

**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:** 82 (1991)

**Heft:** 10

**Artikel:** Photovoltaikanlagen auf Schuldächern zu Unterrichtszwecken

**Autor:** Herzog, L.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-902967>

### **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:** 30.03.2025

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

# Photovoltaikanlagen auf Schuldächern zu Unterrichtszwecken

L. Herzog

**Um die Ziele des Aktionsprogrammes «Energie 2000» zu erreichen, ist die Sensibilisierung der Bevölkerung auf den Wert von Energie unumgänglich. Solaranlagen, speziell auf Schulhäusern, sind dazu ein sehr geeignetes Mittel. Der Beitrag beschreibt zwei Photovoltaikanlagen, die auf Gymnasien in Baselland projektiert wurden.**

***Il est indispensable de sensibiliser la population à la valeur de l'énergie si l'on veut atteindre les objectifs du programme d'action «Energie 2000». Les installations photovoltaïques, en particulier celles installées sur certains toits d'écoles, en sont un moyen approprié. L'article décrit deux installations photovoltaïques que l'on prévoit d'installer sur les toits de gymnases à Bâle-Campagne.***

Im Aktionsprogramm «Energie 2000» hat der Bundesrat seine energiepolitischen Ziele und Massnahmen für die nächsten 10 Jahre formuliert. Danach soll die jährliche Stromverbrauchszunahme bis ins Jahr 2000 auf Null reduziert und danach der Stand gehalten oder gesenkt werden. Bis zum gleichen Zeitpunkt wird ein Anteil von 0,5% der Stromerzeugung durch erneu-

## Solarenergie – ein tolles Erlebnis

Am Anfang war es für uns nur ein vager Begriff. Doch dann wagten wir uns im Rahmen des Physikunterrichtes näher an das Thema Energie und Photovoltaik heran. Die dabei gewonnenen Kenntnisse und ähnliche Projekte in der Region bewogen uns sodann, den Vorschlag für eine Solaranlage auf dem Dach unseres Schulhauses anzubringen. Bei Lehrern und Schulleitung stiessen wir auf offene Türen. Und als sich auch noch der Regierungsrat positiv zu unserem Projekt äusserte, stand der Realisierung nichts mehr im Wege. Auf jeden Fall ging danach alles sehr schnell. Mit Freuden sahen wir zu, wie sich aus unserer Idee langsam aber sicher etwas sehr Konkretes entwickelte. Ein Höhepunkt war sicher, dass wir uns aktiv am Bau der Anlage beteiligen konnten: Eine Woche lang verbrachten wir in einer Spenglerei beim Sägen, Schleifen und Bohren von Gerüstteilen, und eine zweite Woche beim Zusammenschrauben und Montieren der Solarpanels. Alles in allem für Schüler und Schülerinnen und Umwelt ein tolles Ereignis.

*Schüler und Schülerinnen  
Gym Oberwil*

erbare Ressourcen (Sonne, Wind und Biogase, ausgenommen Wasserkraft) angestrebt. Die weiteren Ziele des Aktionsprogrammes liegen ausserhalb des Rahmens dieses Artikels.

Die Ziele von «Energie 2000» sollen primär durch freiwillige Beiträge von Privaten, Industrie und öffentlicher Hand erreicht werden. Bei dieser starken Ausrichtung des Aktionsprogrammes auf freiwillige Beiträge ist die Sen-

sibilisierung der Bevölkerung auf das gemeinsame Ziel unumgänglich. Gerade Solaranlagen können dazu wertvolle Dienste leisten, sind sie doch markant und exponiert montiert. Sie helfen mit, den Umgang mit Energie bewusst zu gestalten. Stromsparmassnahmen werden von einem Grossteil der Bevölkerung gar nicht bemerkt und sind deshalb für die Sensibilisierung nicht sehr hilfreich.

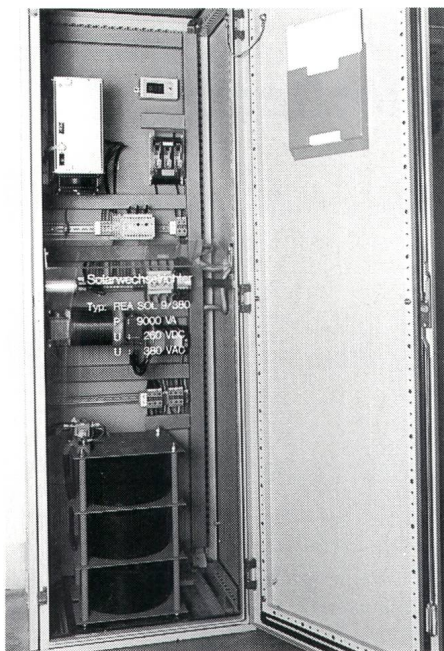
Photovoltaikanlagen, besonders auf Schulhausdächern montiert, können zu einem Kristallisationspunkt für einen Wertewandel im Umgang mit Energie werden. Schüler und Schülerinnen von heute werden bis ins Jahr 2000 die Gesellschaft massgeblich mitgestalten. Eine frühe Sensibilisierung für die Möglichkeiten und Grenzen der Photovoltaik wird einen bewussten Umgang mit Energie in Zukunft stark fördern.

Die Alteno AG, Langenbruck, hat vom Hochbauamt Baselland den Auftrag zur Planung und Realisierung von zwei Photovoltaikanlagen auf den Gymnasien Oberwil und Münchenstein erhalten. Die Anlage Münchenstein ist seit einiger Zeit in Betrieb, die Anlage Oberwil ging Ende April in Funktion. Im folgenden werden die beiden Anlagen beschrieben.

## Photovoltaikanlage Gymnasium Oberwil

Schon vor längerer Zeit bildete sich am Gymnasium eine Gruppe von an Photovoltaik interessierten Schülern und Schülerinnen. In einem Brief an den Regierungsrat wurde der Wunsch nach einer PV-Anlage auf dem Dach des Gymnasiums formuliert. Die Schule unterstützte das Begehren, worauf der Realisierung der Anlage zusammen mit einer Datenerfassung für das Physikpraktikum nichts mehr im Wege stand.





**Bild 1** Der Wechselrichter REA SOL 9/380 besticht durch den einfachen klaren Aufbau

Von Beginn der Projektformulierung an war eine Gruppe von Schülern und Schülerinnen engagiert dabei. Durch diese Gruppe wurde die restliche Schülerschaft via «Gymbrief» jeweils über den Stand der laufenden Arbeiten informiert. Ein wichtiges Ziel der Projektierung war die grösstmögliche Integration der Schülerschaft in den Anlagenbau. Die Unternehmeraufträge wurden entsprechend abgefasst. Aus Eigeninitiative des Schlossers wurde es z.B. möglich, dass die gesamte Tragstruktur für die Panels durch Schüler und Schülerinnen hergestellt wurde. Arbeitsgän-

ge wie Anreissen, Bohren, Sägen usw. konnten von den Schülern unter Aufsicht selbständig durchgeführt werden. Das Vorbereiten des Daches, die Kranarbeiten und die anschliessende Montage der Struktur samt Panels erfolgten ebenfalls unter tatkräftiger Mitarbeit der Schüler. Für die Beteiligten ergab sich so ein äusserst wertvoller Einblick in die Arbeit des Gewerbes. Aus Sicherheitsgründen (Umgang mit hohen Gleichspannungen) wurden die Elektroarbeiten durch den Installateur ausgeführt. Der Aufbau der Messdatenerfassung inklusive Auswertprogramm wird aber weiteren Schülern und Schülerinnen die Möglichkeit zur praktischen Arbeit im Rahmen des Physikpraktikums bieten.

Nach Fertigstellung wird sich die Anlage gemäss den Daten nach Tabelle I präsentieren. Die 105 Solarpaneele Solarex MSX60 sind in 7 Gruppen zu je 15 Panels in Serie geschaltet. Die gesamte Leistung der Anlage ergibt sich zu 6,3 kVA. Im Sammelschrank sind die Gruppen einzeln abgesichert und über Rückspeisedioden entkoppelt. Der Wechselrichter der Firma Rheinelektra ist im Dachaufbau für die Sternwarte optimal plziert. Der REA Typ 9 kVA ist ein dreiphasiges Gerät mit sehr guten Leistungsdaten. Mittels Pulsweitenmodulation und einer Leistungstransistorbrücke wird der Gleichstrom in netzkonformen Wechselstrom umgewandelt und mit  $\cos\phi = 1$  ins Hausnetz eingespeist. Um die Verluste des Wechselrichters zu minimieren, ist ein Ringkerntransformator eingebaut. Der solarproduzierte Strom wird mit einem

Stromzähler erfasst, welcher auf die monatsweise Abspeicherung von Leistungs- und Energiedaten eingerichtet ist.

Es ist vorgesehen, dass im Physikpraktikum eine Auswertung von Messdaten erfolgen wird. Im Projekt ist nur die Datenerfassung vorbereitet worden; der Aufbau von Anzeigetafeln und Computerauswertprogrammen wird durch die Schule geschehen. Neben den gleichstrom- und wechselstromseitigen Daten werden noch die Umgebungs-

*Tabelle II*

## Photovoltaikanlage Gymnasium Münchenstein

### Apparate:

|                |                                        |
|----------------|----------------------------------------|
| Panel          | Solarex MSX 60                         |
| Wechselrichter | SI 3000                                |
| Messung        |                                        |
| Solarstrahlung | Solar 118<br>(Messkopf und Integrator) |

|                    |                 |
|--------------------|-----------------|
| Gleichstromwandler | 3 x DWV 20      |
| Stromzähler        | Tarigyr 400 L&G |

### Anlagendaten:

|             |                                                   |
|-------------|---------------------------------------------------|
| Panelfläche | 25 m <sup>2</sup>                                 |
| Leistung    | 3,0 kW <sub>p</sub> AC<br>0,75 kW AC bei 5...25 V |

|                                                |           |
|------------------------------------------------|-----------|
| Schreiberanschlüsse für Messwert-<br>erfassung | AC und DC |
|------------------------------------------------|-----------|

|                                             |          |
|---------------------------------------------|----------|
| DC-Anschluss<br>für Labor und<br>Unterricht | 5...25 V |
|---------------------------------------------|----------|

Anzeigen für zahlreiche Messdaten

und die Paneltemperatur sowie die solare Einstrahlung auf die Panelebene gemessen und bis ins Praktikumszimmer übertragen.

## Photovoltaikanlage Gymnasium Oberwil

*Tabelle I*

### Apparate:

|                |                            |
|----------------|----------------------------|
| Panel          | Solarex MSX 60             |
| Wechselrichter | Rheinelektra REA Typ 9 kVA |
| Zähler         | Tarigyr 400                |
| Solarstrahlung | Solar 119 (Messkopf)       |

### Anlagendaten:

|                |                                                                                    |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Panelfläche    | 50 m <sup>2</sup>                                                                  |
| Leistung       | 6,3 kW <sub>p</sub> (ausbaubar<br>bis 9 kW <sub>p</sub> )                          |
| Datenerfassung | AC, DC und Solar<br>per Computer<br>Auswertprogramme durch<br>Schule ausgearbeitet |

|           |                                                                      |
|-----------|----------------------------------------------------------------------|
| Planung   | Alteno AG, Langenbruck                                               |
| Elektro   | Weibel und Keller AG,<br>Bottmingen                                  |
| Schlosser | Senn AG, Therwil<br>Leo Engeler, Solarinstalla-<br>tion, Langenbruck |



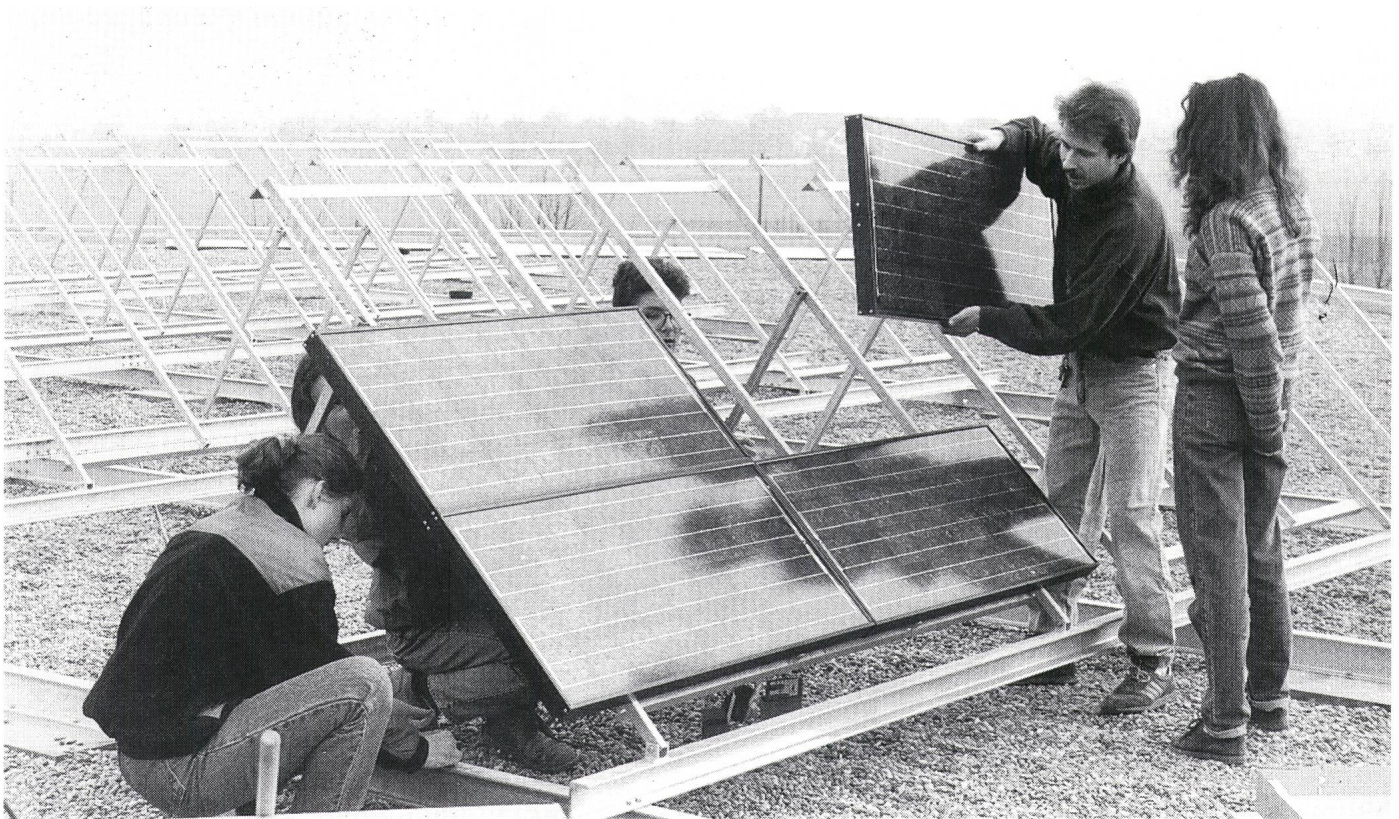
**Bild 2** Schüler und Schülerinnen bereiten das Dach für die Montage der PV-Anlage vor

## Photovoltaikanlage Gymnasium Münchenstein

Die Anlage Gymnasium Münchenstein war ein Geschenk des Kantons an die Schule zu ihrem 25jährigen Bestehen. Die Anlage wurde in Zusammenarbeit mit der Abteilung Physik projektiert und ohne Beteiligung der Schülerschaft realisiert. Bei dieser Anlage wurde Wert auf eine klare Darstellung von Messwerten mit grossen Drehspulinstrumenten gelegt.

Die klassische 3-kW-Anlage arbeitet mit dem Wechselrichter SI-3000. Die Daten der Anlage sind in Tabelle II zusammengefasst, die Funktion ist in Bild 4 dargestellt. Die 51 Solarpaneele Solarex MSX60 sind in 17 Gruppen zu je 3 Panels in Serie verdrahtet und einzeln





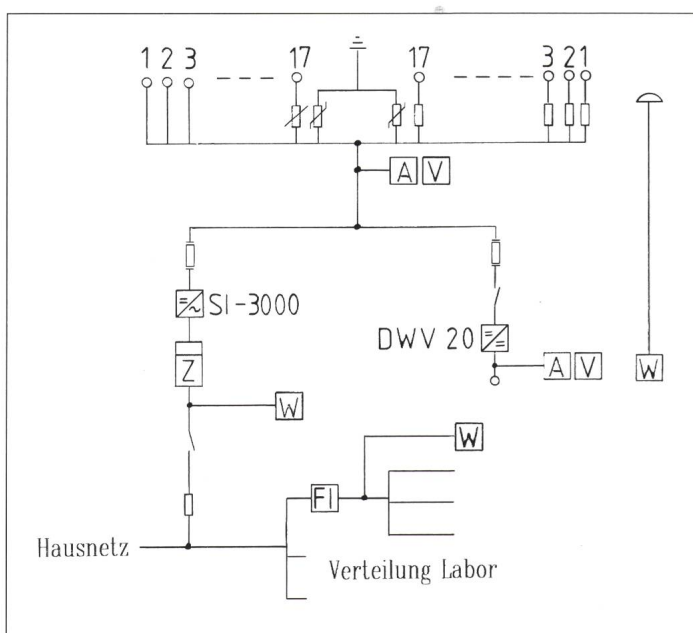
**Bild 3** Die Alteno AG konzipierte die Tragstruktur so, dass die Schüler und Schülerinnen möglichst weit in den Anlagenbau integriert werden konnten

abgesichert auf einen Sammelkasten geführt. Im Sammelkasten können Spannung und Strom des Feldes abgelesen werden. Ein Solarimeter misst die solare Einstrahlung in der Panelebene.

Die Panelneigung kann auf Sommer- und Winterproduktion eingestellt werden.

Der SI-3000 ist im Physikraum installiert. Unmittelbar daneben findet

sich das Instrumententableau mit den Anzeigen und Schreiberausgängen. Gemessen werden die momentan eingespeiste Leistung und der momentane Verbrauch durch Praktikumsversuche. Ein Teil der Leistung des Solarpanelfeldes kann auf eine Gleichstromschiene abgezweigt und für DC-Versuche verwendet werden. Die drei parallel geschalteten Gleichstromwandler DWV 20 erlauben ein stufenloses Wählen der Spannung zwischen 5 und 25 V DC bei einer maximalen Leistung von 750 W. Die Gleichspannung kann in die Unterrichtsräume und auf die Labortische verteilt werden. Spannung und Strombezug werden angezeigt.



**Bild 4**  
Schema der  
Photovoltaikanlage  
Münchenstein

## Erfahrungen

Es hat sich gezeigt, dass die Abstützung eines Projektes im Schulalltag sehr wichtig ist. Engagement von Seiten der Schulleitung und der Schülerschaft bestimmt den Erfolg wesentlich mit. Anlagen auf Schulen bieten Gelegenheit zu praktischer Arbeit mit Solarenergie. Diese sollte nicht ungenutzt verstreichen.



# Transformatorstation Typ T 87



- Architektonisch sehr attraktiv, nur 1,5 m über Terrain
- Grösste Dauerhaftigkeit dank Beton und Chromstahl
- Bis vier Hochspannungsfelder 24 kV
- Grosse Niederspannungsverteilung
- Transformator 630 kVA
- Natürliche Kühlung
- Ideal in Fällen, bei denen eine Innenraumbedienung ausser Betracht fällt.

Qualität und Preis überzeugen.

Verlangen Sie nähere Unterlagen bei

**RUTSCHMANN**

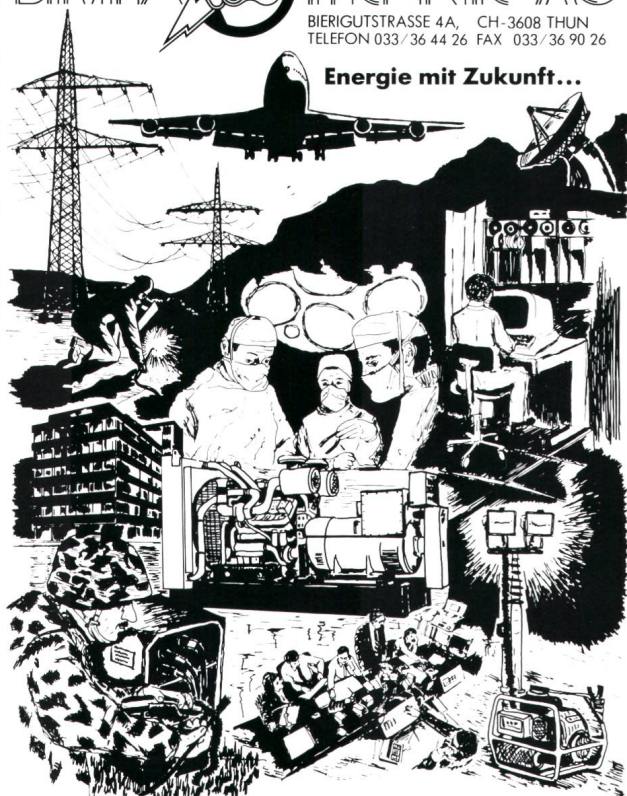
**Rutschmann AG**

8627 Grüningen, Tel. 01/935 21 56

Fax 01/935 21 76

**BIMEX TECHNIX AG**  
 BIERIGUTSTRASSE 4A, CH-3608 THUN  
 TELEFON 033/36 44 26 FAX 033/36 90 26

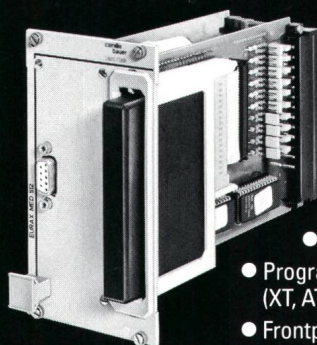
Energie mit Zukunft...



Stromerzeugungs-, Spitzenlast- und Wärme-Kraft-Koppelungsanlagen mit Diesel- oder Gasmotoren.

# EURAX

## Sofort und MED 512 richtig reagieren können.



Messdaten-Analysator zur permanenten Überwachung von Netzwerken in allen Industriezweigen.

- Bis 16 Messeingänge
- 5 Standardprogramme, z.B. für Auslastungskurven, Ausfallstatistiken, statistische Verteilungen
- Steckbares Speichermodul
- Programmierung und Auswertung auf PC (XT, AT, 386, DOS 4.0)
- Frontplattenbreite 14 TE (~70 mm)

**camille bauer**

Camille Bauer AG  
 5610 Wohlen  
 Telefon 057 21 21 11  
 Telefax 057 22 74 32  
 Telex 827 901 cbm ch

