Anlagen bezüglich Typen und verwendeten Komponenten. Als Beispiel werden in Tabelle 1 die erfassten Anlagen nach verschiedenen Kriterien der Module aufgegliedert. Die Tabelle zeigt beispielsweise, dass heute noch ein recht grosser Teil der Anlagen als Zusatzinstallation, das heisst über dem Dach aufgebaut oder auf ein Flachdach installiert wurden. Langfristig ist jedoch damit zu rechnen, dass die meisten Photovoltaikanlagen in die Gebäudehülle oder in das Dach integriert werden.

Eine weitere wichtige Erkenntnis ist die, dass die Verteilung der Anlagen in der Schweiz nicht nach Gesichtspunkten der Strahlung erfolgt, sondern vielmehr dort, wo sich finanzstarke Anlagebesitzer befinden und/oder wo Subventionsbeiträge verfügbar sind. Dies äussert sich in einer starken Bal-

Art der Solarzellenanlage	Anzahl
Über dem Dach aufgebaut	37
Dachintegriert	4
Über der Fassade aufgebaut	1
Fassadenintegriert	3
Flachdachanlage	27
Freistehende Anlage	1
Total	**73**

Neigung der Solarzellenanlage	Anzahl
0° - 25°	18
26° - 50°	44
51° - 75°	8
76° - 90°	3
Total	**73**

Orientierung der Solarzellenanlage (Süden = 0°)	Anzahl
0° bis ±15°	42
±16 bis ±30°	16
±31 bis ±45°	11
mehr als ±45°	4
Total	**73**

Baujahr der Solarzellenanlage	Anzahl
1987	0
1988	4
1989	8
1990	32
1991	28
1992	1
Total	**73**

Tabelle 1 Statistische Auswertungen der bisher im Projekt erfassten Solarzellenanlagen
Die Gesamtzahl von 73 betrifft Anlagen, von denen bis März 1992 ein Anlageerfassungsblatt gemäss Bild 4 vorlag

FORMULAR ZUR ERFASSUNG VON SOLARZELLENANLAGE

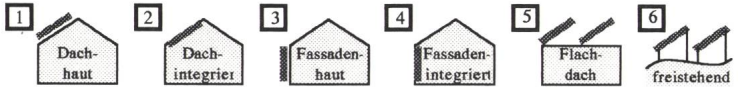
Anlage-codenummer: ☐ ☐ bitte ankreuzen

Angaben zur Solarzellenanlage

• Standort der Anlage:
PLZ: . . . . . ORT: . . . . . .
HÖHE ÜBER MEER: . . . . . .

• Wann wurde die Anlage installiert?:
BAUJAHR: . . . . . .

• Die Solarmodule sind wie folgt montiert:



• Folgende Solarmodule wurden bei der Anlage montiert:
ANZAHL: . . . . . NAME/TYP: . . . . . .

(Falls die Anlage aus verschiedenen Modultypen aufgebaut wurde, bitte um Angabe der Anzahl Module und des entsprechenden Typs)

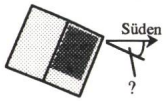
• Wie gross ist die DC-Nennleistung (entspricht der Summe der Nennleistungen aller Module) der Anlage?
DC-NENNLEISTUNG: . . . . . KILOWATT (kWp)

• Welcher Solarwechselrichter wurde verwendet?
ANZAHL: . . . . . NAME/TYP: . . . . . .

• Wie ist die Anlage ausgerichtet?

NEIGUNG: . . . . . (SENKRECHT MONTIERT = 90°)

Anzahl



ORIENTIERUNG: . . . . . (SÜDEN = 0°; WESTEN= +90°, OSTEN= -90°)

(Falls die Anlage aus unterschiedlich ausgerichteten Teilflächen besteht, bitte um Angabe der Anzahl Module, Neigung und Orientierung jeder Teilfläche)

• Stehen vor der Solarzellenanlage grössere Häuser, Bäume, Berge oder andere Objekte, die die Anlage beschatten (Winkel grösser als ca. 20°)? Kreuzen Sie bitte auch dann "JA" an, wenn Ihre Anlage aus mehreren Reihen besteht, die sich gegenseitig in dieser Weise beschatten.

Ja ☐ 1 Nein ☐ 2

ADRESSEN UND BESTÄTIGUNG

Anlage-codenummer: ☐

Die Angaben, die auf dieser Seite des Erfassungsformulars erhoben werden, dienen ausschliesslich dem internen Gebrauch beim VSE und werden vertraulich behandelt. Insbesondere werden Sie ohne Einwilligung des Anlagebesitzers oder der Anlagebesitzerin nicht an das mit der Untersuchung beauftragte Ingenieurbüro weitergegeben.

Allfällige Fragen in Bezug auf dieses Formular sind zu richten an:
W. Blum, VSE Informationsstelle Zürich, Tel. Nr. 211 51 91

Adressen

Adresse des Anlagebesitzers/ der Besitzerin:
NAME & VORNAME ODER FIRMA: . . . . . .
KONTAKTPERSON: . . . . . .
STRASSE: . . . . . PLZ: . . . . . ORT: . . . . . .
TEL. NR. DER KONTAKTPERSON: . . . . . .

Adresse der Person, die die Zählerablesungen durchführt:
NAME & VORNAME: . . . . . .
STRASSE: . . . . . PLZ: . . . . . ORT: . . . . . .
TEL. NR. DER ABLESENDEN PERSON: . . . . . .

Angaben zur Netzsituation

Elektrizitätswerk: . . . . . .

Existiert zu Ihrer Solarzellenanlage ein (oder mehrere) Zähler, der die Produktion der Anlage separat erfasst (d.h. die **reine** Produktion, nicht die Rücklieferung ins öffentliche Elektrizitätsnetz)? Ja ☐ Nein ☐

Bestätigung des Anlagebesitzers oder der Besitzerin

Mit dem Ausfüllen dieses Formulars erkläre ich mich bereit, während mindestens einem Jahr die Produktion meiner Solarzellenanlage abzulesen. Ausserdem bin ich einverstanden, dass allenfalls zur Erfassung der Produktion dieser Anlage, falls nicht schon vorhanden, ein Zähler installiert wird. Diese Installation wird durch den VSE oder durch das lokale Elektrizitätswerk finanziert und ausgeführt.

Ort: . . . . . Datum: . . . . . Unterschrift: . . . . . .

Einsenden an: VSE, Frau I. Fries, Bahnhofplatz 3, 8023 Zürich

Bild 4 Anlageerfassungsblatt
Anlagebesitzer, die bisher noch nicht bei der Auswertung dieses Projektes beteiligt sind, sind eingeladen, ebenfalls die hier angefragten technischen Daten ihrer Anlage bekanntzugeben, damit die Statistik der bereits vorhandenen Photovoltaikanlagen entsprechend ergänzt werden kann. Sehr willkommen wäre auch die zusätzliche Registrierung und Meldung der monatlichen Produktionswerte

lung von Solarzellenanlagen, vor allem in den Regionen Basel, Zürich und Bern. Hier spielen auch die vom Kanton gewährten Subventionen eine wichtige Rolle (siehe Bild 3). Andere Landesteile wie beispielsweise das Wallis weisen heute noch recht wenig Anlagen auf, obwohl dort das Strahlungsangebot und damit der mögliche Energieertrag in der Schweiz am grössten wäre.

Ausblick

In den kommenden Monaten wird versucht, die Zahl der erfassten Anlagen weiter zu erhöhen. Es wäre sehr erfreulich, wenn dieser Artikel dazu beitragen würde, dass sich weitere Anlagebesitzer melden, um an diesem Forschungsprojekt teilzunehmen. Wie bereits erwähnt, können sie dazu das Anlageerfassungsblatt (Bild 4) ausfüllen und an den VSE senden. Ausserdem sollen auch die Elektrizitätswerke und die Anlageersteller nach den neuesten von ihnen realisierten Anlagen befragt werden.

Langfristig ergibt sich durch die Anfang dieses Jahres in Kraft getretene Energienutzungsverordnung die gesetzliche Grundlage für eine Erhebung von Produktionsdaten aller Solarzellenanlagen. In welcher Form die Arbeiten dieses Projektes zu diesem Zweck weiterverwendet werden, wird im Moment noch diskutiert. Sicherlich werden auch die Elektrizitätswerke dabei eine grosse Rolle spielen, da sie am intensivsten Kontakt mit den Anlagebesitzern haben. Die Arbeiten dieses Projektes werden dann eine wichtige Grundlage zur Kontrolle und zur statistischen Auswertung der erfassten Daten bilden.

Man wird sich beim Bundesamt für Energiewirtschaft auch überlegen müssen, ob langfristig eine Kontrolle der erbauten Anlagen nicht wünschenswert wäre. Für die Beurteilung der Energiesituation ist es wichtig zu wissen, wie wirkungsvoll die in der Schweiz verkauften Solarzellen in den verschiedenen Anlagen eingesetzt werden.

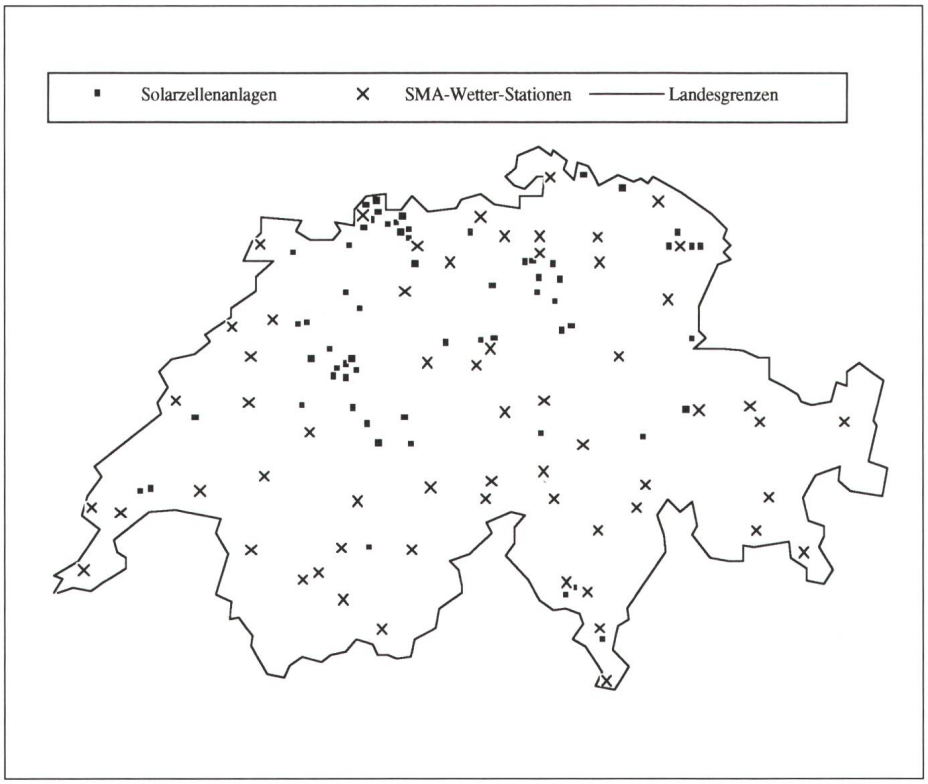


Bild 3 Solarzellenanlagen, deren Besitzer in einer ersten Phase des Projektes Ablesungen der Produktionszähler durchführen
Die Anzahl der Anlagen pro Kanton entspricht in etwa der Verteilung aller in der Schweiz gebauten Anlagen. Die Ballung von Anlagen in den Regionen Basel, Bern und Zürich sind augenfällig. Die Kreuze entsprechen Stationen der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt, deren Messdaten zur Berechnung des Soll-Wertes der Produktion der einzelnen Anlagen verwendet werden

Spielen Sie nicht mit dem Feuer.

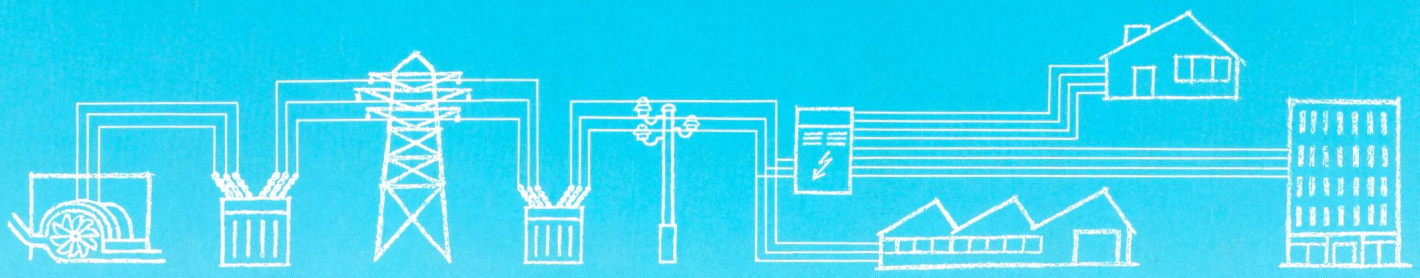
Schon der Sicherheit zuliebe. Wählen Sie Pyrofil, die hochwertigen Sicherheitskabel von Dätwyler. Sie sind überall dort heiss begehrt, wo Menschen, Maschinen und Anlagen durch Feuer und Flamme besonders gefährdet sind. In Gebäuden mit hoher Personalbelegung genauso, wie in Betrieben mit grossen Sachwertkonzentrationen.

Pyrofil steht für halogenfreie Materialien, geringe Brandfortleitung, minimale Qualmbildung und Umweltfreundlichkeit (PVC-frei), aber auch für den Funktionserhalt lebenswichtiger Systeme. Mehr als 90 Minuten (E 90) bieten Pyrofil-Kabelanlagen dem Feuerteufel die Stirn. Dafür garantieren anerkannte, praxisgerechte Prüfverfahren. Verlangen Sie die ausführliche Dokumentation.

Dätwyler

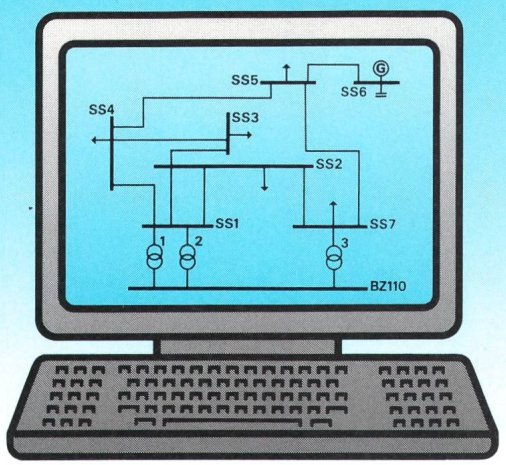
Dätwyler AG
Kabel und Systeme, CH-6460 Altdorf
Tel. 044/4 11 22, Fax 044/4 15 07

ELMES-Messtechnik: Mit weniger Daten mehr wissen.



Wie berechnen Sie Lastfluss und Kurzschluss-Ströme?

Die Software **ELMES NEPS** hilft Ihnen, beim Lastfluss, bei Kurzschlussberechnungen und bei **Staffelplänen für den Distanzschutz** die richtigen Entscheidungen zu treffen. Rufen Sie an, wir dokumentieren Sie gerne.



ELMES

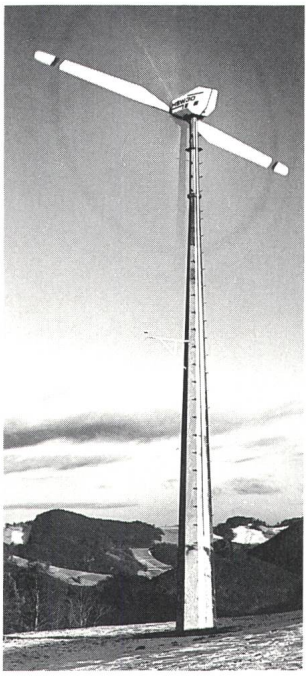
ELMES STAUB + Co AG
Systeme für die Messtechnik
8805 **Richterswil**
Telefon 01-784 22 22
Fax 01-784 64 07

Zetter SOLAR

Ihr Partner für Konzeption und Bau von Solaranlagen

Solothurn Grenchen
Biel Wiedlisbach

Solothurn Tel. 065 22 03 11
Biel Telefon 032 22 74 33



Wir helfen Energie sparen

Energieberatungen und -konzepte
Gebäudesanierung
Stromsparanalysen

Wir planen und bauen

Solaranlagen für Wärme und Strom
Holzheizsysteme
Windkraftanlagen

Wir vertreiben

Windkraftanlagen vom Typ
Bergey Windpower 1,5–10 kW
Husumer Schiffswerft – 250 kW

ALTENO AG
Dezentrale Energieversorgung

4438 Langenbruck
Ausserdorf 8
Tel. 062 60 16 22
Fax 062 60 12 65

Zweigstelle: 4057 Basel
Markgräflerstr. 18
Tel. 061 691 02 12
Fax 061 691 02 95