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: 88 (1997)

Heft: 10

Artikel: Solarmodule : optimal aus Dachbauelement : neue innovative Montagestrukturen für Photovoltaik-Flachdächer

Autor: Peyer, Werner

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-902198

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: 10.12.2025

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

Eine Projektgruppe, zusammengesetzt aus Vertretern der Wirtschaft sowie der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne (EPFL) hat sich im Rahmen des vom Bund unterstützten Forschungsprogramms Photovoltaik mit dem Projekt «Sofrel» (Solar Flat Roof Element) zum Ziel gesetzt, ein solares Flachdachelement zu entwikkeln. Dank der Unterstützung des Bundesamtes für Energiewirtschaft (BEW) konnte so eine kostengünstige Alternative zu herkömmlichen Photovoltaik-Montagestrukturen zur Marktreife gebracht werden.

Solarmodule – optimal auch als Dachbauelement

Neue innovative Montagestrukturen für Photovoltaik-Flachdächer

■ Werner Peyer

Das sogenannte «*Solar Flat Roof Element*» (Sofrel) soll die Funktion der Dachhaut mit der eines Photovoltaik-Unterkonstruktionselements kombinieren. Es kommt heute – nach verschiedenen Erstinstallationen bei Pilotanlagen in den letzten Jahren – vor allem auf Flachdächern und auf flachen Schrägdächern bereits erfolgreich zur Anwendung.

Projekt-Ausgangslage

Trotz einer Vielzahl von Solaranlagen auf Flachdächern beschränken sich gemäss *Peter Toggweiler* und *Daniel Ruoss* von der Enecolo AG, Mönchaltorf ZH (einer der am Projekt «Sofrel» beteiligten Partner), die Entwicklungsaktivitäten im Bereich Gebäude-Integration hauptsächlich auf die Fassaden- oder auf die Schrägdachintegration. Bisherige Flachdachinstallationen basieren auf dem Schwerlastprinzip; diese Montageart funktioniert, befriedigt aber weder ökonomisch noch ästhetisch. Mit der «Sofrel»-Entwicklung sollen diese Nachteile behoben werden. Ziel ist, ein Flachdachelement – ähnlich wie die Ziegel auf Schrägdächern – zu entwickeln, das die Funktion der Dachhaut mit der Funktion einer Montagestruktur für Photovoltaik kombiniert.

Damit soll der Unterhalt eines «Sofrel»-Flachdaches einfacher und günsti-

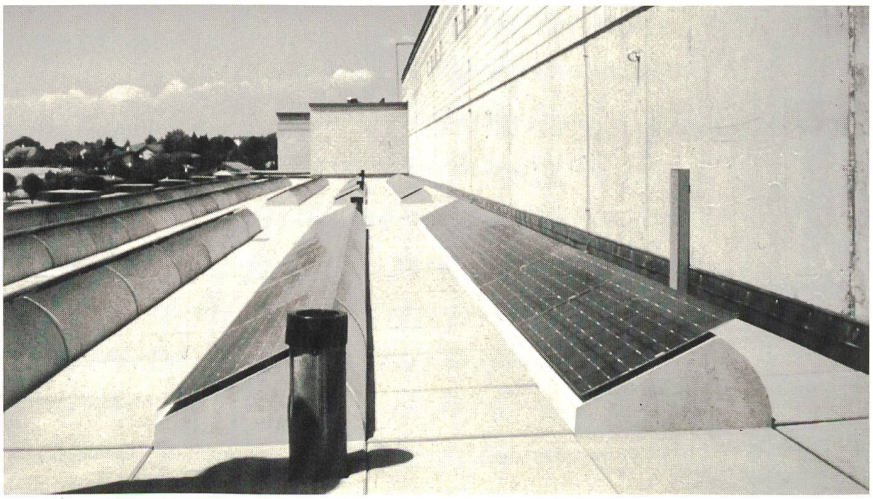


Bild 1 Solare Pilotanlage mit Betonsockeln als Tragkonstruktion (Solarmodule auf dem Dach der ETH Lausanne VD). (Fotos: EPFL/PMS/Enecolo AG)

Adresse des Autors
Werner Peyer
Fachpublizist BR/SFPV für Bau-, Energie- und Umwelttechnik, Postfach 2207, CH-8645 Jona SG

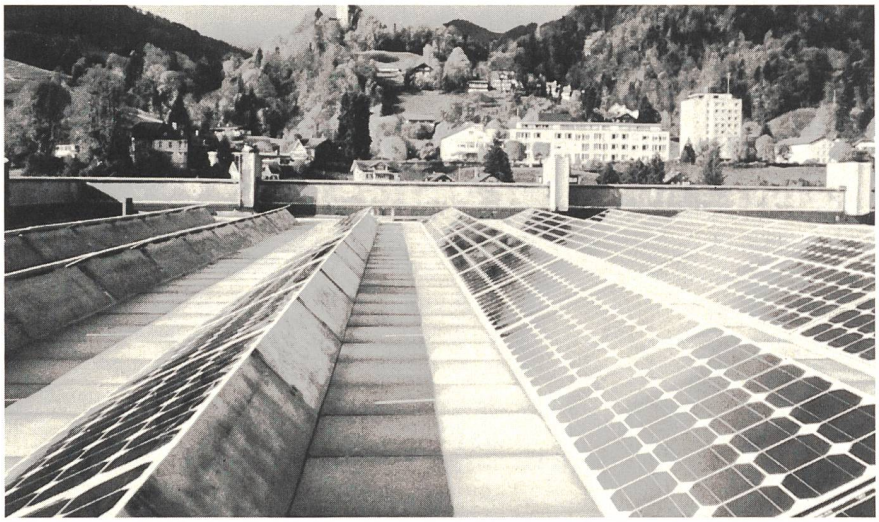


Bild 2 Solare Pilotanlage mit Betonsockeln als Tragkonstruktion (Solarmodule auf dem Dach der Gewerblichen Berufsschule Wattwil SG).

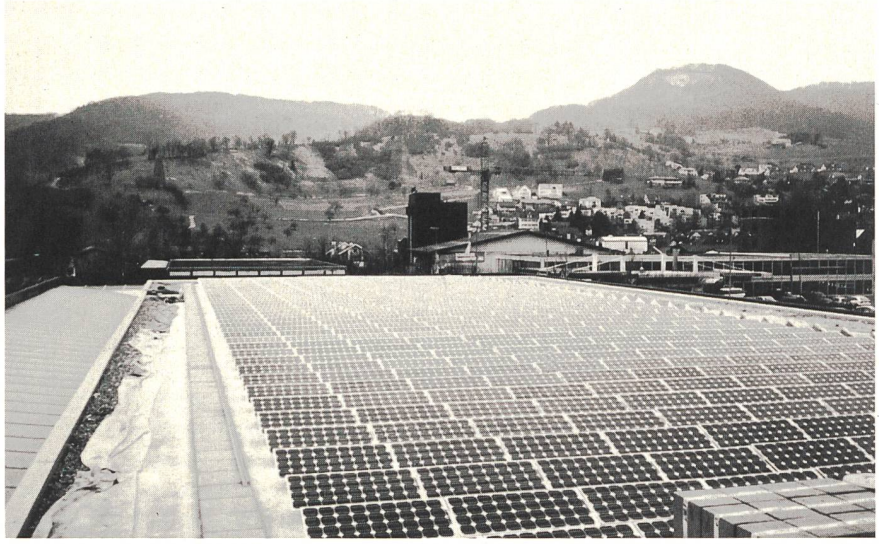


Bild 3 Als neuestes (weiterentwickeltes) Solarzellen-Montagesystem wurde kürzlich in Sissach BL im Rahmen des «Sofrel»-Projekts (Solar Flat Roof Element) diese 40-kW_p-Photovoltaikanlage in Betrieb genommen. Die Montagezeit dauerte (mit Unterbrüchen) rund drei bis vier Wochen.

ger werden. Dies sowohl im Vergleich mit herkömmlichen Photovoltaik-Flachdachinstallationen wie auch mit anderen Abdeckungen der Flachdachhaut. Aufgrund der *modularen Bauweise* und der einfach kontrollierbaren, direkt zugänglichen Dachhaut können mit dem «Sofrel»-Prinzip bescheidene Unterhaltskosten erreicht werden, welche mit denen von Schrägdächern vergleichbar sind.

Niedrigere Investitionen

Neben der flexiblen und zeitsparenden Handhabung bei der Montage der Photovoltaikmodule stand bei diesem Projekt natürlich auch die Kostenoptimierung im Vordergrund. Die Hauptvorteile der «Sofrel»-Entwicklung auf einen Blick:

- dauerhafte Dachhaut
- Materialeinsparungen
- kontrollierbare Dachhaut
- einfacher Dachunterhalt
- Nutzung der rückseitigen Reflexion
- schnelle und einfache Montage
- Hinterlüftung gewährleistet
- bessere Ästhetik
- günstige Montagestruktur für die Photovoltaik
- integrierte Verkabelung

Seit dem Beginn dieses Forschungsprojektes im Jahre 1991 sind bis heute mehrere Test- und Pilotanlagen mit den neuentwickelten Solarelementen realisiert worden (Bilder 1–4). Dank diesen Installationen und den daraus gewonnenen Erfahrungen ist das System jetzt marktreif. Mit den ersten Bestellungen von Anlagen mit über 100 kW und der entsprechenden Massenproduktion kann es zu günstigen Preisen angeboten werden. Im Vergleich zu konventionellen Montagestrukturen können Kostenreduktionen von mehr als 50% erreicht werden. Die Kosten pro installiertes W_p werden damit um etwa 5% gesenkt. Dazu kommen Vorteile im Bereich Ästhetik und durch die einfache Montage bzw. Demontage auch im Bereich langfristiger Dachunterhalt.

Bisherige Entwicklungsaktivitäten

Mit der Unterstützung des Eidgenössischen Bundesamtes für Energiewirtschaft (BEW), Bern, konnten bisher verschiedene Varianten der neuen Solarelemente getestet werden. Die Entwicklungsaktivitäten verfolgten ihr Ziel dabei gemäss den Projektverantwortlichen auf zwei verschiedenen Wegen: Neben zwei Konstruktionen mit gefalteten Metallstrukturen wurden bisher auch vier Varianten mit Beton entwickelt.

Während die beiden Metallvarianten als funktionsfähige Dachhaut konstruiert wurden, sind die Betonversionen – Ausnahme die Solaranlage auf dem Dach eines Spezialtraktes der Kantonsschule Zürcher Oberland (KZO) in Wetzikon ZH – als sogenannte «offene» Montagestrukturen ohne eigentliche Dachfunktion entwickelt worden (Bild 4). Für den zweiten Weg hat sich mit einer neu revidierten Version eines Betonsockels eine attraktive Möglichkeit für die Integration von Photovoltaikelementen auf Flachdächern eröffnet. Die Entwicklung einer neuen Flachdachhaut benötigt aber noch weitere Anstrengungen in den Bereichen Randabschlüsse und dire*kte Integration von Solarzellen in Baumaterialien*. Das ist auch der Grund dafür, dass das «Sofrel»-Projekt nach wie vor noch nicht abgeschlossen worden ist.

Kostenreduktion um den Faktor Zwei

Die aktuellste Version des neuentwickelten Montagesystems kann im Vergleich zur herkömmlichen Schwerlastfundation mit einer Kostenreduktion auf die Hälfte der bisherigen Investitionen im Bereich Flachdachmontage aufwarten. Erreicht wird dies mit einer Reduktion der Materialkosten auf die Hälfte und einer weiteren Senkung in derselben Grössenordnung beim Montageaufwand.

Der Entwicklungsweg zum einfachen und günstigen Montagesockel aus Beton

Forschungsprogramm Photovoltaik

Hauptbeteiligte am «Sofrel»-Projekt

Folgende Unternehmen sind bzw. waren am Projekt «Sofrel» (Solar Flat Roof Element) beteiligt:

- Eidgenössische Technische Hochschule (EPFL/LESO) Lausanne VD
- Schweizerische Bankgesellschaft (SBG/UBS), Zürich
- Enecolo AG (ehemals PMS Energie AG), Mönchaltorf ZH
- Alpha Real AG, Zürich
- Muller & Ganz, Architekten, Genève

Das Projekt wurde im Rahmen des Aktionsprogramms «Energie 2000» vom Eidgenössischen Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW), Bern, massgeblich unterstützt.

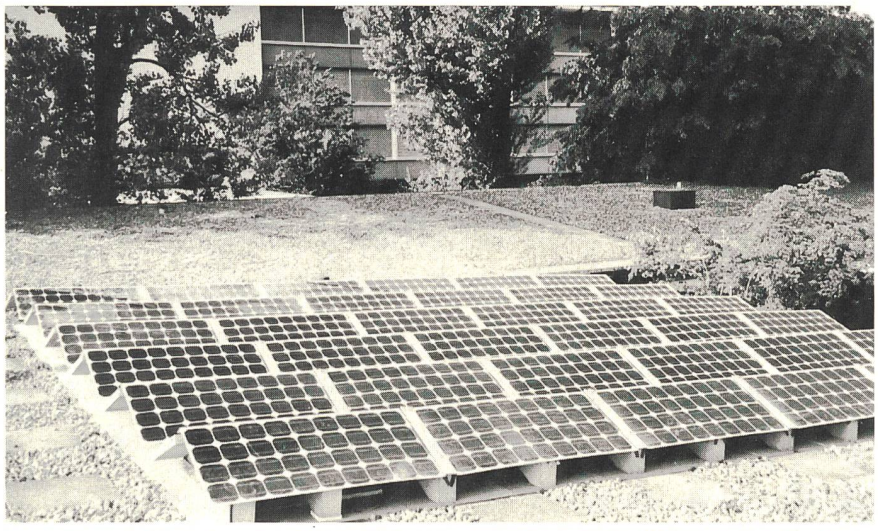


Bild 4 Blick auf die auf einem Spezialtrakt der Kantonsschule Zürcher Oberland in Wetzikon ZH installierte Solaranlage. Mit diesem Projekt demonstriert diese zürcherische Schule die sanfte Energienutzung im praktischen Anschauungsunterricht. Die Solarpanels liefern im vorliegenden Fall nicht nur Strom, sondern dichten auch das Flachdach ab.

(«Sofrel»-Sockel Typ Wave™) führte über mehrere Stufen. Eine erste Variante, wie sie beispielsweise bei der Pilotanlage auf dem Dach der Eidgenössischen Hochschule (EPFL) in Lausanne VD realisiert worden ist, zeigte insbesondere die ästhetischen Vorteile auf, welche mit dem «Sofrel»-Design erreicht werden können (Bild 1). Bei diesem Versuchsprojekt konnten auch unterschiedliche Verbindungsvarianten Beton – Solarmodul getestet werden. Die eingesetzten Betonsockel konnten aber den Anforderungen einer einfach montierbaren und günstigen Struktur damals noch nicht genügen. Dazu war eine einfacher zu produzierende Sockelstruktur nötig.

Für die Photovoltaikanlage auf dem Dach der Gewerblichen Berufsschule Wattwil SG (GBW) wurde dann bereits eine leichter verlegbare Struktur (Sockelrahmen) konstruiert (Bild 2). Das grössere Modul und die Bedingung, dass ohne Hebewerkzeuge gearbeitet werden muss, verlangte einen mehrteiligen Sockel. Für eine neue Struktur sollten deshalb gemäss dem «Sofrel»-Projektbeschrieb die Betonteile soweit vereinfacht werden, dass eine maschinelle Fabrikation möglich wurde. Die Verbindung Betonsockel bis Solarmodul sollte ausserdem mit wenigen Handgriffen hergestellt, aber möglichst ebenso einfach wieder demontiert werden können. Das Ergebnis dieser Entwicklung ist das an dieser Stelle unter anderem vorgestellte «Sofrel»-System, das in enger Zusammenarbeit von Architekten, Beton- und Metallbauteilherstellern sowie Ingenieuren aus der Photovoltaikbranche entstanden ist.

Funktionsfähiges Solardach

Auf dem anderen Entwicklungsweg (Konstruktionen mit gefalteten Metallstrukturen) konnte nach Angaben der Projektbeteiligten leider nicht ein ähnlicher Erfolg verbucht werden; die Aufgabenstellung ist hier allerdings auch um einiges komplexer. Zwar konnten mit gefalteten Metallblechen zwei Testinstallationen erstellt werden. Durch die Verbindung dieser Metallstrukturen mit Standard-Solarmodulen entstanden aber in beiden Fällen Schwachstellen in der Dachhaut, welche die gewünschte langfristige Dauerhaftigkeit dieser Lösungen beeinträchtigen könnten. Sollten in Zukunft Metallstrukturen mit direkt integrierten Solarzellen zur Verfügung stehen, könnte diese Lösung allerdings wieder aufgegriffen werden.

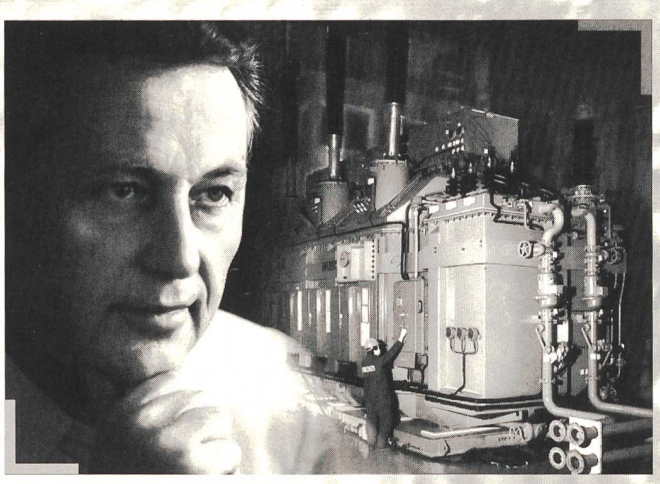
Um die Nachteile einer Befestigung der zu leichten Dachhaut (aus Metall) auf das Gebäude zu umgehen, wurde eine weitere Variante ebenfalls mit Betonsockeln konstruiert. Für die Abdichtung zwischen den Sockelreihen wurde eine Metallrinne eingesetzt. Während die Betonbauteile dieser Anlage bei der erwähnten Photovoltaikanlage in Wetzikon (Bild 4) bereits auf eine mögliche Automatisierung der Produktion ausgelegt worden sind, benötigen sowohl die speziellen Modulrahmen wie auch die Metallrinnen und die Randabdeckungen noch weitere Entwicklungsschritte in Richtung Standardisierung der Bauteile.

Module solaire – optimal, entre autres, en tant qu'élément de toiture

Nouvelles structures de montage innovatrices pour des toits équipés de capteurs solaires

Dans le cadre du programme de recherche *Photovoltaïque* soutenu par la Confédération, un groupe de projet formé de représentants de l'économie et de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) s'est fixé pour objectif de développer un élément photovoltaïque de toit plat en réalisant le projet *Sofrel* (Solair Flat Roof Element). Grâce au soutien de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), le projet a débouché sur une solution de remplacement des systèmes de montage classiques à la fois avantageuse et commercialisable.

Qualität, die weltweit besteht



Vom umweltfreundlichen Doppelkesseltrafo bis zum Hochleistungstrafo mit 300 MVA Nennleistung. Die Stärke der EBG ist es, daß sie jeden ihrer Transformatoren optimal auf kunden-spezifische Wünsche abstimmt.

Und dieses Leistungsplus bewährt sich in aller Welt.

EBG Elektromaschinenbau GmbH
A-4020 Linz, Kraußstraße 7
Tel. (+43/732)6939-0, Fax 0732/6939-71

EBG

Ein Unternehmen der VATECH

Mensch < Energie > Technik

LEC LEUTENEGGER ENERGIE CONTROL

FREUDE STATT WIRTSCHAFTLICHKEIT

EIN KLEINER SO GUT WIE DIE GROSSEN

Eine revolutionäre Erfindung
Das EinStein - System

PLUG AND PLAY

300 WATT

STROM FÜR DIE STECKDOSE

Werkstrasse 3 8700 Küsnacht Tel / Fax 01 910 12 00

AMAX Energie

Importateur exclusif pour la Suisse
panneaux photovoltaïques
SHELL Solar Energy
Elektro-Solar-Generatoren
Generalimporteur Schweiz

Sämtliches Material für den Elektriker!
Netzeinspeisung und Inselanlagen

Vy-Creuse 17 **CP 549** **1196 Gland**
Tel. 022 364 31 69 **Fax 022 364 43 69**

ECOPOWER®

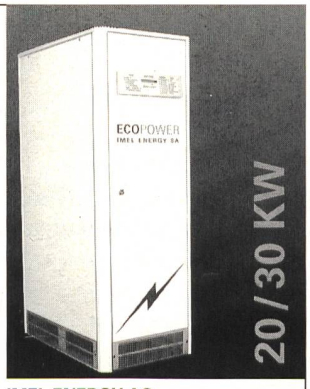
DER NEUE FORTSCHRITTLICHE STATISCHE
LEISTUNGS-WECHSELRICHTER
FÜR PHOTOVOLTAISCHE ANWENDUNGEN
(AB 10 KW 3Ø BIS MW)

VORTEILE
- SELBSTGEFÜHRT (PWM 12/24 kHz)
- HOHER WIRKUNGSGRAD (95%)
- LEISTUNGSFAKTOR > 0,98 / 0,99
- STROMKLIRRFAKTOR < 4 %
- STROMOBERWELLEN < 2,5 %
- INDUSTRIEPRODUKT (standardisierte Ersatzteile)
- PARALLELSCHALTBAR OHNE BEGRENZUNG
- GROSSER UMGEBUNGS-TEMPERATURBEREICH (-20°/+50°C)
- GERÄUSCHENTWICKLUNG < 55 dB(A)
- "MPT"-REGELBEREICH: ± 15%
- MODULARER AUFBAU in IGBT-TECHNIK
- SCHRÄNKE aus rostfreiem Stahl für Aussenaufstellung geeignet

ERFÜLLTE NORMEN
- VDE 0100 / 0160
- Entstörung: VDE 0875/N
- Netzrückwirkung: SEV 3600-1/ VDE 0160
- Qualitätsnorm ISO 9001
- Elektronikteil geschützt IP 54
- Konform der ESTI- Vorschriften

OPTIONEN
- Galvanische Trennung Array-Netz
- Vollständiges Fernmeßsystem und Fernausschaltung über PC (IBM komp.)

NEU SERIE MK II
- Preiswert
- Ausfürung IP 21



IMEL ENERGY AG
für Magnetics, UPS und Solar-Energy
CH-6595 Riazzino (Locarno)-SCHWEIZ
Tel. ++41/(91) 859 17 31
Fax ++41/(91) 859 17 32

Ein besonderer Vorteil: Der ECOPOWER-Wechselrichter, in Kombination mit dem PC-gesteuerten Fernsteuerungs- und Fernmeßsystem, kann über ein Modem mit unserer Kundendienstzentrale in Riazzino (Schweiz) verbunden werden.