

<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>	83 (1992)
<b>Heft:</b>	10
<b>Artikel:</b>	Photovoltaikgeneratoren als Element der Gebäudehülle
<b>Autor:</b>	Posnansky, M. / Cottier, J.-M. / Scheidegger, F.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-902827">https://doi.org/10.5169/seals-902827</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:** 11.01.2026

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

# Photovoltaikgeneratoren als Element der Gebäudehülle

M. Posnansky, J.-M. Cottier und F. Scheidegger

**Photovoltaikanlagen nicht als zusätzliche Elemente auf oder am Gebäude zu montieren, sondern in die Gebäudehülle zu integrieren, so dass sie zumindest teilweise deren Funktion übernehmen können – das ist das Ziel der hier beschriebenen Anlagenkonzepte. Es werden verschiedene Beispiele vorgestellt, bei denen diese Gebäudeintegration auch auf ästhetisch sehr ansprechende Weise gelöst wurde.**

**Les installations photovoltaïques ne sont pas simplement des éléments additionnels pouvant être placés sur un bâtiment, mais elles doivent au contraire être bien intégrées dans le bâtiment afin de pouvoir remplir, du moins en partie, leur fonction – tel est l'objectif des conceptions d'installation décrites ici. Divers exemples mettant en évidence l'aspect esthétique de cette intégration sont présentés ici.**

## Adressen der Autoren

Mario Posnansky und Jean-Marc Cottier,  
Atlantis Energie AG, Thunstr. 43a, 3005 Bern,  
Fritz Scheidegger, Scheidegger Metallbau AG,  
3422 Kirchberg/BE.

## Gebäudeintegration von Photovoltaikelementen

Die umfassende Nutzung der Photovoltaik zur Stromerzeugung hängt entscheidend davon ab, dass die flächenförmigen Photovoltaikgeneratoren in ästhetisch befriedigender Weise in die Gebäudehülle selbst integriert werden können. Dächer und Fassaden stellen ein grosses Flächenpotential für die Energienutzung dar und können daher längerfristig einen grossen Beitrag an die Erzeugung von umweltfreundlichem Strom (und Wärme) mit der unerschöpflichen Energie der Sonne leisten.

Die Firma Atlantis Energie AG hat sich schon vor mehreren Jahren zum Ziel gesetzt, Photovoltaikgeneratoren zu entwickeln, die gleichzeitig auch die Funktion eines Gebäudeteils erfüllen, um somit unter anderem als Dach- oder Fassadenelemente verwendet werden können.

Neben dem Vorteil der ansprechenden ästhetischen Bauweise gegenüber den auf Feldern und Dächern aufgeständerten oder aufgesetzten PV-Anlagen ergeben sich bei der Gebäudeintegration auch interessante Synergieeffekte: Kosteneinsparungen resultieren unter anderem

- durch die Substitution der Aufwendungen für konventionelle Dach- und Fassadenbauteile,
- durch die Einsparung teurer Trag- und Befestigungsstrukturen (und Fundamente) sowie von Installations- und Montagearbeiten, die grösstenteils den Kosten für das Gebäude selbst angelastet werden können.

Falls es bei der Integration der Photovoltaikmodule gelingt, auch die gleichzeitig anfallende Wärme sinnvoll zu nutzen (Photovoltaikpanels sind unvermeidbar auch Wärmequellen), ergeben sich zusätzlich Energieeinspa-

rungen. Wichtig ist auch, dass der Energieeinsatz für die Herstellung der konventionellen Bauteile entfällt, so dass sich dadurch auch die Energierücklaufzeit für die Photovoltaik dementsprechend verkürzt.

Die Realisierung von vielfältigen gebäudeintegrierten PV-Anlagen bzw. die Demonstration von erfolgreichen Einbaubeispielen ist von erheblicher Bedeutung, um die Akzeptanz der Photovoltaik-Stromerzeugung – bei den heute noch bestehenden Vorbehalten – voranzutreiben.

Erste Anlagebeispiele wurden bereits realisiert. Die als Bauelemente gestalteten Atlantis-PV-Generatoren wurden dabei nach einem eigenen Verfahren in der Schweiz hergestellt.

Im folgenden werden solche PV-Generatoren näher beschrieben und Hinweise auf die realisierten Anlagen gegeben.

## Anforderungen an PV-Generatoren zur Gebäudeintegration:

- Rahmenlose PV-Module beliebiger Abmessungen (Gestaltungsfreiheit der Architekten), insbesondere auch grossflächige Generatoren und Module mit grosser Spannweite.
- Mechanische und thermische Stabilität gegen äussere Kräfte und klimatische Einflüsse (Stürme, Hagel, Hitze, Kälte, hohe Feuchtigkeit usw.).
- Absolute Dichtheit gegen korrosive Dämpfe aller Art (rundherum dampfdicht).
- Flexibilität bei der internen Verschaltung (variable Modulspannung erforderlich).
- Ästhetisches Aussehen (keine sichtbaren elektrischen Leiter, ansprechende Farbkombinationen Zellen/Hintergrund usw.).
- Geeignete elektrische Anschlüsse für eine einfache Montage in Fassaden und Dächer.

## Genereller Aufbau der Module

Die mechanische Stabilität des Generators wird durch die Verwendung eines vorgespannten Glases und einer elastischen Zwischenschicht aus Ethyl-Vinyl-Azetat (EVA), in der die Zellen beidseitig eingebettet sind, gewährleistet. Durch die Verwendung von eisenarmem Glas und des während des Fabrikationsvorganges unter Vakuum und bei höheren Temperaturen und Pressdrücken polymerisierten EVA werden gute optische Eigenschaften für die Einkoppelung der Sonnenstrahlung erzielt.

Der Schutz der Halbleiterzellen und der Kontaktierung gegen äußere chemische Einflüsse (Dämpfe) wird durch die vorderseitige Glasabdeckung und eine rückseitige, beidseitig mit Tedlar beschichtete, dampfundurchlässige Aluminiumfolie gewährleistet. Eine zusätzliche Schicht zwischen den Zellen und der beschichteten Folie sorgt für den notwendigen Abstand zur Verhinderung von elektrischen Durchschlägen bei hohen Betriebsspannungen. Spezielle Beachtung wurde zudem den Randzonen des Laminates und den elektrischen Durchführungen geschenkt. Eine gute seitliche Abdichtung gegen Feuchtigkeit bzw. Eintritt von Dämpfen wird erreicht über die an den Rändern direkt an die Glasrückseite laminierte Alu-Tedlar-Folie.

Die flexible Fabrikation erlaubt eine kunden- bzw. objektspezifische Verschaltung der Zellen, um eine geeignete Generatorenspannung bzw. Stromstärke für das einzelne Modul festzulegen. Durch die Vorverschaltung können ebenfalls in der Praxis auftretende Beschattungsprobleme bereits auf der Stufe Generator gelöst werden. Je nach Bedarf können Modulspannungen von wenigen Volt bis zu etwa 100 Volt erzielt werden.

Der äußere Anschluss der Generatoren unter sich erfolgt über eine spezielle Steckerverbindung.

Photovoltaik-Generatoren beliebiger Abmessungen bis zu 170 x 130 cm und Glasstärken (1–8 mm) können mit den bestehenden Fabrikationsanlagen hergestellt werden, so dass grundsätzlich eine optimale Anpassung an die Erfordernisse der Gebäude und die gewählte Befestigungsart möglich ist.

Dachschindeln beliebiger Abmessungen können ebenfalls hergestellt werden. Die Überlappung der Schindeln ist möglich, da im Überlappungsbereich (unteres Panel) Zellen weggelassen werden.

Die Module können mit beliebigen Zelltypen hergestellt werden: Poly-

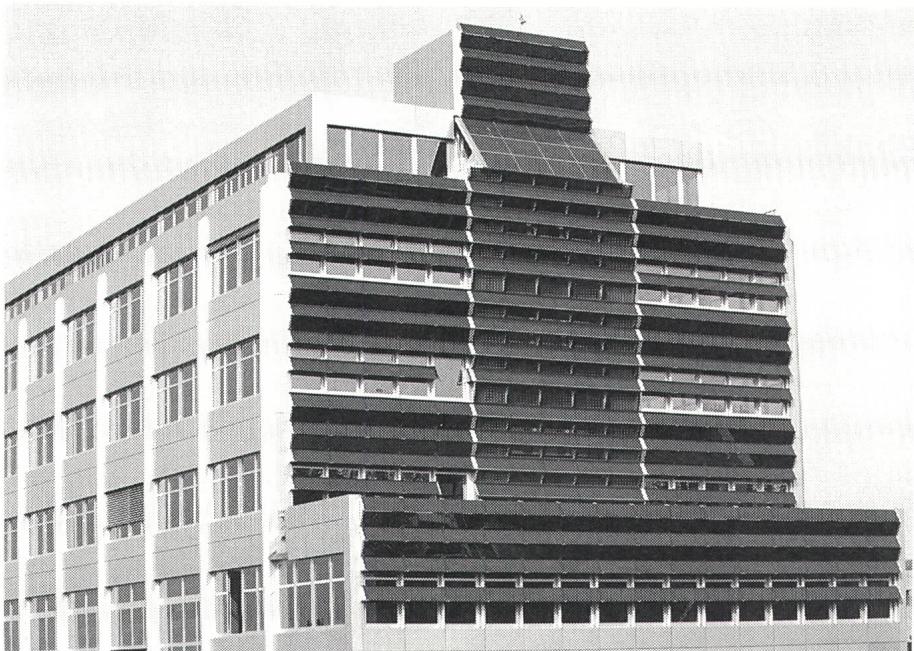


Bild 1 Das 18-kW-«Fassadenkraftwerk» der Metallbaufirma Scheidegger in Kirchberg/BE

kristalline (bläuliche) Einzelzellen weisen normalerweise Abmessungen bis zu 12,5 x 12,5 cm auf (Einzelleistung bis zu 2 Watt); monokristalline Zellen weisen meist eine Grösse von 10,4 x 10,4 cm auf (Einzelleistung bis zu 1,7 Watt).

Je nach Anzahl und Zellentyp ergeben sich daher Modulleistungen bis zu 300 Watt.

Zur Integration der Module in die Gebäudehülle wurden Einbaukonzepte für Dächer und Fassaden erarbeitet.

## Kombinierte Nutzung von Strom und Wärme

Wie bei anderen Stromerzeugungsarten wird bei der Photovoltaik ebenfalls nur ein Teil der eingesetzten Primärenergie (hier Solarstrahlung) in Form von Strom freigesetzt, der überwiegende Teil fällt unvermeidlich in Form von Wärme an. Es ist wichtig, dass diese freigesetzte Wärme abgeführt wird, denn der Solarzellenwirkungsgrad steigt mit tieferer Arbeits temperatur (die Zunahme der Stromausbeute beträgt etwa 0,45% pro °C).

Für den Fall der rückseitigen Kühlung der Generatoren mit Luft, unter anderem zur Wärmegewinnung, wurden Rechnungsprogramme erarbeitet. Diese gestatten die Ermittlung der Wärmeausbeute (Wirkungsgrad) in Abhängigkeit der Strahlungsintensität, der Nutztemperatur sowie der Windverhältnisse und Umgebungstemperatur. Sie gestatten die Auslegung der Kühlkanalgeometrie sowie der optimalen Strömungsverhältnisse.

## Solarfassade Scheidegger in Kirchberg

Die Firma Scheidegger Metallbau AG in Kirchberg/BE fasste bei der Projektierung des sechsstöckigen Büroneubaus den Entschluss, die Südwestfassade vollumfänglich als multifunktionale Photovoltaikfassade zu gestalten. Dieses Projekt wurde anlässlich der Aktion «Solar 91» ebenfalls mit einem Spezialpreis ausgezeichnet.

## Zielsetzungen

- Architektonisch ansprechende Bauweise des «Fassadenkraftwerks».
- Die Funktion des Witterungsschutzes soll von den Photovoltaikgeneratoren selbst übernommen werden, das heisst, dass sie als Fassadenbauelemente ausgebildet werden sollen.
- Im Fensterbereich sollen die Photovoltaikgeneratoren gleichzeitig auch die Beschattungsfunktion übernehmen.
- Die Photovoltaikfassadenelemente sollten nicht senkrecht, sondern für eine erhöhte spezifische Energieausbeute angewinkelt eingebaut werden. Bei der Strömungsführung soll darauf geachtet werden, dass eine optimale Kühlung (Wirkungsgradsteigerung) der Photovoltaikzellen erfolgt.
- Im zentralen Abschnitt der Fassaden (Treppenhaus) soll auch die gleichzeitig anfallende Wärme für Heizzwecke genutzt werden können.

Mit der Erfüllung dieser Zielsetzungen sollte eine energiegewinnende Fassade entstehen, die als Pilotanlage nach

Möglichkeit Beispielcharakter für gewerblich-industrielle Bauten, aber auch Hochbauten hat.

Für die Photovoltaik-Stromerzeugung selber sollte einerseits gezeigt werden, dass durch die Multifunktionalität entscheidende Kostenvorteile resultieren (Einsparungen von Fassadenelementen, Tragstrukturen, Beschattungseinheiten) und die Gesamt-Energieausbeute im Fall der Wärmenutzung massgeblich gesteigert werden kann. Andererseits sollte aber auch demonstriert werden, dass Photovoltaikanlagen so gebaut werden können, dass auch grundlegende, eventuell auch anspruchsvolle ästhetische Bedürfnisse der Gebäudearchitektur befriedigt werden können.

An der Realisierung der Anlage beteiligt sind die Firma Scheidegger als Bauherr und gleichzeitig als Metallbauer der Photovoltaikfassade, das Architekturbüro Hofstetter und Partner in Biel und die Arbeitsgemeinschaft Atlantis/Zetter als Unternehmer für die Photovoltaikanlage. Die Realisierung erfolgt im Rahmen eines vom Bund (Bundesamt für Energiewirtschaft BEW) unterstützten, begleitenden Forschungsprojektes «Integration von Photovoltaikgeneratoren in die Gebäudehülle». Das Projekt wird auch massgeblich vom Kanton Bern unterstützt.

## Kurzbeschreibung der Solar-Anlage

Die Anlage besteht aus horizontal über die gesamte Breite der Fassade

verlaufenden Streifen. Auf der nach aussen angewinkelten oberen Seite der Streifen sind die Photovoltaik-Bauelemente angebracht (Übernahme des Witterungsschutzes), und auf der nach innen abgewinkelten unteren Seite sind zum vollen Schutz des Gebäudes Spiegel befestigt. Im mittleren Teil der Fassade, wo auch die Wärmerückgewinnung erfolgt, sind anstatt der Spiegel durchsichtige Glasscheiben eingesetzt, damit die Sonnenstrahlen auch zwischen den Photovoltaikelementen ins Innere gelangen, um für Wärmezwecke genutzt zu werden.

Im Fensterbereich selber bestehen die Streifen lediglich aus Photovoltaikpanelen, die hier gleichzeitig die Funktion der Abschattung der Büroräume übernehmen. Sie ersetzen damit konventionelle Sonnenstoren. Die Spiegel haben neben dem Gebäudeschutz zusätzlich die Aufgabe, erhöhte Einstrahlungswerte auf die darunterliegenden Photovoltaikelemente zu erzielen.

Die Winkel der Panele (etwa 30°) und die Abstände zwischen den Streifen sind so gewählt, dass die Anlage über das Jahr einen maximalen Energieertrag liefert. Damit die Photovoltaikpanele optimal hinterlüftet werden und so auf einer möglichst tiefen Temperatur arbeiten (höherer Zellenwirkungsgrad), ist die Photovoltaikfassade in einem vorausberechneten Abstand vom Gebäude angebracht. Damit wird gewährleistet, dass im Kanal durch freie Konvektion ein Luftzug entsteht, bei dem stets kühle Außenluft angesaugt wird.

Im mittleren Teil der Fassade erfolgt neben der Stromproduktion eine Wärmerückgewinnung. Zu diesem Zweck ist die Gebäudefront des Treppenhauses etwas zurückversetzt. Im luftdichten Kanal zwischen den Panelen und der Wand wird die Luft erwärmt. Dies einerseits als Folge der Direkteinstrahlung, die zwischen den Photovoltaikpanelen durch die Glasscheiben ins Innere gelangt und von Absorberblechen aufgefangen wird, und andererseits durch die unvermeidliche Erwärmung der Photovoltaikpanele selber. Die Direktheizung erfolgt nur im Winter und den Übergangszeiten. Die erwärmte Luft wird am oberen Kanalende der Fassade durch einen Ventilator angesaugt und über ein Rohr ins erste Untergeschoss freigegeben. Dadurch kann die warme Luft für Heizzwecke genutzt werden. Beim Aufsteigen der Luft im Treppenhaus wird die Wärmeenergie auch von der Masse des Gebäudes selber zwischengespeichert.

Der Wärmeerzeugungskanal ist so ausgelegt, dass im Sommer, wenn keine

Energieerzeugung erfolgt, durch freie Konvektion stets ein Luftzug entsteht, der eine gute Kühlung der Generatoren gewährleistet. Die Tragstrukturen und Befestigungselemente für die Photovoltaik- und übrigen Fassadenelemente sind speziell entwickelt worden, wobei diese architektonisch und funktionell mit den dahinterliegenden Fenstern und Gebäudeelementen eine Einheit bilden.

Bei der elektrischen Verschaltung der Anlage wurde darauf geachtet, dass keine Panele des Wärmeteils, die im Winter etwas wärmer, im Sommer etwas kälter arbeiten, mit den Panelen der übrigen Anlage verbunden werden. Zudem ist die Einzelverschalung innerhalb der Photovoltaikpanele selbst so gewählt, dass tageszeitliche Beschattungseffekte eliminiert werden, und dass eine ausreichende Spannung für den Wechselrichterbetrieb (Netzeinspeisung) gewährleistet wird.

## Leistungsdaten der Anlage

Aufgrund der optimal belegbaren Fläche der Anlage (es wurde nicht die Leistung, sondern die jährliche Energieausbeute maximiert) ergibt sich eine Spitzenleistung von etwa 18 kW (bei 1000 W/m<sup>2</sup> Einstrahlung und 25 °C Paneltemperatur). Für den mittleren Fassadenteil ergibt sich eine zusätzliche maximale Wärmeleistung von etwa 12 kW. Im Winter und in den Übergangszeiten sieht die Verteilung der Energieproduktion folgendermassen aus:

Energieerzeugung 100%

- davon Strom etwa 33%, (abzgl. 1,5% für Ventilator)
- 67% Wärme

Somit beträgt der Gesamtwirkungsgrad der Anlage 40–45%.

Über das ganze Jahr liegt der Wirkungsgrad bei etwa 30–35%, wobei die Ventilatorverluste etwa 3,5% der totalen Energieproduktion betragen. Die Wärmenutzung ist somit sehr interessant, insbesondere da nur geringe Mehrinvestitionen für diese Zusatzenergie notwendig sind.

Die Messungen über die nächsten Jahre sollen nun die theoretisch ermittelten Daten bestätigen.

## Fabrikneubau Aerni in Arisdorf

Einen grossen Beitrag zur Entwicklung und Demonstration der gebäudeintegrierten Photovoltaik leistet auch

## Technische Daten der Anlage in Kirchberg

Typ:	Netzgekoppelte Anlage mit vollintegrierten Photovoltaik-Fassadenelementen, teilweise mit Wärmerückgewinnung für Heizzwecke und Fensterbeschattung
Leistung:	18 kW <sub>elektr.</sub> ; 12 kW <sub>therm.</sub>
Photovoltaik-Bauelemente:	Atlantis Energie AG Anzahl: 282 Stück (130 Stk. kalt hinterlüftet) (72 Stk. mit Wärmerückgewinnung) (80 Stk. mit Fensterbeschattung)
Abmessungen:	Typ A/C: 270 Stk. etwa 1200 x 460 mm Typ B: 12 Stk. etwa 1200 x 890 mm
Wechselrichter:	Typ Solar Max 20
Abmessungen der Fassade:	
Gesamthöhe:	etwa 14 m (ohne Liftaufbau)
Gesamtbreite:	18,67 m
Wärmerückgewinnungsteil:	4,8 x 10,5 m

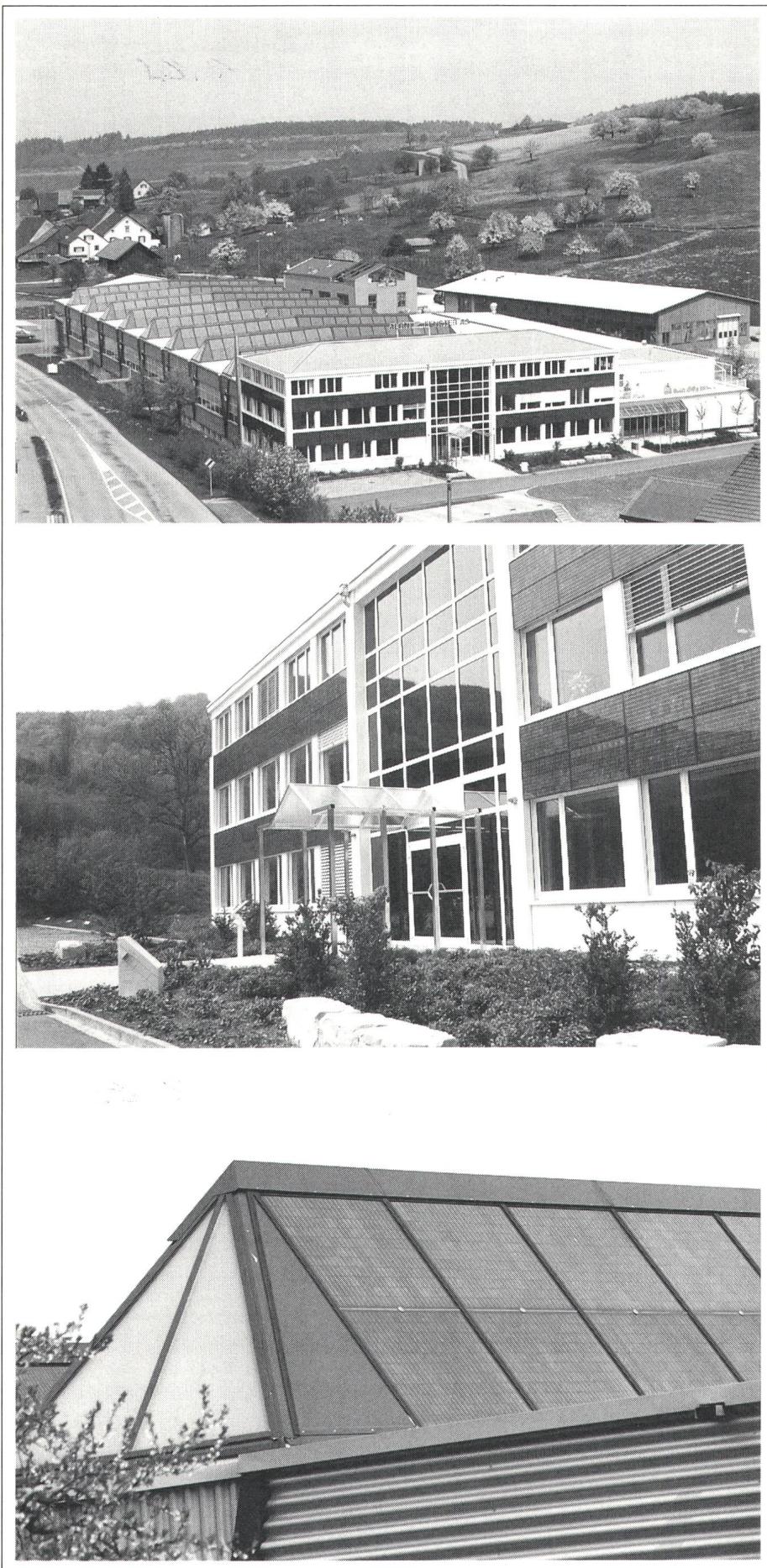


Bild 2 Fabrikneubau der Firma Aerni in Arisdorf (oben) mit fassadenintegrierten PV-Generatoren (Mitte) und Grossmodulen im Scheddach (unten)

die Firma Aerni Fenster AG mit ihrem Fabrikneubau in Arisdorf. In konsequenter Weise wurden die Fabrikshedächer sowie die süd- und westorientierten Fassaden des Bürotraktes als Photovoltaik-Dächer bzw. Photovoltaik-Fassaden ausgebildet, wobei hohe Ansprüche an die Ästhetik insbesondere bei der Fassade gestellt wurden.

Die Photovoltaik-Shelanlage wurde erstmals so konzipiert, dass auch die in grossem Ausmass anfallende Wärme sowohl direkt als auch über eine Zwischenspeicherung für die Beheizung des Fabrikgebäudes benützt wird. Die in das Fabrikdach integrierte und ans Netz gekoppelte Photovoltaikanlage mit einer Leistung von 53 kW ist die bisher grösste Anlage mit vollintegrierten, als Bauelemente ausgebildeten Photovoltaikgeneratoren – und die erste Pilotanlage überhaupt, bei der die gleichzeitig entstehende Wärme genutzt wird.

Durch die Kühlung der Zellen mit der Aussenluft – diese Luft wird durch einen Kanal zwischen den Photovoltaikpanelen und der innenliegenden Dachisolation geführt und erwärmt sich dabei in einem vorbestimmten Ausmass – kann bei guten Einstrahlungsverhältnissen eine thermische Nutzleistung von über 100 kW gewonnen werden.

Bei dem von der Firma Aerni Metallbau konstruierten Shedoberlicht wurden auf der Südseite Grossgeneratoren (Doppelmodule mit einer Abmessung von 2,4 x 1,5 m und einer Nennleistung von 2 x 185 Watt) in die entsprechend ausgelegten Tragstrukturen integriert. Dabei mussten anspruchsvolle praktische Probleme auch im Zusammenhang mit der Wärmerückgewinnung gelöst werden.

Bei der von Atlantis Energie AG durchgeführten strömungs- und wärmetechnischen Auslegung – insbesondere auch der elektrischen Verschaltung der Generatoren als Folge der Wärmenutzung – wurde ebenfalls Neuland betreten.

Die Fassaden des Bürogebäudes wurden mit «massgeschneiderten» Photovoltaikfassadenelementen gebaut, die an die Stelle herkömmlicher Brüstungsverkleidungen traten. Ähnlich wie bei Keramikfassaden wurden die rahmenlosen Photovoltaikelemente vorgehängt und kalt hinterlüftet. Es wurde darauf geachtet, dass keinerlei Schattenwürfe durch Auskragungen oder Vorsprünge auftreten. Die verwendeten Zellen haben eine bläulich schimmernde Farbe auf einem dunklen Hintergrund und geben der Fassade ein sehr ansprechendes Aussehen.

Die Fassaden wurden in drei Felder eingeteilt und die Generatoren derart verschaltet, dass drei unabhängige Wechselrichter gleicher Leistung für die Einspeisung ins Netz verwendet werden konnten. Die Fassaden erzeugen gesamthaft eine Spitzenleistung von etwa 8,4 kW<sub>el</sub>. Von einer zusätzlichen Wärmenutzung in der Fassade wurde bei diesem Projekt abgesehen.

Mit dem Wunsch des Kantons Basel-Landschaft nach einer möglichst umfassenden Nutzung der über das ganze Jahr anfallenden Wärme zur Beheizung des Gebäudes drängte sich ein Energiekonzept auf mit dem Ziel, neben der Stromerzeugung, die bei der Kühlung der Photovoltaikmodule entstehende Wärme ebenfalls zu nutzen. Dieses Konzept wurde vom Ingenieurbüro Berchtold, Sarnen, erarbeitet und in die Praxis umgesetzt.

#### Kurzbeschrieb Energiekonzept

Da der grösste Wärmeanteil in den Übergangszeiten und während den Sommermonaten entsteht und nebst der Gebäudeheizung kein nennenswerter Wärmebedarf vorliegt, ergibt sich zwangsläufig die Forderung nach einer Zwischenspeicherung der gewonnenen Wärmeenergie. Vorteilhafterweise werden die Solarzellen bei möglichst tiefen Temperaturen betrieben, so dass die Notwendigkeit bestand, auch das Heizsystem für die Nutzung von Niedertemperaturwärme zu konzipieren.

Die von der zentralen Lüftungsanlage angesaugte Außenluft wird durch Kühlkanäle geführt, die zwischen den Photovoltaikpaneele und der Innenisolation des Sheddaches angeordnet sind, wobei sich die Luft dabei erwärmt.

In den kühlen Jahreszeiten wird die so erwärmte Luft über das vorhandene Verteilsystem der Lüftungsanlage direkt in die Fabrikationshalle geblasen.

Bei schwacher Sonneneinstrahlung oder tiefer Außentemperatur wird die temperierte Frischluft, falls notwendig, auf die Hallentemperatur nacherwämt, wobei die dazu notwendige Zusatzenergie dem eingebauten Erdspeicher entzogen wird. Da an schönen Tagen in der Regel mehr Wärmeenergie entsteht, als für die Hallenheizung notwendig ist, wird die Luft automatisch in den Kellerbereich, das heißt unter den Boden der Fabrikhalle geführt. Dort wird sie z. B. für nachfolgende Tage mit Schlechtwetter zwischengespeichert.

Für die ausserhalb der Heizperiode anfallende Wärmeenergie, die aus Speicherkapazitäts- sowie aus Komfortgründen nicht mehr im Kellerbereich

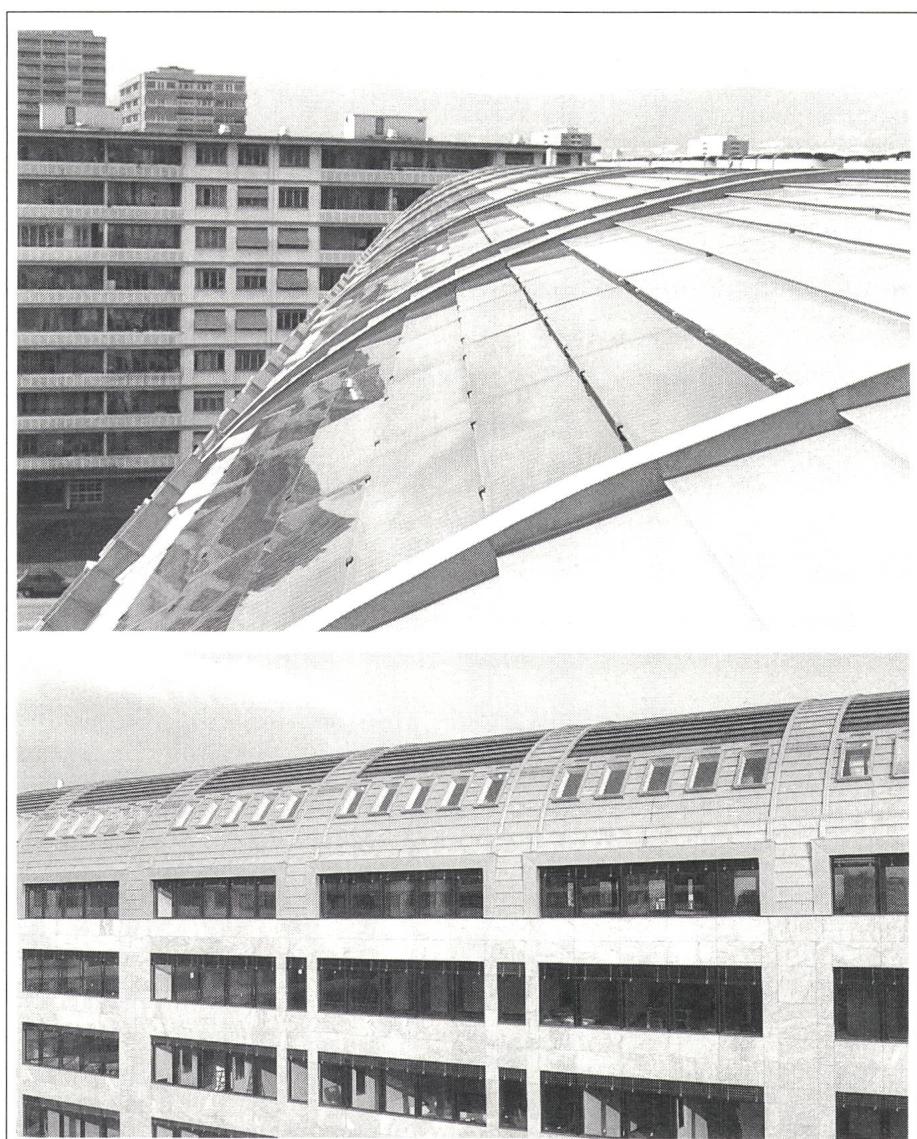


Bild 3 In das Dach integrierte Solarzellen beim Neubau der Firma Digital Equipment in Genf

abgespeichert werden kann, wurde ein Erdspeicher konzipiert und erstellt.

Im Monoblock der Lüftungsanlage wird die warme Luft abgekühlt und mittels einem geschlossenen Wasserkreislauf in den Erdspeicher transferiert. Der etwa 6000 m<sup>3</sup> grosse Erdspeicher wurde speziell für diese Anwendung konzipiert und funktioniert als saisonaler Speicher. Die Wärme wird über ein komplexes Leitungs- und Sonden-System bis zu einer Tiefe von 20 m abgespeichert und bei Bedarf dem Erdreich wieder entzogen.

Die über den Sommer abgespeicherte Wärme wird im Winter dem Erdspeicher wieder entzogen und mit Hilfe einer Wärmepumpe auf ein für Heizzwecke geeignetes Temperaturniveau erhöht. Zum Antrieb der Wärmepumpe dient ein mit einem neuartigen Katalysator ausgerüsteter Dieselmotor, wobei im Sinne einer Wärmekraftkopplung (BHKW-Betrieb): Erzeugung von

Strom und Wärme) dessen Abwärme (Abgas und Motorkühlwasser) ebenfalls zu Heizzwecken genutzt wird.

Diese beiden Wärmeerzeuger (Wärmepumpe und BHKW) decken den grössten Teil des restlichen jährlichen Wärmeenergiebedarfes. Zur Spitzenlastdeckung bei extremen Außentemperaturen dient ein Ölheizkessel mit Low-NO<sub>x</sub>-Brennertechnologie.

Mit dem Dieselmotor-BHKW besteht ebenfalls die Möglichkeit, außerhalb der Heizperiode, z.B. bei Stromausfällen elektrischen Strom zu gewinnen. In diesem Fall kann die Abwärme ebenfalls in den Erdspeicher abgegeben werden und wird somit sinnvoll wieder verwendet.

Unter Berücksichtigung der übrigen getroffenen Energiesparmassnahmen – wie die Rückgewinnung der Abluftwärme – zeigt die vorläufig errechnete Energiebilanz, dass der Fabrikneubau aufgrund der weitgehenden Nutzung

von Solarenergie eine hohe Energieautonomie von etwa 70% bezüglich der Deckung des Strom- und Wärmebedarfes aufweist.

### Intégration d'un générateur photovoltaïque dans une toiture de forme cylindrique

Dans le cadre de la construction de son nouveau centre administratif à Genève, l'entreprise Digital Equipment souhaitait participer à une expérience de production d'électricité d'origine solaire, sans altérer pour autant la qualité architecturale de son bâtiment.

Grâce à la participation financière de l'Office cantonal de l'énergie de Genève et de l'Office fédéral de l'énergie à Berne, la réalisation d'un générateur photovoltaïque de 10 kW avec injection dans le réseau a été mise au concours.

La condition d'une intégration absolue à la construction, telle que l'avait conçue l'architecte, était impérative, et la seule solution possible consistait à remplacer les éléments de couverture par des éléments photovoltaïques présentant les mêmes dimensions et les mêmes qualités de solidité et d'étanchéité.

La toiture du bâtiment, de forme demi-cylindrique, est disposée selon un axe est-ouest, présentant de bonnes conditions de captage sur sa moitié sud. En conséquence, l'architecte avait réservé la partie de la section la plus favorable au captage de l'énergie solaire, entre 20° et 40°.

Cette section correspondait à six bandes de couverture, de profil droit, se

recouvrant à la façon de tuiles. Le matériau utilisé pour le toit était constitué de plateaux de bois recouverts d'une tôle de zinc-titanium, fixés sur un lattage classique de chevrons en bois. Une certaine ventilation entre la couverture et l'isolation thermique devait suffire à évacuer l'humidité.

La technique proposée par Atlantis Energies SA consistait à poser des éléments photovoltaïques à la place des éléments composites de bois couverts de tôle, en utilisant la même infrastructure de pose. De cette façon, la fonction «couverture» était assurée avec une totale continuité sur l'ensemble de la toiture sans en modifier l'aspect architectural.

En ce qui concerne la fonction «production d'énergie», il est évident que la conception du générateur photovoltaïque devait tenir compte des conditions particulières dans lesquelles il devait s'intégrer.

Sur le plan du refroidissement des modules, il s'est avéré que la ventilation était interrompue par des lucarnes, et que des entrées d'air supplémentaires étaient nécessaires à la base des champs de captage photovoltaïques.

Sur le plan de l'interconnection des modules photovoltaïques, et en fonction du voltage demandé par l'onduleur, le voltage des modules a été conçu de façon à obtenir le voltage nécessaire en reliant en série toutes les plaques d'une même rangée de l'est à l'ouest. De cette façon, le champ photovoltaïque se trouvait divisé en six chaînes identiques, mais présentant une incli-

naison différente par rapport à l'horizontale, entre 20° et 40°. Pour optimiser la production d'énergie, les chaînes ont été groupées par deux et alimentent trois onduleurs séparés qui injectent chacun sur une phase de réseau différente.

Le système de fixation, qui permet le démontage d'un seul module, ainsi que le système de câblage par connecteurs embrochables a permis de réaliser tous les travaux sur la toiture, qui n'était pas d'un accès facile, par l'entreprise de couverture chargée de l'ensemble de cette toiture.

Grâce à une étroite collaboration entre l'architecte, le bureau d'étude qui avait conçu la couverture, l'entreprise de pose de la toiture, l'entreprise chargée de l'installation électrique, on a pu intégrer parfaitement à l'architecture des éléments photovoltaïques fabriqués sur mesure par l'entreprise Solution SA qui produit en Suisse, sous licence, ces éléments de construction développés par notre entreprise.

Le résultat obtenu montre clairement que l'on peut trouver des solutions très élégantes sur le plan architectural, remplaçant simultanément la fonction d'élément de construction et celle de générateur d'énergie; et cela sans compliquer la construction du bâtiment.

Il faut souligner qu'en remplaçant la «peau» du bâtiment et en utilisant une infrastructure et des fondations existantes, il est possible de réduire considérablement le coût de l'investissement nécessaire à une installation photovoltaïque.

### Standardisierte, dezentrale Netzverbundanlage

Die AMAG (Austria Metall AG, Ranshofen) entwickelte in Zusammenarbeit mit Prof. Bloss (Universität Stuttgart) und Prof. Weber (Institut IB in Hannover) eine standardisierte, dezentrale Netzverbundanlage, welche als Prototyp an der Hannover Messe Industrie 92 als Prototyp präsentiert wird.

Das Ziel, welches sich die Entwickler gesteckt haben, ist hoch:

- ein Generator mit hoher jährlicher «Energie-Ernte» bei einfacher Konstruktion und vertretbaren Kosten,
- eine standardisierte, industriell gefertigte Konstruktion, die im Bausatz lieferbar ist und durch den Heimwerker aufgestellt werden kann,
- ein Konzept, das beim Privathaus, auf Einzel- oder Sammelgaragen oder auch unabhängig vom Gebäude eingesetzt werden kann.

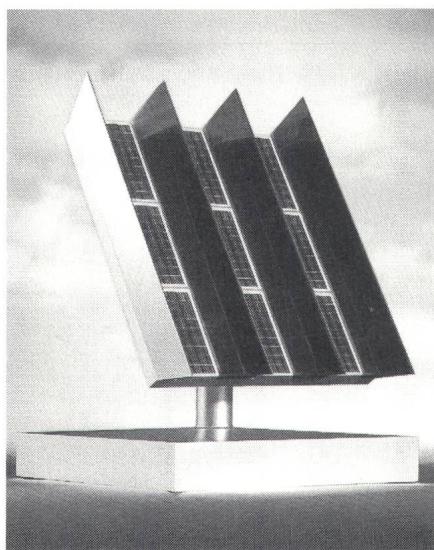
Die Netzverbundanlage mit einer Spitzenleistung von 850 W<sub>p</sub> liefert im Jahresdurchschnitt genü-

gend Elektrizität, um ein Elektromobil zu betreiben. Dadurch, dass der Solar-Generator der Sonne nachgeführt wird und durch zusätzlich angebrachte Aluminium-Reflektoren, wird der Energie-Ertrag um rund 75% gesteigert. Um das Gewicht minimal zu halten, wurde die gesamte Tragstruktur aus Aluminium gefertigt.

Es ist ein Netzanchluss vorgesehen, damit der Benutzer momentan überschüssige Energie ohne viel Aufwand (Wechselrichter) quasi zwischenlagern, das heißt ins Netz zurückspiesen, kann, um die gleiche Menge bei Bedarf wieder aus dem Netz zu ziehen.

#### Technische Daten:

Leistung:	850 W <sub>p</sub>
Apertur:	8,2 m <sup>2</sup> einschließlich Reflektoren
Generator:	4,1 m <sup>2</sup> monokristallines Silizium
Nachführung:	einachsig um vertikale Achse
Gewicht:	etwa 450 kg
Grundfläche:	9,0 m <sup>2</sup>
Höhe:	etwa 4,2 m





## Kunst am Bau

Ortsnetz-Verteilkabinen von **peyer** als neue Gestaltungselemente für die heute veränderten, differenzierten Anforderungen an Design und Umweltintegration.

Zusätzlich zur bewährten Kabinen-Linie aus Verbundwerkstoff bringt **peyer** Betonkabinen mit einer Auswahl verschiedener Türen in neuartigem Oberflächen-Design.

Für Elektrizitätswerke und Planer eine Möglichkeit, neue, fröhliche Akzente in den öffentlichen Raum zu setzen.

**peyerenergie**  
CH-8832 Wollerau  
Telefon 01/784 46 46  
Telex 875570 pey ch  
Fax 01/784 34 15



**STROM VOM HAUSDACH**

Qualitäts- und Hochleistungskomponenten einzeln oder im Set bei

**HOLINGER SOLAR AG**  
**CH-4410 Liestal**

Rheinstrasse 17, Telefon 061/921 07 57  
Fax 061/921 07 69

**Netzverbundwechselrichter**  
SMA PV-WR «SUN-KING»:  
Power-Mosfet-Technik für maximale Erträge; Mikroprozessor und LCD-Anzeige für höchsten Bedienungskomfort und präzise Ertragskontrolle; **Master-Slave-Funktion** für parallel-Schaltung von mehreren Geräten, RS232 für Auswertungssoftware PV-DATA; u.v.m.  
SUN-KING 1500 für Anlagen bis 2.0kWp +15%: 4200.- excl. Wust  
SUN-KING 1800 für Anlagen bis 2.3kWp +15%: 5000.- excl. Wust

**Photovoltaik-Solarmodule:**  
BP-Solar monokristallin, 10 Jahre Garantie:  
konventionelle Kontaktierung:  
BP 255 55 Watt / peak 17.0Vmp 1003x448 mm  
BP 275 73 Watt / peak 17.0Vmp 1188x530 mm  
Saturn-Module Laserkontakteert, Wirkungsgrad 17%:  
BP 465 65 Watt / peak 18.0Vmp 1003x448 mm  
BP 495 95 Watt / peak 30.0Vmp 1188x530 mm  
Verlangen Sie Datenblätter, Set-Preise, Referenzlisten, Fragebögen und /oder eine konkrete Offerte.

**Wir suchen noch Wiederverkäufer**

**BP SOLAR**

## Korrosive Gase sind Gift für Ihre wertvollen Geräte

Halogenfreie Spezialkabel aus RADOX-Materialien von HUBER+SUHNER AG entwickeln keine korrosiven oder toxischen Gase. Geringe und giftfreie Rauchentwicklung im Brandfall bedeutet: Sicherheit für Menschen und Geräte und zudem kleinste Sichtbehinderungen.

**Verlangen Sie unsere Dokumentation.**



**HUBER+SUHNER AG**

### Geschäftsbereich Energie- und Signalübertragung

CH-8330 Pfäffikon/ZH

01 952 22 11

CH-9100 Herisau

071 53 41 11

# CIM-KÖPFE SIND GESUCHT. UND WIR MACHEN SIE.

Die Schweizer Industrie benötigt dringend Manager für den betrieblichen Wandel: mit System-, Fach- und Sozialkompetenz.

Einiges an Pioniergeist und Leistungsbereitschaft setzen wir bei Ihnen voraus. Dafür stehen Ihnen als CIM-Ingenieur aber auch hochattraktive Karriere-Möglichkeiten offen.

Als ETH-, HTL- oder HWV-Absolvent mit Weitblick sichern Sie sich Ihren Platz im Zug der Zukunft. Der effizienteste Einstieg bietet Ihnen das CIM-Zentrum Muttenz.

## NACHDIPLOMSTUDIUM BETRIEBSOPTIMIERUNG UND EINSATZ VON CIM CIM-INGENIEUR NDS HTL

### INTERESSIERT AN EINER CIM-KARRIERE?

#### Info-Meetings:

Donnerstag 26. Mai 1992 17.00 Uhr

Samstag 13. Juni 1992 10.00 Uhr

### ANMELDUNG UND INFORMATION:

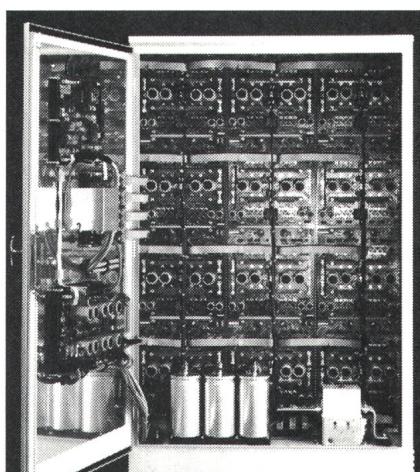
CIM-Zentrum Muttenz  
Ingenieurschule beider Basel (HTL)  
Gründenstrasse 40  
CH-4132 Muttenz

Info-Tel: 061 / 58 43 43

Info-Fax: 061 / 58 44 61

**ECOPOWER®**

DER NEUE  
FORTSCHRITTLCHE  
STATISCHE  
**LEISTUNGS-  
WECHSELRICHTER**  
FÜR PHOTOVOLTAISCHE  
ANWENDUNGEN  
(AB 15 KW 3Ø BIS MW)



#### ERFÜLLTE NORMEN:

- VDE 0100 / 0160
- Entstörung: nach VDE 0875 Grad N am Eingang und am Ausgang
- Rückwirkung aufs Netz: SEV 3600 - 1 und VDE 0160
- Realisiert in einem Betrieb, der nach der Qualitätsnorm ISO 9001 (EN 29001) qualifiziert ist
- Elektronikteil geschützt nach IP 55
- Konform der ESTI-Vorschriften

#### OPTIONEN:

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



**INVERTOMATIC®**

ZUVERLÄSSIGKEIT, ERFAHRUNG, INNOVATION

**INVERTOMATIC**  
AG für Energieumwandlung  
CH - 6595 Riazzino  
(Locarno) Schweiz

Tel. 092 - 64 25 25 Fax 092 - 64 28 54

#### VORTEILE:

- NICHT NETZKOMMUTIERT SONDERN SELBSTGEFÜHRT (PWM 12/24 kHz)
- HOHER WIRKUNGSGRAD, NAHEZU KONSTANT ( $\eta \geq 95\%$  zwischen 30% und 100% Nennleistung,  $\eta > 93\%$  bei 20% Nennleistung)
- LEISTUNGSFAKTO  $> 0,98$  (zwischen 20 - 100% Nennleistung)
- STROMKLIRRFAKTOR  $< 4\%$  (zwischen 20 - 100% Nennleistung)
- STROMOBERWELLEN  $< 2,5\%$  (bezogen auf die Grundschwingung zwischen 20 - 100% Nennleistung)
- INDUSTRIEPRODUKT (standartisierte Ersatzteile)
- PARALLELSCHALTBAR (bis einige MW Nennleistung)
- GROSSER UMGEBUNGSTEMPERATURBEREICH (-20°/+50°C)
- GERINGE GERÄUSCHENTWICKLUNG  $< 55 \text{ dB(A)}$  (in 1 m Abstand nach DIN 45630)
- "MPT"-REGELBEREICH:  $\pm 15\%$
- MODULARER AUFBAU in IGBT-TECHNIK

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.